

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

Desenvolvimento da Habilidade Sentado para de Pé em Crianças

Carolina Souza Neves da Costa

Março de 2010

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

DESENVOLVIMENTO DA HABILIDADE SENTADO PARA DE PÉ EM CRIANÇAS

Carolina Souza Neves da Costa
Orientadora: Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

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

São Carlos
2010

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

C837dh

Costa, Carolina Souza Neves da.

Desenvolvimento da habilidade sentado para de pé em
crianças / Carolina Souza Neves da Costa. -- São Carlos :
UFSCar, 2010.

127 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São
Carlos, 2010.

1. Biomecânica. 2. Desenvolvimento motor. 3.
Cinemática. 4. Locomoção humana. I. Título.

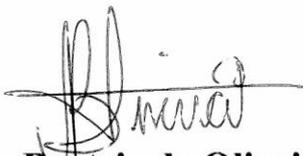
CDD: 612.76 (20ª)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA PARA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE CAROLINA SOUZA NEVES DA COSTA APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, EM 08 DE ABRIL DE 2010.

BANCA EXAMINADORA:


Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha
(UFSCar)


Claudia Santos Oliveira
(UNINOVE)


Ana Beatriz de Oliveira
(UFSCar)



***“Quem sai andando e chorando enquanto semeia, voltará
com júbilo trazendo os seus feixes.”***



Esta dissertação é dedicada à minha mãe
Carminha, à minha avó *Desdete*, e à minha
orientadora, *Nelci Adriana*.

Agradecimentos

A Deus, o único pelo qual abnego, sacrifico e vivo todas as tuas vontades. O meu coração fez muitos planos, mas só Ele sempre soube tudo o que aconteceria no tempo exato, da maneira certa, dentro dos teus propósitos.

À minha mãe, que é meu pai, minha família, minha amiga, meu apoio em todos os momentos. Quem sempre acreditou e investiu em mim, sem medir forças e sacrifícios para isso. Obrigada mãe, minha leoa. A você, toda a minha admiração. Um carinho a kikinha, nossa cachorrinha.

À toda família “Neves”. Como é bom ter pessoas que sabemos que irão permanecer ao nosso lado sempre, não importando as circunstâncias. Um carinho especial a minha vó, pelas incansáveis orações ao meu favor.

Aos meus amigos de Sanca, Juliana Panini, Kátia Cristina, Rafaella, Adrianinha por me abrigarem em todos os sentidos! Aos amigos de BH, que mesmo de longe, tão presentes nas minhas agonias e conquistas. Amo muito vocês!!!

À “minha” orientadora Nelci Adriana, por sempre esperar o melhor de mim, como profissional, mestrande, graduanda e amiga. Pelas incansáveis horas de discussões teóricas, correções de conteúdos e todos os conhecimentos passados. “Porque o que é certo, é certo!”. O simplório não convém e o que realmente vale à pena é a busca pela excelência! Que Deus abençoe muito você, o Maurício, o Felipe e o Giovanni.

Ao LADI, e ao NENEM, pelas companhias, risadas, pelos momentos de confissão no café, sugestões metodológicas e por me socorrerem tantas vezes quando estava sozinha nas coletas. Andrea Baraldi, Daniele, Rosana, Cristiane, Gardênia, Sandra, obrigada meninas!!!

Um carinho especial a Beatriz, sempre tão prestativa e atenciosa nas coisas mais simples, mas essenciais. E ainda, por me obrigar a almoçar, mesmo quando eu não queria!

Um agradecimento especial a Ana Carolina de Campos. Ana, você foi minhas pegadas no mestrado. Obrigada pelos inestimáveis conselhos, por ser tão verdadeira, por compartilhar suas experiências, agonias e vitórias. Você é muito especial, um modelo de competência e dedicação!

À Profa. Eloísa Tudella, pelo empréstimo de materiais para coleta e análise dos dados, o meu muito obrigada!!

Às pessoas que participaram em algum momento do Projeto Kids: Profa. Paula, Giovana, Fernanda Nora, Kelli, Aline Sá, Fabíola, Alana, Suellen e Paula. Obrigada pelo apoio no planejamento e execução do projeto. Só nós sabemos o sufoco e o quão difícil foi recrutar, organizar e avaliar cada criança. Sem vocês esse projeto não teria ao menos saído do papel!

Às bolhas de sabão, tão simples e tão eficaz nessa idade! Sem essas eu não conseguiria distrair as crianças, fazê-las parar de chorar e ainda me divertir trabalhando.

À Kelly, secretária do Programa de Pós-Graduação, que sempre com tanta disposição e prontidão me auxiliou em todas as intercorrências. Muito Obrigada!!

À Agatha e ao pessoal da Empresa Júnior da UFSCar, pela assessoria estatística. Sem vocês, os resultados não existiriam.

Às professoras Regiane Luz, Cláudia Oliveira e Ana Beatriz. Obrigada pelas correções e valiosas contribuições no exame de qualificação, e por aceitarem participar da banca de defesa desta dissertação.

Ao CNPQ, pelo apoio financeiro.

Às mães, pais, avós e tios de cada criança avaliada nesse estudo. Muito obrigada por aceitarem participar e perseverar nesse projeto. Conviver com cada um de vocês durante seis meses tornou-me uma pessoa melhor e me fez valorizar ainda mais a simplicidade da vida. Sem o esforço de vocês, esse trabalho não teria sido conduzido.

RESUMO

A habilidade sentado para de pé (ST-DP) é uma das transições de postura mais comumente realizadas na rotina diária infantil, pelo fato de ser um pré-requisito importante para outras atividades funcionais como marcha, corrida e salto. A atividade ST-DP tem sido freqüentemente estudada na população idosa e adulta, entretanto pouco se conhece sobre essa habilidade em crianças. Dessa forma foi desenvolvido o Estudo 1, com intuito de revisar as pesquisas sobre os fatores que influenciam os movimentos da habilidade ST-DP em crianças. A partir dos resultados, constatou-se que poucos estudos buscaram compreender o desenvolvimento da habilidade ST-DP em crianças típicas. Foi conduzido, assim, o Estudo 2, o qual visou verificar as características cinemáticas dos movimentos da habilidade ST-DP no período inicial de desenvolvimento; considerando ainda características específicas que poderiam influenciar o nível de desempenho nesse período como a utilização de apoio e posicionamento de pés. Foram avaliadas 12 crianças típicas aos 12 meses de idade. Para isso, as crianças foram posicionadas descalças em um banco infantil auto-regulável, sendo os joelhos, quadris e tornozelos mantidos a 90º de flexão. Foram apresentados brinquedos atrativos na linha média, à altura dos ombros relativa à postura em pé, motivando a criança a levantar-se do banco. Um apoio aos membros superiores foi oferecido àquelas crianças que, após 6 tentativas, não realizaram a transferência ST-DP independentemente. Assim, as primeiras três tentativas realizadas para cada criança foram analisadas. Foi verificado que crianças que necessitaram do apoio apresentaram valores significativamente maiores para tempo de execução, picos de flexão de joelho e tronco. Além disso, o controle dos graus de liberdade para as articulações de tronco, joelho e tornozelo se diferenciaram entre os grupos, sendo as crianças que necessitaram de apoio apresentaram mais freqüentemente um posicionamento simétrico de pés e menor amplitude de tronco. Dessa maneira, embora todas as crianças apresentassem 12 meses, há diferentes níveis de desempenho da habilidade ST-DP e diferentes estratégias de movimentos são exploradas; a fim de selecionar futuros padrões mais econômicos e adequados à demanda da tarefa. Com intuito, ainda, de compreender como a aquisição e refinamento da habilidade ST-DP se processa, bem como a relação desta com o desempenho nas atividades de vida diária, foi desenvolvido o Estudo 3. Dados adicionais foram coletados durante o procedimento experimental do estudo anterior. Desta vez, a avaliação de 10 crianças foi estendida dos 12 aos 15 meses e aos 18 meses de idade. Além disso, acrescentou-se a variável descritiva sucesso da tentativa; enquanto o nível de desempenho em atividades de vida diária e nível assistência do cuidador em atividades mobilidade foram avaliados segundo a *Pediatric Disability Inventory* (PEDI). As crianças apresentaram mudanças nas variáveis descritivas e cinemáticas ao longo dos meses. Nesse sentido, foi possível concluir que as características de uma habilidade ST-DP mais madura e com maior chance de sucesso consistem em executar a atividade em menor tempo, atingindo menores picos de dorsiflexão de tornozelo e flexão de joelho e tronco, e ainda ao término da tarefa a obtenção de uma postura mais retificada com maior extensão de joelho e tronco. O controle dos graus de liberdade e excursão de amplitude durante a transferência ST-DP modifica-se ao longo do tempo e se diferencia para cada articulação, aumentando a amplitude para joelho e tronco e reduzindo a amplitude para o tornozelo. Além disso, o melhor desempenho nas atividades de vida diária, e menor nível de assistência do cuidador em atividades de mobilidade estão correlacionados com as características que refletem o melhor desempenho da habilidade ST-DP.

Palavras-chaves: sentado para de pé, crianças, cinemática, desenvolvimento motor, PEDI.

Sumário

CONTEXTUALIZAÇÃO	15
ESTUDO 1: Sentado para de pé: uma revisão	23
1. Introdução	24
2. Métodos	26
3. A Influência dos Fatores relacionados ao Indivíduo e dos Fatores de Manipulação de Contexto na Habilidade Sentado para de Pé	29
4. Conclusão	40
ESTUDO 2: Características Cinemáticas na Aquisição da Habilidade Sentado	
Para de Pé.....	41
1. Introdução	42
2. Método	44
2.1. <i>Participantes</i>	44
2.2. <i>Materiais</i>	45
2.3. <i>Procedimentos</i>	48
Variáveis Discretas Descritivas.....	52
Variáveis Contínuas.....	53
2.4. <i>Análise Estatística</i>	54
3. Resultados	55
Tempo de execução	56
Ângulos articulares.....	57
4. Discussão	59
ESTUDO 3: Desenvolvimento da Habilidade Sentado para de Pé: Aspectos	
Funcionais e Desempenho Funcional	67
1. Introdução	68
2. Método	70
2.1. <i>Participantes</i>	71
2.2. <i>Teste ST-DP</i>	71
2.3. <i>Desempenho Funcional e Atividades de Vida Diária</i>	72
2.4. <i>Análise Estatística</i>	73
3. Resultados	74
Variáveis Descritivas	74
Variáveis Contínuas.....	75
Desempenho Funcional e Atividades de vida Diária	80

4. Discussão	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	95
REFERÊNCIAS	98
APÊNDICES.....	110
Apêndice A: Dados referidos no nascimento da criança.....	111
Apêndice B: Dados antropométricos referidos na data	112
Apêndice C: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	113
Apêndice D- Protocolo para Coleta de Dados das Mães e Crianças.....	115
Apêndice E: Dados referidos no nascimento da Criança	116
Apêndice F: Dados antropométricos referidos na data	117
ANEXOS.....	118
Anexo A: Sit-to-stand Movement in Children: a review.....	119
Anexo B: Protocolo de Comitê de Ética.....	127

Lista de Figuras

FIGURA 1: CRIANÇA POSICIONADA NA CADEIRA À 90° DE FLEXÃO DE TORNOZELO, QUADRIL E JOELHO, REPRESENTADO A MARCAÇÃO DAS ESTRUTURAS ÓSSEAS.....	46
FIGURA 2: DESENHO ESQUEMÁTICO DO POSICIONAMENTO DAS CÂMERAS E ILUMINADORES E CADEIRA.	47
FIGURA 3: VOLUME DE CALIBRAÇÃO UTILIZADO PELO SISTEMA DE ANÁLISE DE IMAGEM. DIREÇÃO DAS COORDENADAS X (VERDE), Y (VERMELHO) E Z (AZUL).	49
FIGURA 4: EXEMPLO DE DETERMINAÇÃO DOS EVENTOS DE INÍCIO (A) E FINAL (B) DA TRANSFERÊNCIA ST-DP.	52
FIGURA 5: DEFINIÇÃO DE ÂNGULOS NO PLANO SAGITAL. TORNOZELO: CALCULADO ENTRE A PERPENDICULAR AO EIXO Y DO PÉ OU SOLEAR E O EIXO DA PERNA. JOELHO: ÂNGULO ENTRE OS EIXOS DA PERNA E COXA. TRONCO: ÂNGULO CALCULADO O EIXO Z DA PELVE (DEFINIDO PELOS MARCADORES SACRO E ESPINHAS ILÍACAS ÂNTERO-SUPERIORES) E O EIXO DO TRONCO.	54
FIGURA 6: CARACTERÍSTICAS DE POSICIONAMENTO DE PÉS PARA AS CRIANÇAS QUE UTILIZARAM E NÃO UTILIZARAM APOIO.	56
FIGURA 7: MÉDIA, MEDIANA E DESVIO PADRÃO DO TEMPO DE EXECUÇÃO DA HABILIDADE ST-DP ENTRE AS CRIANÇAS QUE NÃO UTILIZARAM E UTILIZARAM O APOIO AOS MEMBROS SUPERIORES.	56
FIGURA 8: (---) MÉDIA, EM GRAUS, DO COMPORTAMENTO ANGULAR DO JOELHO DIREITO DURANTE A TRANSFERÊNCIA ST-DP QUANTO À UTILIZAÇÃO DO APOIO. (---) RETAS QUE DEMONSTRAM A DIFERENÇA ENTRE OS ÂNGULOS MÍNIMOS E MÁXIMOS DO JOELHO PARA CRIANÇAS QUE REALIZARAM O ST-DP COM APOIO (A) E SEM APOIO (B). (I) DESVIO PADRÃO ENTRE AS TENTATIVAS AO LONGO DA EXECUÇÃO DA TAREFA.....	57
FIGURA 9 (---) MÉDIA, EM GRAUS, DO COMPORTAMENTO ANGULAR DO TRONCO DURANTE A TRANSFERÊNCIA ST-DP QUANTO À UTILIZAÇÃO DO APOIO. (---) RETAS QUE DEMONSTRAM A AMPLITUDE ENTRE O ÂNGULO MÍNIMO E MÁXIMO DO TRONCO PARA CRIANÇAS QUE NECESSITARAM DO APOIO (A) E NÃO NECESSITARAM DO APOIO (B) NA TAREFA ST-DP. (I) DESVIO PADRÃO ENTRE AS TENTATIVAS AO LONGO DA EXECUÇÃO DA TAREFA.....	59
FIGURA 10: MÉDIA DA FREQUÊNCIA PARA TENTATIVAS SEM APOIO, COM SUCESSO E POSICIONAMENTO SIMÉTRICO DE PÉS AO LONGO DOS MESES.	75

FIGURA 11: MÉDIA, MEDIANA E DESVIO PADRÃO DO TEMPO (SEGUNDOS) DE EXECUÇÃO DA HABILIDADE ST-DP AO LONGO DOS MESES.....	76
FIGURA 12: MÉDIA, EM GRAUS, DO COMPORTAMENTO ANGULAR DO TORNOZELO DIREITO (TD) DURANTE A TRANSFERÊNCIA ST-DP AO LONGO DOS MESES.....	77
FIGURA 13: MÉDIA, EM GRAUS, DO COMPORTAMENTO ANGULAR DO JOELHO DIREITO (JD) DURANTE A TRANSFERÊNCIA ST-DP AO LONGO DOS MESES.....	78
FIGURA 14: MÉDIA, EM GRAUS, DO COMPORTAMENTO ANGULAR DO TRONCO (TR) DURANTE A TRANSFERÊNCIA ST-DP AO LONGO DOS MESES.	79
FIGURA 15: MEDIANA E DESVIO PADRÃO DA AMPLITUDE DE ÂNGULOS NAS ARTICULAÇÕES DE TORNOZELO, JOELHO E TRONCO AO LONGO DOS MESES.	80
FIGURA 16: MÉDIA DO SCORE NORMATIVO PEDI REFERENTE À ESCALA MOBILIDADE NAS ÁREAS HABILIDADES FUNCIONAIS E ASSISTÊNCIA DO CUIDADOR AO LONGO DOS MESES.....	81

Lista de Tabelas

TABELA 1: ESTUDOS INCLUÍDOS NA REVISÃO.....	28
---	----

Lista de Siglas e Abreviaturas

A	- adultos
CIF	- Classificação Internacional de Funcionalidade da Saúde
CP	- Paralisia Cerebral
Di	- Diplégica
Hemi	- Hemiplégica
JD	- Joelho Direito
Long	- desenho longitudinal
NO	- Não apresenta
OMS	- Organização Mundial da Saúde
PEDI	- <i>Pediatric Disability Inventory</i>
S	- segundos
ST-DP	- Sentado para de pé
T	- crianças típicas
TD	- Tornozelo Direito
TR	- Tronco
Trans	- desenho transversal



CONTEXTUALIZAÇÃO

O desenvolvimento motor, de uma forma geral, pode ser visto como uma série de padrões motores que se modificam e evoluem ao longo do tempo (Clark, 1994). A maneira pela qual as habilidades motoras são adquiridas e refinadas e os fatores envolvidos que determinam tais mudanças despertam o interesse de muitos estudiosos.

Na Abordagem dos Sistemas Dinâmicos, as contínuas mudanças que possibilitam o refinamento das habilidades motoras ocorrem pela confluência de fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos são aqueles relacionados ao indivíduo ou às características do organismo como a estrutura e função dos sistemas do corpo (Clark 1994). Os fatores extrínsecos são aqueles presentes no contexto em que os movimentos são executados, envolvendo aspectos físico-ambientais, sócio-culturais (Clark, 1994; Halpern, et al., 2000), e demandas relacionadas à tarefa e atividades específicas (Thelen, 1995). Acredita-se, assim, que tanto os fatores intrínsecos, como os fatores extrínsecos delineiam os padrões motores, podendo tanto facilitar quanto dificultar a execução dos movimentos e aprimoramento das habilidades motoras (Newell, 1984; Newell, 1986).

De acordo com Thelen et al. (1987) e Thelen & Smith (1998), um movimento habilidoso refere-se a capacidade de realizar uma tarefa de maneira mais precisa, controlada, eficiente, econômica e com movimentos ditos coordenados. Nesse sentido, em busca de explicações sobre a emergência de habilidades motoras, mais especificadamente de movimentos coordenados, Bernstein (1967) identificou dois problemas principais os quais devem ser solucionados para a organização e coordenação dos movimentos.

O primeiro problema foi denominado graus de liberdade, os quais são descritos como inúmeras direções e combinações motoras prováveis de diversas articulações para a realização de uma mesma ação motora (Turvey, 1982). Dessa forma, a repetição não pode ser considerada como a execução de movimentos exatamente iguais, devido às diversas possibilidades de ação e variáveis envolvidas (ligamentos, articulações, direções de movimentos, músculos).

Nesse caso, todas as partes relacionadas devem ser reduzidas, ordenadas e acopladas para um único objetivo e função. Tal sinergia motora detém a premissa de que as partes não trabalham isoladamente, ou seja, as articulações e os músculos não são controlados individualmente e sim, como estruturas coordenativas (Berstein, 1967; Thelen, 1995). Além disso, Berstein (1967) afirma que a aprendizagem de uma nova habilidade ocorre a partir de uma seqüência de ações, até que o movimento torna-se controlado. Inicialmente, os indivíduos significativamente reduzem os graus de liberdade, restringindo a movimentação das articulações, diminuindo a complexidade das ações. Subseqüentemente, os indivíduos liberam os graus de liberdade, explorando ativações musculares diferenciadas, experimentando o maior número de padrões de movimentação possível. Finalmente, dentre as opções, os indivíduos selecionam o padrão de movimento mais econômico e eficiente para o objetivo da tarefa, em uma determinada condição ambiental.

Além disso, como os músculos não apresentam ações fixas, ou seja, dependendo de como os músculos são excitados, esses podem atuar como agonistas, antagonistas ou mesmo estabilizadores, esse fato possibilita ao sistema a resolução do segundo problema descrito por Berstein (1967): a variabilidade condicionada ao contexto. Dessa maneira, o indivíduo possui a flexibilidade em

responder diferentemente, dependendo das condições do ambiente, permitindo o sistema a ser adaptativo.

É importante enfatizar, ainda, que embora o sistema músculo-esquelético seja importante para determinar as mudanças no repertório motor, o aprimoramento das habilidades motoras é resultado da interação de múltiplos subsistemas, incluindo o perceptivo e cognitivo (Clark, 1994; Thelen & Smith, 1998). Segundo Hatzitaki et al. (2002), é por meio da interligação de informações proprioceptivas, visuais e vestibulares que o indivíduo se torna capaz de perceber e agir sobre o ambiente. Assim sendo, de maneira heterárquica, com a combinação de múltiplos subsistemas, os padrões motores são adquiridos e refinados.

Thelen et al. (1987) consideram que as habilidades motoras são adquiridas e refinadas de maneira descontínua e não-linear, ou seja, os padrões motores que evoluem ao longo do tempo passam por particulares graus de estabilidade, quando um determinado padrão é mantido; e ainda por fases de transição, as quais os padrões de movimento encontram-se instáveis para atingir novos níveis de habilidade motoras.

Uma das habilidades motoras mais fundamentais no contexto da vida diária é a transferência sentado para de pé (ST-DP), visto que crianças e adultos realizam entre 20 e 60 movimentos de ST-DP ao longo do dia (Dall & Kerr, 2010). Esta habilidade requer grande demanda biomecânica; sendo necessária a coordenação, equilíbrio, mobilidade e força muscular (Danis et al. 1998; Khemlani et al; 1999; Brunt, 2002). Além disso, ST-DP exige a capacidade de deslocar o centro de massa corporal à frente de uma larga base de suporte (postura sentada) para uma estreita base de suporte (postura em pé). Para atingir esse objetivo, é necessário que o indivíduo controle o *momentum* corporal total, ordene os segmentos

corporais e ative os músculos de maneira coordenada (Cheng et al., 2004; Galli et al. 2008).

Considerando a complexidade das exigências requeridas para a execução desta habilidade, ST-DP tem sido apreciada como uma tarefa que auxilia na determinação do nível de funcionalidade do indivíduo (Jansen et al., 2002), sendo incluída, assim, em diversas escalas de avaliação clínica (Podsiadlo & Richardson, 1991; Berg et al., 1995; Cheng et al. 2004; Whitney et al., 2005; Bohannon, 2006; Galli et al., 2008).

No entanto, devido à característica de não-especificidade de tais escalas (Kunz et al. 2006; Anttila et al., 2008), há uma propensão em se perder informações sobre características mais refinadas (ex: coordenação entre segmentos, velocidade, amplitudes articulares) importantes para o conhecimento sobre os fatores que influenciam o desempenho de cada uma das habilidades avaliadas, incluindo o ST-DP. Dessa forma, segue-se a tendência em se avaliar e estudar com maior profundidade as características e estratégias de movimentos envolvidos na habilidade ST-DP em diversas populações.

Na população idosa, a atividade ST-DP tem sido freqüentemente estudada (Papa & Cappozo., 2000; Lord et al., 2002; Ganea et al., 2007), bem como na população adulta (Kerr et al., 1997; Blain et al., 2009; Camargos et al., 2006; Yoshioka et al., 2009;). No entanto, poucos foram os estudos que investigaram a atividade ST-DP em crianças (Cahill et al., 1999; McMillan & Scholz, 2000; Park et al., 2003; Hennington et al., 2004).

Assim, a partir da importância de tal habilidade na funcionalidade da criança e diante da escassez de estudos desenvolvidos com essa população, buscou-se realizar uma revisão crítica dos artigos relacionados. O intuito foi

identificar as especificidades desses estudos, ou seja, quantos realmente tiveram como foco a análise da habilidade ST-DP em crianças, quais os avanços encontrados nesse tema; e quais os fatores que influenciam o desenvolvimento e execução dessa habilidade.

Foi conduzido, assim, o Estudo 1, intitulado “Sentado para de Pé em Crianças: Uma revisão”. Baseando-se nos pressupostos teóricos sobre o desenvolvimento infantil, buscou-se com este estudo identificar quais os fatores intrínsecos ou relacionados ao indivíduo e os fatores extrínsecos relacionados ao contexto que influenciavam no desempenho da transferência ST-DP em crianças.

A partir da identificada escassez de estudos realizados com crianças típicas, e diante das lacunas relacionadas ao processo de aquisição e refinamento da habilidade ST-DP, surgiu-se a motivação em se compreender como tal habilidade se processa em seu período inicial de desenvolvimento em crianças típicas.

McMillan e Scholz (2000) observaram em seu estudo com crianças que a aquisição do ST-DP independente (sem apoio) acontece aproximadamente aos 12 meses de idade. No entanto, esse estudo falha por destacar apenas a relação da coordenação temporal entre os segmentos do corpo, não considerando outras características que podem determinar os níveis de desempenho durante esse período de aquisição.

De acordo com Gibson (1986), a criança adquire as habilidades motoras por meio da intensa experimentação e exploração de um grande arsenal de movimentos em diferentes contextos e condições de sua vida diária. Thelen (1995) afirma, ainda, que a exploração de diferentes movimentações implica em maior conhecimento, possibilitando às crianças selecionar a maneira mais adequada de comportar-se diante das demandas encontradas no ambiente. Essa grande

variação de movimentos para a execução de uma mesma habilidade é permitida ao sistema motor por meio dos graus de liberdade. Baseando-se, ainda, no fato de que os graus de liberdade podem ser interpretados pelas variáveis cinemáticas (Turvey et al., 1982), estudar o comportamento das variáveis cinemáticas durante o desenvolvimento de uma dada habilidade motora como a transferência ST-DP, é uma maneira pela qual se pode compreender os processos de planejamento, aquisição e aprimoramento motor infantil.

A partir disso, conduziu-se o Estudo 2, intitulado: Características Cinemáticas na Aquisição da Habilidade Sentado para de Pé. Esse estudo visou descrever, a partir de características cinemáticas, os movimentos da habilidade ST-DP em crianças aos 12 meses de idade, e suas relações com características que podem influenciar o desempenho como a necessidade ou não da utilização do apoio aos membros superiores, bem como as diferentes estratégias de posicionamento de pés durante o ST-DP. Este estudo transversal destaca-se por ser o pioneiro em atender tais objetivos, indicando características cinemáticas específicas que refletem o nível de aprimoramento da habilidade ST-DP. No entanto, apenas um estudo longitudinal sobre o desenvolvimento da habilidade ST-DP confirmaria a representação do que seria mais refinado e habilidoso.

Avaliar a evolução da habilidade ST-DP sustentando-se na idade cronológica é relevante por avaliar estrutura e função do corpo associados à experiência da criança ao longo do tempo. Entretanto, considera-se importante avaliar o impacto do desenvolvimento da habilidade ST-DP na funcionalidade da criança.

De acordo com o modelo de Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), promovida pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2001), a funcionalidade é determinada pela maneira como a criança exerce suas

atividades diárias e se engaja na vida social, considerando as funções e estrutura do seu corpo. Dessa forma, como um desdobramento do Estudo 2, foi realizado o Estudo 3: “Desenvolvimento da Habilidade Sentado para de Pé em Criança: Aspectos Cinemáticos e Desempenho Funcional”. Esse estudo visou explorar as relações entre as mudanças na habilidade ST-DP dos 12 aos 18 meses de idade e o nível de desempenho e independência em relação ao cuidador nas atividades de vida diária, mais especificadamente ao que se refere à mobilidade em ambientes internos e externos mensurados pelo *Pediatric Disability Inventory* (PEDI).

Considera-se que os estudos desenvolvidos possam contribuir para o entendimento de como os padrões de movimentos são adquiridos e refinados e quais mudanças fundamentais modulam a dinâmica do desempenho motor funcional. Espera-se ainda que as evidências relacionadas à identificação precoce dos movimentos na habilidade ST-DP possam beneficiar a comunidade científica, assim como profissionais que atuam na prática clínica, no sentido de se obter parâmetros de referência sobre o que seja considerado típico. Além disso, tais parâmetros podem direcionar estratégias adequadas para analisar o seu desempenho, bem como, instigar a realização de futuros estudos quanto a estratégias de intervenção terapêutica de crianças com debilidades neuromotoras.

ESTUDO 1



Sentado para de Pé em Crianças: uma Revisão

Estudo baseado no artigo Sit-to-Stand Movement in Children: a review. *Journal of Motor Behavior and Development*, (A1), v.42, N.2, p.127-134. Autores: Carolina Souza Neves da Costa; Geert J. Savelsbergh e Nelci Adriana C. F. Rocha (ANEXO A).

1. Introdução

Sentado para de pé (ST-DP) é uma das atividades de transição de postura mais comumente realizada na rotina diária infantil, visto que atingir o ortostatismo é um pré-requisito para outras atividades de mobilidade funcional como a marcha, a corrida e o salto (Ploutz-Snyder, Manini & Wolf; 2002).

Além disso, a habilidade ST-DP tem sido apreciada como uma tarefa que auxilia na determinação do nível de funcionalidade do indivíduo (Jansen, Bussmann & Stam, 2002), sendo incluída, assim, em diversas escalas e teste padronizados de avaliação clínica em crianças típicas e atípicas (Haley, 1997; Russell et al., 2000; Khembavi et al., 2002).

Segundo Hennington et al. (2004), ST-DP é uma atividade funcional de transferência que requer grande capacidade de equilíbrio dinâmico e estático, visto que esta exige a projeção do centro de gravidade de uma base de suporte relativamente grande para uma bem menor, demandando eficiente controle neuromuscular e coordenação entre os movimentos articulares. Limitações nas capacidades de execução desse movimento estão altamente relacionadas à maior dependência nas atividades da vida diária, maior recorrência de quedas e menores índices de qualidade de vida (Janssen et al., 2002).

A execução da transferência ST-DP tem sido estudada por meio de diferentes técnicas, tais como a análise de dinamometria e análise de imagens (Mazza et al. 2003; Park et al., 2003; Liao et al., 2007), incluindo ainda, sistemas optoeletrônicos (Hughes et al. 1996), goniometria (Itokazu et al., 1998) e acelerômetro (Goulart & Valls-Sole, 1999). A partir de tais técnicas, é possível identificar os parâmetros de controle do movimento ST-DP e analisar detalhes do

movimento como velocidade, deslocamento angular, coordenação entre-segmentos e forças de reação do solo. Segundo McMillan e Scholz (2000), a análise dessas características proporciona informações objetivas e confiáveis sobre os padrões de movimento selecionados pelo indivíduo, sendo eficiente para compreender a organização motora.

Para um estudo e análise mais abrangente da transferência ST-DP em crianças, considera-se importante classificar os fatores que podem influenciar a aquisição e o refinamento da habilidade. Esses fatores podem estar relacionados ao indivíduo, ou seja, intrínsecos ao indivíduo, como também podem estar relacionados ao contexto ou extrínsecos ao indivíduo (Clark et al., 1994). Os fatores relacionados ao indivíduo podem ser considerados como delimitações impostas por características neurológicas e físicas da criança, por exemplo, o crescimento corporal, a força muscular, e o desenvolvimento cerebral ocorridos ao longo do tempo (Clark et al., 1994). Os fatores relacionados ao contexto são aqueles presentes no ambiente em que os movimentos estão sendo realizados e envolvem tanto aspectos físico-ambientais quanto a exigência da tarefa a ser realizada (Bernstein, 1964; Ulrich et al., 1998). Assim, aquisição e o refinamento da habilidade ST-DP são resultantes da confluência desses fatores e das mudanças nas relações entre o indivíduo e o contexto.

Dessa maneira, identificar os fatores relacionados ao indivíduo que influenciam os movimentos que compõem a habilidade ST-DP, bem como determinar quais os fatores contextuais estão associados ao desempenho desta habilidade tão freqüentemente executada no cotidiano parecem ser cruciais para compreender como a criança típica ou possuintes de limitações intrínsecas se desenvolve e se adapta às condições enfrentadas no dia-a-dia.

De acordo com Cahill et al. (1999), a maneira pelas quais adultos e crianças executam os movimentos ST-DP são diferentes, visto que crianças exibem maiores graus de variabilidade, possuem capacidades intrínsecas diferentes e são mais susceptíveis a mudanças impostas por fatores relacionados ao contexto do que os adultos. Baseando-se nessas informações e considerando que as mais recentes revisões bibliográficas incluíram apenas indivíduos adultos e idosos (Kerr et al., 1991; Janssen et al., 2002), acredita-se que uma revisão sistemática com análise crítica sobre a literatura relacionada à investigação da habilidade ST-DP em crianças seja relevante e necessária.

Diante disso, a presente revisão tem como objetivos:

A) Discriminar as principais características relacionadas à habilidade ST-DP em crianças, baseando-se nos estudos disponíveis na literatura nos últimos 30 anos.

B) Levantar os fatores conhecidos, relacionados ao indivíduo e ao contexto, que influenciam o desempenho do movimento ST-DP, descrevendo a magnitude desta influência.

C) Expor lacunas na literatura e efetuar recomendações para futuras pesquisas a respeito da transferência ST-DP em crianças.

2. Métodos

Seleção dos artigos

Os artigos foram obtidos por meio de busca nas bases de dados eletrônicas *Medline*, *Lilacs*, *Chrocaine Library* e *Science Direct*, sendo restrita aos períodos de janeiro de 1988 a outubro de 2009. As palavras-chave utilizadas para a busca

foram a combinação dos termos: *rising, chair, sit-to-stand, standing, children, functional mobility activities*.

A pré-seleção ocorreu a partir da leitura dos títulos e dos resumos, tendo como critérios de inclusão a avaliação focada na habilidade sentado para de pé, tendo a participação de crianças de até 13 anos de idade. A leitura dos textos completos possibilitou, desta forma, a seleção final dos artigos incluídos nesta revisão.

Análise dos artigos

O presente estudo não realizou a meta-análise dos artigos, ou seja, o exame da qualidade metodológica dos estudos através da aplicação de testes de validade interna e a confiabilidade dos resultados dos artigos levantados não foram efetuados.

Para a classificação dos estudos, foram considerados os aspectos metodológicos, os fatores relacionados ao indivíduo e os fatores relacionados ao contexto. Na análise de fatores relacionados ao indivíduo foram consideradas as variáveis inerentes aos participantes dos estudos (idade cronológica; tipo de desenvolvimento típico ou atípico; comprometimento motor; características quanto à função e estrutura do corpo e nível de habilidade motora). Quanto aos fatores de manipulação de contexto foram investigadas as variáveis determinadas pela manipulação do ambiente ou da tarefa (utilização de órtese, características relacionadas à cadeira, adição de peso, utilização de apoio em membros superiores). No aspecto metodológico, foram descritos o número de participantes, desenho experimental, as técnicas de análise, as variáveis dependentes e as fases analisadas na transferência ST-DP e a presença de incentivo para a realização da atividade.

Autores	Ano	Aspectos Metodológicos					Fatores Determinantes				
		Tamanho Amostra	Desenho Experimental	Técnicas	Dependent variables	Uso de Incentivo	Fatores relacionados ao indivíduo			Fatores de manipulação de contexto	
							Desenvolvimento	Idade	Estrutura e função do corpo/ Nível de habilidade		Debilidade
Wilson et al.	1997	35	Trans	Análise de vídeo Plataforma de força	Amplitude de Movimento, Ângulos articulares Tempo de execução, Velocidade	NO	20T, 15PC	2-5 anos	NO	PC	Uso de órtese AFO rígida e articulada
Cahill et al.	1999	30	Trans	Análise de vídeo Plataforma de força	Amplitude de Movimento Tempo de execução Pico de velocidade angular Força de reação do solo vertical	NO	T	12-18 meses, 4-5, 9-10 anos	NO	NO	NO
McMillan & Schdz	2000	5	Long	Análise de vídeo Plataforma de força Análise Qualitativa	Coordenação entre os ângulos articulares Magnitude relativa da contribuição dos momentum's dos segmentos Padrões de movimentos	Sim- alcance de brinquedos associados	5T	(12 to 18 meses) 2, 4, 6 e 18 semanas após aquisição ST-DP	NO	NO	Altura do banco: 1) 90% do comprimento dos MMII 2) 60% do comprimento dos MMII
Park et al.	2003	48	Trans	Análise de vídeo Plataforma de força	Phase duration of STS (6 Crossitional points) Range of Motion Moment joint	NO	21T 27 CP (12 Hemi.15 Di)	3-5 anos	NO	PC	NO
Hennington et al.	2004	20	Trans	Análise de vídeo Plataforma de força	Range of Motion Phase duration of STS (4 Crossitional points) Amplitude de Movimento Maximum head velocity Timing of ground forces reaction	NO	10T, 10CP	4 -13 anos (T) 4 a 11 anos (PC)	GMFCS I II	PC	Altura do banco: 1) 100% do comprimento dos MMII 2) 120% do comprimento dos MMII
Garrera-bowlby & Gentile	2004	12	Trans	Análise de vídeo	Amplitude de Movimento Movimento angular segmentar Coordenação temporal Coeficiente de Variação: pico angular, deslocamento e velocidade, início e duração do movimento angular dos segmentos	NO	6 A, 6T	6-7 anos (T) 27-28 anos (A)	NO	NO	NO
Park et al.	2004	19	Trans	Análise de vídeo Plataforma de força	Amplitude de Movimento Duração das fases of ST-DP (4 pontos de transição) Momento articular	NO	19 CP	2-6 anos	NO	PC	Uso de órtese articulada
Park et al.	2006	32	Caso-controle	Análise de vídeo Plataforma de força	Amplitude de Movimento Tempo de execução Momento articular	NO	32 CP	2-6 anos	Escala de Aschworth Modificada GMFCS	PC	NO
Ruddiford-Harlan et al.	2006	86	Trans	Análise de vídeo	Amplitude de Movimento Duração das fases of ST-DP (4 pontos de transição) Momento articular	NO	43 T, 43O	8-9 anos	NO	Obesidade	NO
Seven et al.	2008	15	Trans	Análise de vídeo Plataforma de força	Duração das fases of ST-DP (4 pontos de transição) Amplitude de Movimento Momento articular	NO	15T	9-10 anos	NO	NO	Peso adicional: 1) 10% do peso corporal 2) 20% do peso corporal
Slaboda et al.	2009	18	Trans	Análise de vídeo	Duração das fases of ST-DP (3 pontos de transição) Deslocamento do centro de massa da cabeça e tronco Velocidade angular (cabeça e tronco)	NO	10A , 8T	8-12 anos (T) 21-49 anos (A)	NO	NO	Manipulação sensorial- animação virtual: 1) Sala escura 2) Rotação do campo visual (Superior, inferior, longitudinal, transverso) 3) Condição - atraso no tempo

Legenda: Trans: Transversal; Long: Longitudinal; NO: não; A: adultos; T: típico; PC: Paralisia Cerebral.

3. A Influência dos Fatores relacionados ao Indivíduo e dos Fatores de Manipulação de Contexto na Habilidade Sentado para de Pé

O resultado inicial da pesquisa pelas palavras-chave incluiu 109 artigos advindos das bases *Medline* (72), *Science Direct* (24), *Lilacs* (10) e *Chrocaine Library* (3). Após a leitura dos títulos e resumos, 98 artigos foram excluídos. A exclusão se deu quando a metodologia não era direcionada à análise quantitativa ou qualitativa da transferência ST-DP (n= 43) e a análise não era focada na habilidade ST-DP (n=55).

Em mãos dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 11 estudos para a análise. A tabela 1 apresenta os dados referentes ao autor e ano de publicação dos artigos, aos aspectos metodológicos utilizados para análise da transferência ST-DP, aos fatores relacionados ao indivíduo e aos fatores de manipulação de contexto.

A capacidade de transferir-se da postura sentada para de pé é uma importante habilidade adquirida no primeiro ano de vida de crianças saudáveis (McMillan et al., 2000), sendo necessária para a execução de atividades da rotina diária infantil. No entanto, a investigação quanto ao desempenho da atividade ST-DP em crianças tem sido raramente efetuada na literatura, visto que a presente revisão sistemática permitiu levantar apenas 11 artigos pertinentes em um período de 31 anos. Isto se deve, provavelmente, ao fato de que o objetivo inicial dos pesquisadores tenha sido caracterizar os padrões de movimento nas populações adulta e idosa saudáveis ou possuintes de debilidades neuromotoras, para posteriormente avaliar tal habilidade em crianças. Outro motivo pode ser devido à dificuldade em se realizar os experimentos com crianças, principalmente

pela necessidade de uma instrumentação mais sensível, que somente pôde ser acessada nos últimos anos, a qual exige dos participantes menor número de tentativas para validar o experimento (Park et al., 2003).

Além disso, a maioria dos estudos excluídos não focou na análise da habilidade ST-DP, demonstrando que essa atividade seja freqüentemente utilizada na prática clínica, sendo aplicadas em testes padronizados (Blundell et al., 2003; Katz-Laurer, Rotem & Keren, 2009). No entanto, há um escasso número de estudos que realmente objetivaram investigar as características e os fatores que influenciam o desempenho da habilidade ST-DP em crianças.

Dentre os 11 artigos incluídos nesta revisão, 10 foram publicados na última década. Dentre esses, 5 artigos se focaram em investigar a habilidade ST-DP em crianças com paralisia cerebral e 3 se atentaram a analisar crianças típicas.

Aspectos Metodológicos

A partir da investigação dos estudos foi possível identificar que o tamanho de cada uma das amostras variou de 5 a 86 participantes. Acredita-se que a grande variação existente no tamanho da amostra deve-se ao *design* do estudo, visto que o estudo com a menor amostra foi um único estudo de *design* longitudinal de McMillan & Scholz (2000). De acordo com Domholdt (2000), estudos longitudinais possuem limitações características pela dificuldade em manter o número de participantes na pesquisa e, por conseguinte em obter uma amostra representativa da população, principalmente quando se investiga indivíduos com debilidades motoras e crianças.

Dentre os 11 estudos incluídos na revisão, 9 empregaram o desenho transversal para descrever a transferência ST-DP em crianças (Wilson et al., 1997; Cahill et al., 1999; Park et al., 2003; Garrera-Bowlbly & Gentile, 2004; Hennington

et al., 2004; Park et al., 2004; Riddiford-Harland et al., 2006; Seven et al., 2008; Slaboda et al., 2009;). A relevância dos estudos transversais que objetivam delimitar o desempenho infantil em um determinado período, ou até mesmo, pela comparação de grupos de indivíduos de diferentes idades é indiscutível, porém é importante reconhecer que tais estudos não podem informar sobre os fatores que influenciam e geram as mudanças comportamentais ao longo do tempo. Segundo Thelen & Smith (1998), a compreensão da trajetória do desenvolvimento de uma habilidade requer a realização de estudos longitudinais, ou seja, estudos que investiguem como os padrões de movimentos se estabelecem ao longo do tempo e quais mudanças fundamentais modulam a dinâmica do desempenho motor.

Entender a dinâmica de atividades funcionais como o ST-DP desde a aquisição até o refinamento é fundamental, visto que identificar os períodos em que as habilidades passam por fases em que os padrões de movimentos estão estáveis, com menor variabilidade ou ainda, pelas fases em que padrões de movimentos estão sendo adquiridos, ou seja, mais instáveis e com maiores possibilidades de ação é de crucial importância para entender o desenvolvimento infantil (Thelen & Smith, 1998). Além disso, a atividade ST-DP é bastante utilizada na prática de reabilitação e desta forma, verificar em quais momentos essa habilidade está mais estável ou mais flexível às mudanças podem subsidiar terapêuticas clínicas importantes (Thelen, 1995). Desta maneira, diante da importância e escassez de estudos que expliquem as mudanças no desenvolvimento da habilidade ST-DP, considera-se importante que mais estudos longitudinais avaliem a dinâmica do movimento desde a aquisição até o refinamento.

As técnicas de análise da transferência ST-DP como a eletromiografia, goniometria e sistemas optoeletrônicos não foram utilizados em nenhum dos estudos. Enquanto que as técnicas mais empregadas para avaliação do movimento foram as análises de vídeo (Garrera-Bowlbly & Gentile, 2004; Riddiford-Harlan; Slaboda et al., 2009) e a integração da análise de vídeo com a análise de dinamometria, utilizando-se da plataforma de força (Wilson et al., 1997; Cahill et al., 2000; McMillan & Scholz, 2000; Park et al., 2003; Hennington et al., 2004; Park et al., 2004; Seven et al., 2008). Segundo Vannozzi et al. (2004), a análise quantitativa integrada (cinemática e cinética) proporciona informações substanciais sobre as exigências biomecânicas da tarefa estudada, possibilitando descrever o desempenho do indivíduo e discriminar suas estratégias motoras, e assim ser utilizado como parâmetro para a intervenção terapêutica.

Os estudos de McMillan & Scholz (2000) e Garrera-Bowlbly e Gentile (2004) foram os únicos que empregaram análise qualitativa, classificando as estratégias de coordenação que a criança utiliza para se levantar do assento. As estratégias foram determinadas quanto à ausência (*forward-up*) e presença de flexão e rotação de tronco (*diagonal-up*). A análise qualitativa tem sido um importante instrumento de avaliação em diversos tipos de habilidades como marcha (Ulrich et al., 2004), alcance manual (Corbetta et al., 2000) e chutes (Thelen et al., 1987) sendo capaz de identificar importantes comportamentos e estratégias individuais de participantes que não podem ser obtidos pela análise exclusivamente quantitativa. Dessa forma, verifica-se a importância de se avaliar a transferência ST-DP não somente com a análise quantitativa e sim, com escalas e outras análises qualitativas capazes de refletir o desempenho funcional mais próximo do cotidiano infantil.

As variáveis dependentes analisadas foram bastante variadas, relacionadas ao tipo de técnica utilizada para quantificar o desempenho ou ainda caracterizar os padrões de coordenação dos movimentos na transferência ST-DP. Em relação a esse aspecto, não é possível inferir quais as melhores variáveis, e sim como essas variáveis foram apropriadas de acordo com o objetivo do estudo. A exemplo disso, as variáveis tempo de movimento e duração das fases do ST-DP foram consideradas as mais adequadas para avaliar desempenho (Wilson et al., 1997; Park et al., 2003; Hennington et al., 2004; Riddiford-Harland et al., 2006), a interação entre as análises cinemáticas e cinéticas foi relevante para inferir o controle das forças internas e externas na transferência ST-DP (Cahill et al., 1999; Hennington et al., 2004), a proporcionalidade relativa entre as fases de movimento (Park et Al., 2003; Hennington et Al., 2004; Seven et Al., 2008), a correlação entre os ângulos articulares e as interações relativas entre velocidade angular e deslocamento angular (McMillan & Scholz, 2000; Garrera-Bowlbly & Gentile, 2004) foram variáveis utilizadas para avaliar atividades coordenativas dos movimentos durante a transferência ST-DP; bem como discutir sobre a variabilidade intra e inter-sujeitos.

Diferentemente Slaboda et al. (2009) exploraram as análises de integral e derivadas das trajetórias do centro de massa da cabeça e tronco com o objetivo de inferir sobre os processos de ajustes posturais e de equilíbrio. Tais autores, ainda, enfatizam que a análise de tronco deve ser incluída em todos os estudos sobre a transferência ST-DP, visto que é nesse segmento corporal que se visualiza o principal eixo de movimento durante toda a transferência.

Além disso, há dificuldade de comparação das variáveis entre os estudos devido a algumas discordâncias referentes à padronização do movimento quanto

ao número de fases e instantes de início e final do movimento. A divisão de fases da habilidade ST-DP mais simples foi utilizada por Riddiford-Harland et al. (2006), os quais definiram 3 fases: a fase de preparação (início do movimento tronco à máxima extensão); a fase de transição (do ponto de máxima extensão de tronco até a retirada das nádegas do assento) e a fase de extensão (da retirada das nádegas do assento até a postura em pé estável). Slaboda et al. (2009) também descreveram 3 fases, mas incluindo pontos de transição diferentes. A primeira fase foi identificada como o tempo entre dois momentos: 1. o momento em que o ângulo de flexão de tronco modifica-se além de dois desvios padrões em relação ao ângulo encontrado na posição sentada, 2. O momento em que a velocidade da trajetória do centro de massa do segmento do tronco atinge o pico na coordenada y. A segunda fase é a fase *liftoff-upright*, na qual é identificada pelo tempo após o levantar da cadeira até o momento que a velocidade do centro de massa do tronco atinge o pico na coordenada z. Finalmente a terceira fase é o tempo entre o atingir da postura em pé até o momento em que a velocidade do centro de massa do tronco atinge o pico.

A divisão de fase da transferência ST-DP mais detalhada foi utilizada na maioria dos estudos, e foi uma adaptação do protocolo adulto descrito por Schenkman et al. (1990) e constitui de 4 fases. Fase 1, iniciada pelo flexão anterior de tronco e quadril, resultando em um deslocamento anterior do centro de gravidade do corpo, e finalizada antes do indivíduo perder o contato com o assento; fase 2, inicia-se com a perda de contato das nádegas com o assento até a máxima dorsiflexão do tornozelo, mantendo o centro de gravidade dentro da base de suporte; fase 3, inicia-se logo após a máxima dorsiflexão do tornozelo e termina com a maior extensão de quadril e tronco e a fase 4, que se inicia com a máxima

extensão de quadril e tronco e cessa com a bipedestação. Como a bipedestação envolve discretas oscilações do corpo, a delimitação da última fase torna-se difícil de ser delineada (Vander Linden et al., 1994); assim, somente as 3 primeiras fases da transferência ST-DP foram consideradas na maioria dos estudos investigados (Hunnington et al., 2004; Seven et al., 2008). Nos estudos de Park et al. (2003) e Park et al. (2004) a fase 2 de Schenkman et al. (1990) foi decomposta em 2 outras fases, considerando o ponto de transição referente a máxima flexão do quadril que acontece entre a perda de contato das nádegas com o assento e a máxima dorsiflexão do tornozelo. O ST-DP é uma transferência acíclica e relativamente rápida, e por isso a marcação dos pontos de transições e a delimitação de fases exigem a utilização de instrumentos adequados, ou seja, quanto maior a divisão de fases, maiores informações se obtêm sobre a coordenação do movimento, porém mais acurado e oneroso financeiramente deve ser o instrumento.

Quanto à presença de incentivo, observa-se que apenas 1 estudo associou o alcance de brinquedos com a transferência ST-DP (Mcmillan & Scholz, 2000). De acordo com Howle (2000), os movimentos a serem estudados não devem ser isolados de seu contexto funcional, e ainda, a possibilidade de movimentos espontâneos é necessária para completar a tarefa de maneira eficiente. Além disso, pesquisas sobre métodos de reabilitação verificaram que o contexto pode ser um importante fator no aprimoramento do desempenho motor em indivíduos com distúrbios motores (Ricken et al., 2005). Nesse sentido, evidencia-se a importância de se contextualizar a atividade a ser testada, principalmente em estudos referentes a crianças, que necessitam estar motivadas para ajustar sua dinâmica e atingir o objetivo da tarefa.

Fatores relacionados ao indivíduo

A influência da idade é frequentemente estudada em estudos comparativos e estudos experimentais (Cahill et al., 1999; Garrera-Bowlbly & Gentile, 2004; McMillan & Scholz, 2000). A idade cronológica possui crucial importância, não somente no aspecto neuromaturacional, mas também quando considerado como um fator fácil e controlável no qual se pode inferir a inter-relação das capacidades intrínsecas do indivíduo e o contexto (Thelen, 1995). Entretanto de acordo com Van der Kamp e Savelsbergh (2000), resultados advindos de estudos de comparação exclusivamente baseados na idade cronológica devem ser tratados com cautela, visto que a variabilidade entre indivíduos existente proporciona incertezas ao se estabelecer a idade de início de um comportamento particular. Dessa maneira, alguns autores consideraram outros fatores relacionados ao indivíduo, incluindo o nível de habilidade (Hennington et al., 2004), bem como características que demonstram a função de estrutura do corpo e a presença de algum tipo de debilidade motora como a paralisia cerebral.

Dentre os estudos analisados, 5 selecionaram participantes com paralisia cerebral; enquanto que 1 estudo objetivou investigar a influência da obesidade infantil no desempenho motor da habilidade ST-DP. No entanto, não foram encontrados estudos que investigassem a transferência ST-DP em crianças com outros comprometimentos neuromotores.

Baseando-se nos estudos analisados, tanto crianças com paralisia cerebral quanto crianças obesas possuem suas dificuldades e apresentam movimentos compensatórios na realização da transferência ST-DP. As crianças com paralisia cerebral realizam o ST-DP mais lentamente do que crianças típicas (Wilson et al., 1997; Park et al., 2003; Hennington et al., 2004). Para a completude da tarefa,

crianças com paralisia cerebral possuem estratégias motoras compensatórias como descoordenação entre a extensão de joelho e dorsiflexão de tornozelo, aumento de flexão de tronco e rotação interna de quadril, redução da extensão corporal ao final da transferência; proporcionando diminuída velocidade angular e lentidão nos movimentos do ST-DP (Wilson et al., 1997; Park et al., 2003; Hennington et al., 2004). De acordo com Park et al. (2006), um fator intrínseco que pode ajudar a explicar os processos sobre tais estratégias compensatórias adotadas por crianças com paralisia cerebral é a espasticidade, visto que à medida que o grau de espasticidade aumenta, há uma redução da velocidade da transferência e aumento dos picos angulares de tronco e tornozelo durante a execução da transferência ST-DP (Park et al, 2006).

Crianças obesas, igualmente, realizam a habilidade ST-DP mais lentamente do que crianças típicas (Riddiford-Harland et al., 2006) e apresentam maiores graus de extensão de tronco na fase de preparação; com intuito de gerar suficiente momentum angular de tronco, o qual é essencial para as fases de transição e extensão da habilidade ST-DP.

Em todos os estudos incluídos na análise, as informações quanto às características individuais foi insuficiente, principalmente em crianças com debilidades motoras. Em apenas 2 estudos o nível de desempenho nas atividades de mobilidade funcional foi considerada (Hennington et al., 2004; Park et al., 2006). Diante disso, sugere-se que em próximos estudos a habilidade ST-DP seja associada a informações sobre o nível de desempenho infantil em atividades de vida diária; e possivelmente relacionadas a outras características intrínsecas como o nível de severidade da doença, espasticidade no caso de crianças com paralisia cerebral e nível de força muscular. A integração dessas informações é essencial

para se estabelecer uma comunicação entre pesquisadores e profissionais de saúde, possibilitando a comparação entre crianças com diferentes idades e níveis de severidade, mas com características similares de capacidade motora e debilidades.

Segundo o modelo de Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), publicada pela Organização Mundial de Saúde, uma avaliação adequada não se foca na doença, nos danos ou sintomas em si, e sim nas capacidades e incapacidades que aquela criança apresenta e como tais características influenciam a sua funcionalidade e participação social (WHO, 2001). Assim, coletar o máximo de informações possível sobre a estrutura e função do corpo, e interligar esses dados com o nível de desempenho motor na rotina diária são fundamentais para se obter um programa de reabilitação eficiente.

Fatores de manipulação de contexto

A manipulação de contexto foi considerada como a execução de experimentos que avaliem a magnitude da influência de fatores físico-ambientais ou fatores relacionados à demanda de execução de uma tarefa no desempenho desta, no caso a transferência ST-DP. Dentre os 5 estudos que manipularam o contexto, 3 foram direcionados à criança com paralisia cerebral, os quais investigaram a utilização de órtese articulada (Park et al., 2004), rígida e articulada (Wilson et al., 1997), e altura do banco (Hennington et al., 2004). Os estudos que foram direcionados à criança típica verificaram a influência do peso adicional nas costas (Seven et al., 2008) e altura do banco (Mcmillan & Scholz, 2000). Os estudos constataram que órteses rígidas parecem não ser tão eficientes quanto órteses articuladas (Wilson et al., 1997). Quando crianças com paralisia cerebral utilizaram

órteses articuladas durante a transferência ST-DP, o tempo e a demanda biomecânica diminuíram significativamente, embora padrões compensatórios referentes ao quadril não se modificaram (Park et al., 2004). Quanto à manipulação da altura de bancos, foi evidenciado que bancos mais baixos requerem maior demanda biomecânica do que bancos mais altos, mas o tempo de execução da transferência ST-DP não foi modificado (McMillan & Scholz, 2000; Hennington et al., 2004). Outro fator que afeta substancialmente a biomecânica da atividade ST-DP em crianças típicas é a presença de peso adicional nas costas (Seven et al., 2008). Nesse sentido, foi verificado que mesmo na condição mais leve de peso adicional (10% da massa corporal) nas costas houve a necessidade da criança em modificar amplitudes articulares, magnitude de parâmetros cinemáticos e aumentar momentos articulares; enquanto o tempo do ST-DP também não foi modificado (Seven et al., 2008). Infere-se assim, que tanto as crianças com paralisia cerebral como as típicas são capazes de modificar suas estratégias de movimento, organizando e selecionando os padrões motores mais adequados às demandas da tarefa e às condições intrínsecas.

Quanto às características relacionadas à cadeira ou banco, não foram encontrados estudos que investigassem a relação biomecânica entre o desempenho da transferência ST-DP e a presença de apoio nos braços, encosto de cadeira ou inclinação de banco. Não houve, também, estudos que avaliassem a inter-relação desses fatores e seus efeitos no desempenho da atividade ST-DP em crianças. No entanto investigar a relação entre esses fatores é de fundamental relevância, visto que tais condições aproximam a criança daquelas encontradas na rotina diária e podem nos ajudar a compreender quais características de banco e cadeiras podem facilitar ou dificultar a realização da transferência ST-DP.

Além das restrições mecânicas, Slaboda et al. (2009) investigaram a influência da manipulação da informação sensorial como a presença e ausência campos visuais de animação virtual. Os autores constataram que as características cinemáticas da transferência ST-DP são influenciadas pelo movimento do campo visual. Nas condições em que o tempo e a direção do fluxo óptico se modificam, as crianças apresentam restrição de movimentos da cabeça e tronco. Assim, é importante enfatizar como a habilidade ST-DP tem sido largamente aplicada como atividade em programas de intervenção clínica. Nesse sentido, entender como os fatores influenciam o desempenho desta atividade possibilitaria que clínicos e profissionais da área de desenvolvimento motor seguramente selecione características relacionadas à cadeira e até mesmo tipos de animação virtual mais adequados ao tratamento.

4. Conclusão

A presente revisão abordou importantes aspectos e lacunas na literatura acerca da metodologia empregada, dos fatores relacionados ao indivíduo e ao contexto na habilidade ST-DP. Em suma, é importante enfatizar que a habilidade ST-DP tem sido relativamente estudada em crianças com paralisia cerebral, no entanto raros são os estudos que se atentaram a outras debilidades. No mesmo sentido, fatores relacionados ao contexto como características relacionadas à cadeira foram raramente exploradas nos estudos investigados tanto na população infantil típica como atípica. Além disso, para que parâmetros de movimentos e variáveis na análise da habilidade ST-DP sejam padronizados, é igualmente importante que futuros estudos investiguem sobre o desenvolvimento típico da habilidade ST-DP sem a manipulação do contexto.

ESTUDO 2



Características Cinemáticas na Aquisição da Habilidade Sentado para de Pé

Manuscrito a ser submetido à *Journal of Motor Behavior and Development*.

1. Introdução

O desenvolvimento motor infantil é caracterizado por aquisições e refinamentos de diversas habilidades motoras (Bly, 1994). Dentre as habilidades mais freqüentemente realizadas na rotina diária infantil inclui-se a habilidade sentado para de pé (ST-DP) (Barrallon et al., 2005; Dall & Kerr, 2010).

De acordo com Park et al. (2003), a aquisição da habilidade ST-DP tem sido considerada como um pré-requisito para marcha, sendo fundamental por maximizar as possibilidades de ação do indivíduo no meio. Além disso, ST-DP é uma habilidade que exige grande capacidade de equilíbrio dinâmico e estático, visto que esta requer a projeção do centro de gravidade de uma base de suporte relativamente grande para uma bem menor, necessitando eficiente controle neuromuscular e coordenação entre os movimentos articulares (Schenkman et al., 1999; Hennington et al., 2004). Limitações nas capacidades de execução desse movimento estão altamente relacionadas à maior dependência nas atividades da vida diária, maior recorrência de quedas e menores índices de qualidade de vida (Janssen et al., 2002).

Devido à complexidade de sua realização e importância para a mobilidade funcional, estudiosos tem se focado em estudar a habilidade ST-DP em diversas populações, incluindo idosos (Millington et al., 1992; Papa & Cappozzo, 2000; Lord, Murray, Chapman, 2002; Yamada & Demura, 2004; Ganea et al., 2007) e adultos (Kerr et al., 1997; Schenkman et al., 1999; Mazza et al., 2005; Camargos et al., 2006; Yoshioka et al., 2009). No entanto, raros são os estudos encontrados na literatura que se dedicaram a investigar a habilidade ST-DP em população de crianças típicas (Cahill et al., 1999; McMillan & Scholz, 2000) e crianças com

comprometimento neuromotor (Park, et al, 2003; 2004; 2005; Hennington et al., 2004).

Dentre os estudos com crianças típicas, Cahill et al. (1999) analisaram a habilidade ST-DP em crianças de várias idades (12-18 meses, 4-5 anos e 9-10 anos) e verificaram que o movimento do grupo mais velho aproximava-se do padrão adulto, ou seja, em menor tempo de execução, com maior flexão de tronco e trajetórias com menos flutuações, representando um movimento mais refinado. Tais resultados são importantes para esboçar conhecimentos sobre o desenvolvimento da transferência ST-DP, no entanto, por apresentar grupos de crianças com um grande intervalo de idade, não houve um enfoque em detalhar o processo de aquisição e refinamento da habilidade ST-DP.

Por outro lado, McMillan e Scholz (2000) obtiveram resultados de um estudo longitudinal do desenvolvimento da habilidade ST-DP de 5 crianças saudáveis. Para isso realizaram investigações, a cada 2 semanas, durante 18 semanas pós-aquisição do ST-DP; observando que a aquisição do ST-DP independente (sem apoio) acontecia aproximadamente aos 12 meses de idade. No entanto, os autores destacaram somente a relação da coordenação temporal entre os segmentos do corpo, não analisando outras variáveis cinemáticas que seriam importantes para a compreensão das características da habilidade ST-DP em seu processo de aquisição.

Além disso, os estudos acima se focaram apenas na habilidade ST-DP independente, não considerando outras características que podem determinar os níveis de desempenho como a necessidade em se utilizar o apoio das mãos ou ainda a adoção de diferentes estratégias de movimentos dos membros inferiores durante a execução da tarefa.

De acordo com Thelen (1995), a criança, durante o processo de aquisição de uma determinada habilidade, tende a explorar um largo espectro de possibilidades de movimentos. De fato, analisar e classificar as variadas estratégias de ação que as crianças apresentam durante esse período podem nos auxiliar na compreensão do processo que se autua a exploração e a seleção de movimentos e quais desses estejam relacionadas ao melhor desempenho na tarefa. Assim, o objetivo do presente estudo foi caracterizar, a partir da análise cinemática, a transferência ST-DP de crianças durante o período de aquisição, ou seja, aos 12 meses de idade, considerando ainda a necessidade ou não da utilização do apoio aos membros superiores, bem como nas diferentes estratégias de posicionamento de pés durante a tarefa.

2. Método

2.1. Participantes

Os responsáveis por 60 crianças foram convidados a participar do estudo. Destes, 33 se recusaram a participar, 10 desistiram previamente a avaliação 4 crianças foram excluídas por não adequação dos critérios de inclusão; e 1 chorou durante o experimento. Sendo assim, 12 crianças participaram do estudo, sendo 5 meninos e 7 meninas. Todas as crianças nasceram a termo ($39,0 \pm 1,4$ semanas), com peso ao nascer superior a 2.500 g ($3,38 \pm 0,25$ g) e com *Apgar* variando entre 8 e 10 no primeiro ($8,83 \pm 0,84$) e quinto minuto ($9,9 \pm 0,28$). Os dados antropométricos das crianças ao nascimento e na data da avaliação encontram-se no Apêndice A e B. Além disso, todas as crianças estavam acima do percentil 50, ou seja, dentro da normalidade na curva peso/ altura de acordo com a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2001).

Não foram incluídos no estudo crianças que tenham nascido com idade gestacional inferior a 37 semanas, com baixo peso ao nascimento (abaixo de 2500g), com pontuação de *Apgar* inferior a sete no primeiro e quinto minuto de vida, que apresentaram algum tipo de patologia.

Duas crianças apresentaram choro ou irritação durante a avaliação, essa foi desconsiderada e nova avaliação foi agendada, respeitando o período de sete dias antes ou após a data de aniversário da criança. No entanto, uma criança apresentou recorrência de choro em duas avaliações consecutivas e foi excluída do estudo.

O estudo está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, sendo este aprovado pelo Comitê de Ética da UFSCar (Parecer nº 307/2008) (Anexo A). Todos os responsáveis assinaram previamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice C).

2.2 Materiais

Antes das avaliações, os responsáveis eram entrevistados utilizando-se o “Protocolo para Coleta de Dados das Mães e Crianças” (Apêndice B), a fim de coletar informações sobre a gestação, e o desenvolvimento pós-natal da criança, as quais direcionavam os critérios de inclusão e não inclusão do estudo.

Foram utilizados marcadores confeccionados com pérolas (10 mm de diâmetro) revestidas por papel reflexivo (Transfer Prata 3M) acoplados a um retângulo de tecido preto, tipo napa sintética (2,0 x 5,0 cm). Esses marcadores foram fixados em pontos anatômicos pré-determinados (espinha ílaca ântero-superior direita e esquerda, trocânter maior direito do fêmur, linha articular do joelho direito, maléolo lateral direito, quinto metatarso direito, calcâneo direito,

sacro, manúbrio esternal, acrômio direito e esquerdo e à frente do meato acústico externo direito) para a definição dos segmentos avaliados de acordo com o protocolo Helen-Hayes adaptado por Wilson et al., 1997 (Figura 1).

Um banco foi projetado para esse estudo e possui altura regulável, a fim de que a articulação do quadril, joelho e tornozelo da criança ficasse a 90° (Park et al., 2003; 2004). Caso a criança não realizasse a habilidade ST-DP de maneira independente era oferecido um apoio aos membros superiores de altura regulável, para que esse fosse posicionado entre a cicatriz umbilical e o processo xifóide da criança a uma distância correspondente aos membros superiores da criança (Wilson et al., 1997).

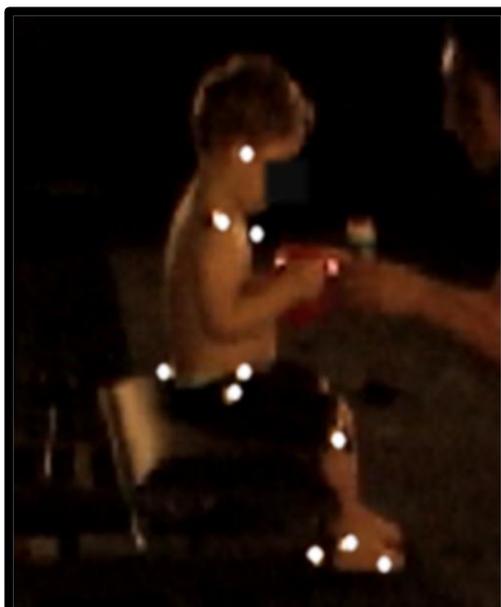


Figura 1: Criança posicionada na cadeira à 90° de flexão de tornozelo, quadril e joelho, representado a marcação das estruturas ósseas.

Os movimentos da atividade ST-DP foram registrados por quatro câmeras digitais (Panasonic modelo AG-DVC), com frequência de aquisição de 60 HZ e devidamente sincronizadas por meio de *flash* e calibradas por meio de fios de prumo com coordenadas conhecidas. As câmeras foram acopladas a tripés sendo

duas posicionadas póstero-lateralmente à cadeira infantil, estando uma à direita e a outra a esquerda e as outras duas localizadas anterior e diagonalmente à cadeira, sendo uma à direita e a outra à esquerda. Quatro iluminadores com lâmpadas de 500W foram empregados ao lado de cada uma das câmeras para a obtenção de iluminação adequada (Figura 2).

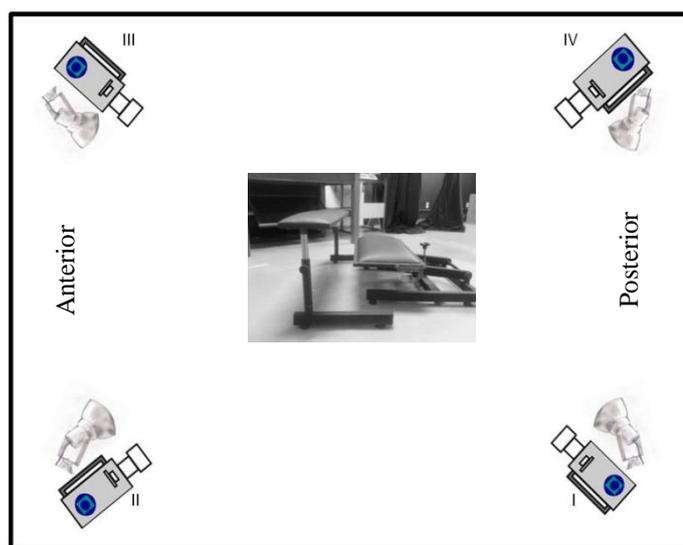


Figura 2: Desenho esquemático do posicionamento das câmeras, iluminadores e cadeira.

Para a captura das imagens foi utilizado o *Software CyberLink Power Director 6.0*. O *software Kwon3D® Trial License* (Young-Hoo Kwon, 1988) foi utilizado para o processamento das imagens. Esse processamento envolveu 1. Digitalização das imagens; 2. Reconstrução tridimensional dos movimentos do ST-DP; 3. Filtragem dos dados, por meio do filtro *Butterworth* de segunda ordem passa-baixa, com frequência de corte de 6HZ (McMillan & Scholz, 2000); 4. Cálculo das variáveis cinemáticas utilizadas. O programa *Origin 8.0* foi utilizado para interpolar as tentativas, plotar gráficos, bem como para a identificação de valores mínimos e máximos de cada um dos ângulos. A análise estatística utilizou o pacote estatístico *SPSS 16.0*.

2.3 Procedimentos

2.3.1.1 Calibração do Sistema

A calibração do sistema foi realizada com objetivo de fornecer um referencial que permite ao *software* localizar os pontos no espaço onde foi posicionado o banco. O volume de calibração (150x75x140cm) utilizado consiste de sete fios de prumo com o total de 42 marcadores esféricos do tipo “pérola”, revestido por papel reflexivo (Transfer Prata) de 0,5 cm de diâmetro (Figura 3). Após a conferência da posição e altura de cada câmera, foi realizada a calibração do sistema:

a) a câmera foi programada para controle manual para que pudesse ajustar o foco e a velocidade de abertura do obturador das câmeras de acordo com a iluminação utilizada e precisão desejada;

b) estando o calibrador posicionado em torno da posição do banco, as imagens das quatro filmadoras foram devidamente enquadradas de maneira que os fios de prumo fossem visualizados e o foco fosse ajustado;

c) estando os parâmetros ajustados, os fios de prumo foram filmados pelo período de três segundos. Em seguida os fios foram recolhidos e devidamente posicionados. As câmeras permaneceram ligadas até a finalização dos testes, a fim de que os ajustes feitos não se alterassem, garantindo fidedignidade das medidas aferidas.

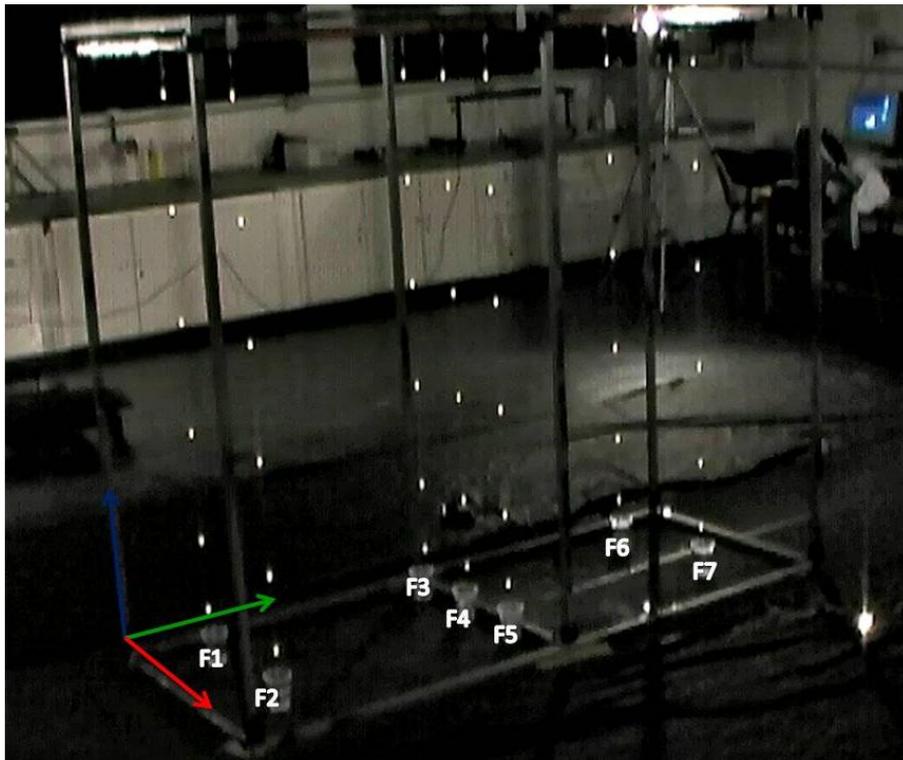


Figura 3: Volume de calibração utilizado pelo sistema de análise de imagem. Direção das coordenadas x (verde), y (vermelho) e z (azul).

Previamente ao início das coletas de dados, foi realizado o cálculo da acurácia dos resultados, sob o método de transformação linear direta (DLT-16 *Direct Linear Transformation*), sendo obtido um erro de 3,8mm entre as medidas reais e reconstruídas pela imagem.

2.3.1.2 *Teste ST-DP*

As crianças foram despidas pela mãe e permaneceram vestidas apenas por um short pequeno de lycra. Essas foram pesadas e registradas as medidas de estatura, distância entre as espinhas ilíacas anteriores e comprimento de ambos os membros inferiores (distância entre maléolo medial e espinha ilíaca anterior)

para a definição de parâmetros inercias no modelo antropométrico selecionado. O modelo antropométrico foi construído a partir dos dados referenciados na literatura para crianças de 12 a 36 meses de idade (Zernick, 1992; Van Dam, et al., 2009).

Foram afixados os marcadores nas crianças, e estas foram posicionadas sentadas no banco infantil. Antes do início das coletas, as crianças foram estimuladas duas vezes a realizarem o ST-DP com a finalidade de se adaptarem com os testes. Posteriormente, os pés eram ajustados pelo examinador em posição simétrica para diminuir a variabilidade de posição inicial entre as crianças. Assim, brinquedos atrativos foram oferecidos a uma distância correspondente ao comprimento do membro superior da criança, na linha média do corpo e na altura dos ombros referente à postura em pé da criança (McMillan & Scholz, 2000).

As crianças que não realizaram a atividade ST-DP independente com a examinadora, os pais foram chamados para motivar as crianças a levantar. Às crianças que ainda não responderam à motivação dos pais, foi oferecido um apoio para membros superiores à altura aproximada entre o processo xifóide e a prega umbilical da criança e à distância do braço da criança. Posteriormente, os registros duraram entre 10 e 15 minutos, desde que as crianças estivessem atentos à tarefa sem choro ou irritação.

2.3.1.2.1 Descrição das variáveis dependentes do ST-DP

O início da transferência sentado para de pé foi identificado a partir da análise cinemática, sendo considerado como o primeiro deslocamento anterior (eixo y) ininterrupto do ponto manúbrio esternal. Para o final do movimento o

valor máximo da trajetória do ponto referente ao manúbrio esternal na coordenada Z.

Ressalta-se que para o final do movimento, o ponto referente ao acrômio é mais bem utilizado na literatura que o manúbrio esternal (Seven et al., 2008). No entanto, o presente estudo possui um diferencial dos demais, visto que a transferência ST-DP está associada ao alcance manual, impossibilitando assim, a utilização do marcador acrômio, o qual continua com o movimento de alcance como observado nas imagens. Os eventos de início e final são ilustrados a seguir na Figura 4.

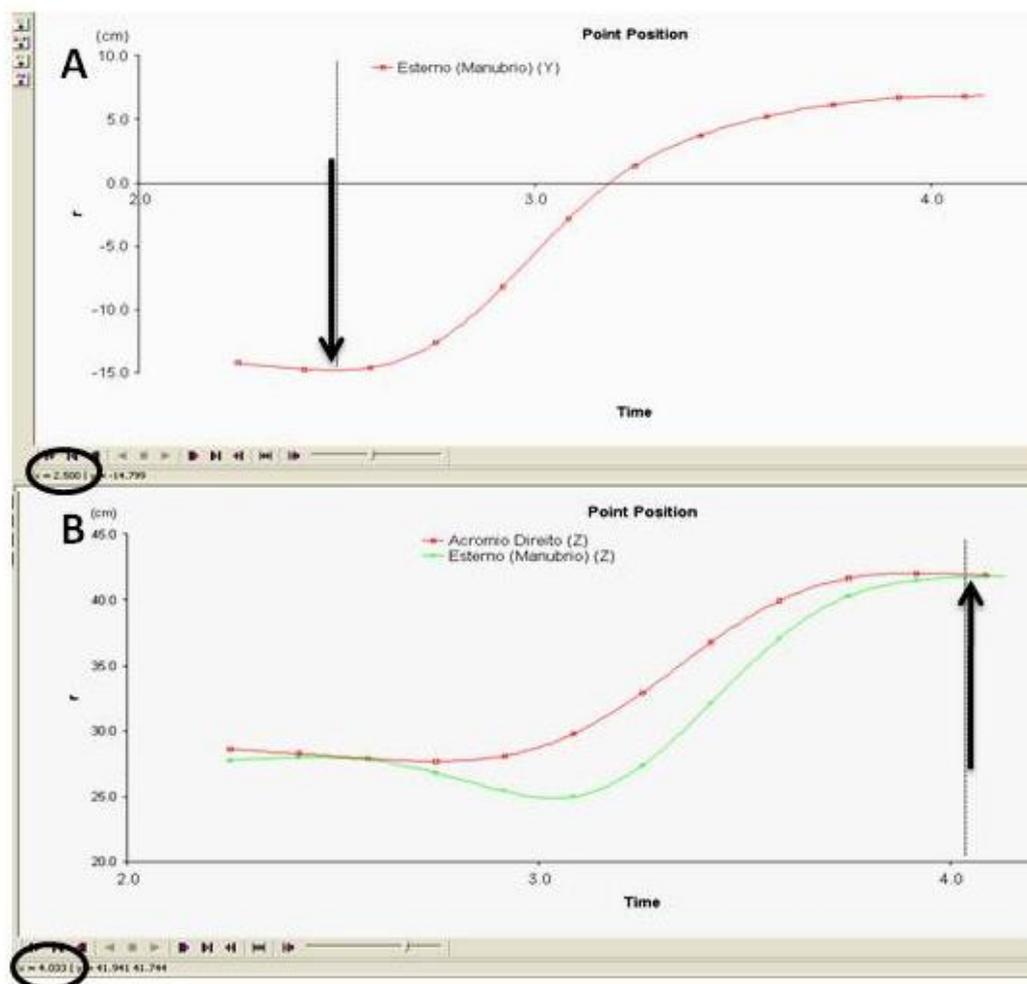


Figura 4: Exemplo de determinação dos eventos de início (A) e final (B) da transferência ST-DP.

Variáveis Discretas Descritivas

a) *Apoio dos membros superiores*: Dentre as tentativas apresentadas se tem ainda, a classificação quanto à utilização do apoio para os membros superiores e a não utilização do apoio, ou seja, a execução da habilidade de maneira independente (Wilson et al., 1997).

b) *Simetria de Pés*: Embora os pés das crianças fossem posicionados pelo examinador em posição simétrica antes da apresentação do estímulo, observou-se

que essas modificavam o posicionamento imediatamente antes do início ou durante a execução da transferência ST-DP. Para isto classificou-se a posição dos pés em *Simétricos* - quando ambos se mantiveram na mesma linha no plano sagital ao longo da execução da tarefa- e *Assimétricos* – quando um dos tornozelos atingiu a posição à frente do outro no plano sagital em algum momento da trajetória (Shepherd et al., 1996; Kawagoe et al., 2000).

Variáveis Contínuas

a) *Tempo de execução* – É o tempo entre o instante inicial e o instante final do movimento em segundos (Park et al., 2003; 2004; Hennintong et al., 2004).

b) *Ângulos articulares* – Descritos pela variação angular das articulações do joelho, tornozelo e tronco nos seus respectivos eixos determinada pela aproximação ou distanciamento dos segmentos consecutivos entre si (Danis et al., 1998). Foram apresentados os valores iniciais, finais e máximos dos ângulos. A análise de ângulos foi computada e baseada no modelo tridimensional incluindo 5 segmentos (pé, perna, coxa, pelve e tronco). Contudo, a análise foi centrada exclusivamente no plano sagital *direito*. A definição de ângulos está representada na figura 5. As tentativas fora normalizadas na base do tempo de 0 a 100%, a partir da interpolação *Cubic Spline*.

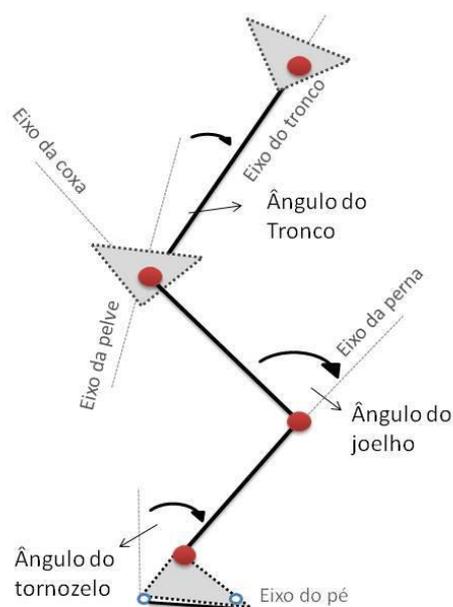


Figura 5: Definição de ângulos no plano sagital. Tornozelo: calculado entre a perpendicular ao eixo y do pé ou solear e o eixo da perna. Joelho: ângulo entre os eixos da perna e coxa. Tronco: ângulo calculado o eixo Z da pelve (definido pelos marcadores sacro e espinhas ilíacas ântero-superiores) e o eixo do tronco.

c) *Amplitude de movimento*: calculada pela diferença entre o valor máximo e o valor mínimo dos ângulos tornozelo, joelho e tronco durante a execução da transferência. De acordo com Geert & Djik (2002), a amplitude entre os valores mínimos e máximos é uma fácil medida a qual é possível inferir sobre a excursão das articulares e os graus de liberdade envolvidos nas articulações.

2.4 Análise Estatística

Dentre todas as tentativas que a criança realizava em um período de 10 a 15 minutos, as três primeiras foram escolhidas para a análise. Foi utilizado o teste de normalidade *Kolmogorov-Smirnov* ($p=0,002$), o qual verificou a não normalidade dos

dados. Desta maneira, o teste não-paramétrico *Mann-Whitney* foi utilizado para a análise das variáveis contínuas em relação às variáveis descritivas dicotômicas como a utilização do apoio e posicionamento dos pés. Para a relação entre as variáveis descritivas, utilizou-se o teste Qui-quadrado. O nível de significância de 5% foi considerado nas análises.

3. Resultados

Um total de 39 tentativas acerca da transferência ST-DP foi registrado. Uma análise de confiabilidade de itens foi realizada para avaliar a consistência interna sobre as tentativas de cada criança, no qual foi obtido um valor máximo de *alpha* de *Chronbach* de 0,685. Assim, não foi possível a utilização das médias das 3 tentativas para cada criança. Das 39 tentativas, 3 foram excluídas por problemas na imagem. Sendo assim, as 36 tentativas foram incluídas na análise. Dentre essas 67% foram realizadas com apoio e 66,33% das tentativas as crianças posicionaram os pés de forma assimétrica como descrito na figura 6. Dentre os resultados referentes às associações entre as variáveis discretas, constatou-se associação significativa para a relação posicionamento dos pés e apoio ($X^2=4,078$; $p=0,043$), sendo que as crianças que utilizaram o apoio adotaram com maior frequência de posicionamento assimétricos dos pés do que aquelas que não utilizaram o apoio.

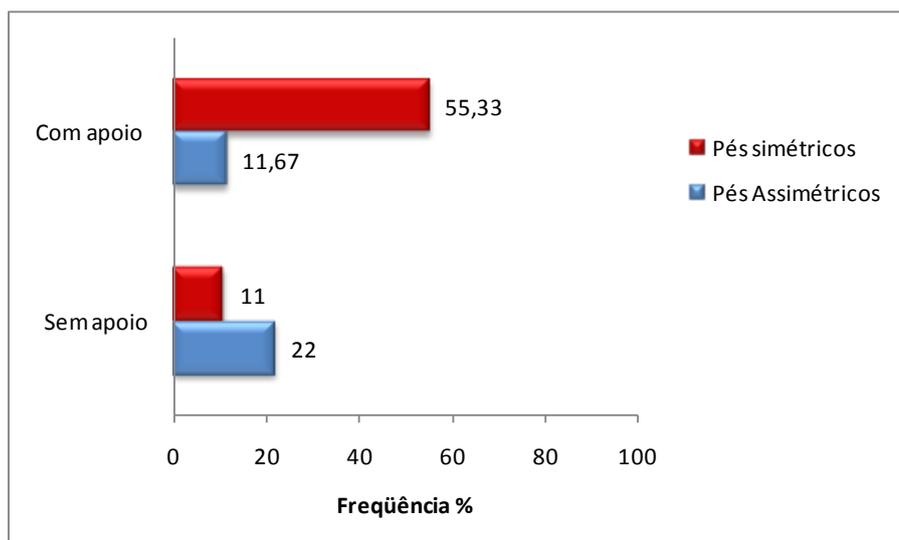


Figura 6: Características de posicionamento de pés para as crianças que utilizaram e não utilizaram apoio.

Tempo de execução

Constatou-se que as crianças que necessitaram do apoio realizaram a transferência ST-DP em tempo significativamente maior do que entre as crianças que não utilizaram o apoio ($U(1)=32,000$; $p=0,011$) (Figura 7). Não houve diferença significativa entre crianças que utilizaram pés simétricos e assimétricos. ($U(1)=50,000$; $p=0,288$).

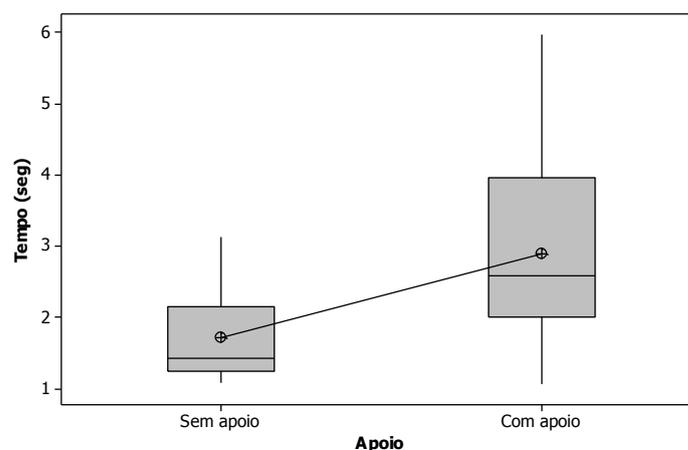


Figura 7: Média, mediana do tempo de execução da habilidade ST-DP entre as crianças que não utilizaram e utilizaram o apoio aos membros superiores.

Ângulos articulares

Diferenças quanto à utilização do apoio

Não houve diferença significativa para os valores angulares de joelho no momento inicial ($U(1)=73,000$; $p=0,705$) e final ($U(1)=55,000$; $p=0,194$) da transferência ST-DP. No entanto, as crianças que utilizaram o apoio atingem maiores picos de flexão joelho ($U(1)=41,500$; $p=0,041$), utilizando significativamente maior excursão de joelho ($U(1)=33,000$; $p=0,012$) do que aquelas que não necessitaram do apoio como pode ser visualizado na figura 8. Observa-se, ainda, o maior desvio padrão para a trajetória angular do joelho entre as tentativas com apoio (Figura 8A), significando assim, maior recorrência de flutuações ao longo do movimento e maior variabilidade entre as tentativas do que quando as crianças não necessitaram do apoio (Figura 8B).

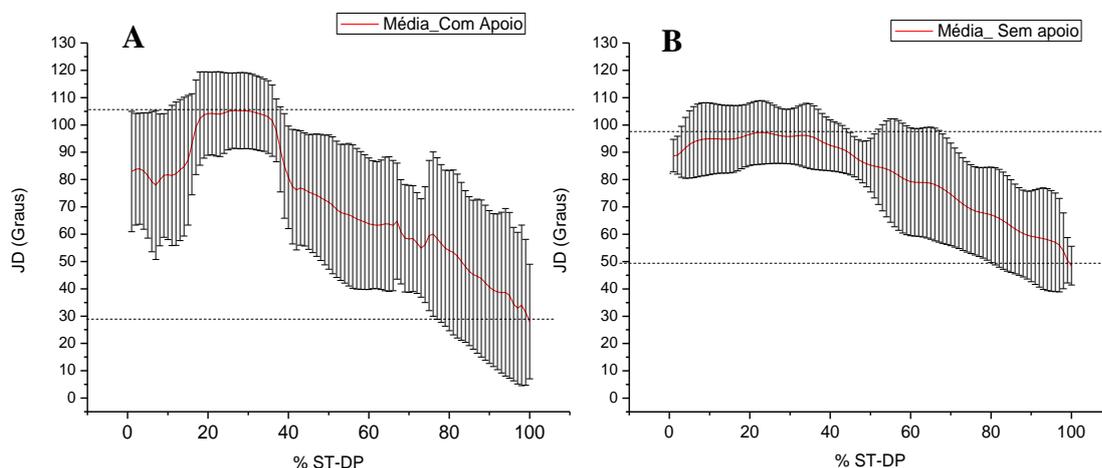


Figura 8: (---) Média, em graus, do comportamento angular do joelho direito durante a transferência ST-DP quanto à utilização do apoio. (---) Retas que demonstram a diferença entre os ângulos mínimos e máximos do joelho para crianças que realizaram o ST-DP com apoio (A) e sem apoio (B). (I) Desvio padrão entre as tentativas ao longo da execução da tarefa.

As crianças que utilizaram o apoio, ainda, iniciam o movimento com maiores graus de flexão de tronco ($U(1)=30,000$; $p=0,001$), atingem maiores picos de flexão de tronco ($U(1)=18,000$; $p=0,01$) e ainda terminam a tarefa em posição de tronco mais fletidas anteriormente ($U(1)=4,000$; $p<0,001$) quando comparadas às crianças que não utilizaram o apoio. Quanto à amplitude, as crianças com apoio utilizaram também menores amplitudes de tronco ($U(1)=41,000$; $p=0,048$) do que aquelas que não necessitaram do apoio como visualizado na Figura 8. Na Figura 8, observa-se, ainda, que o desvio padrão para a trajetória angular do tronco entre as crianças que realizaram a atividade ST-DP com apoio (Figura 9A) é qualitativamente maior do que as tentativas que realizaram a atividade sem apoio (Figura 9B). Sendo assim, as crianças com apoio parecem realizar a transferência com maior recorrência de flutuações ao longo do movimento e maior variabilidade entre as tentativas do que aquelas crianças que não necessitaram do apoio.

Para a articulação do tornozelo, não houve diferenças significativas no momento inicial ($U(1)=79,000$; $p=0,940$) e final ($U(1)=64,000$; $p=0,403$) da transferência ST-DP, bem como para valores máximos ($U(1)=77,000$; $p=0,860$). No entanto, as crianças que necessitaram do apoio apresentaram valores de amplitude de tornozelo ligeiramente menores do que as crianças que não necessitaram do apoio; apresentando probabilidade estatística limítrofe ($U(1)=41,000$; $p=0,051$).

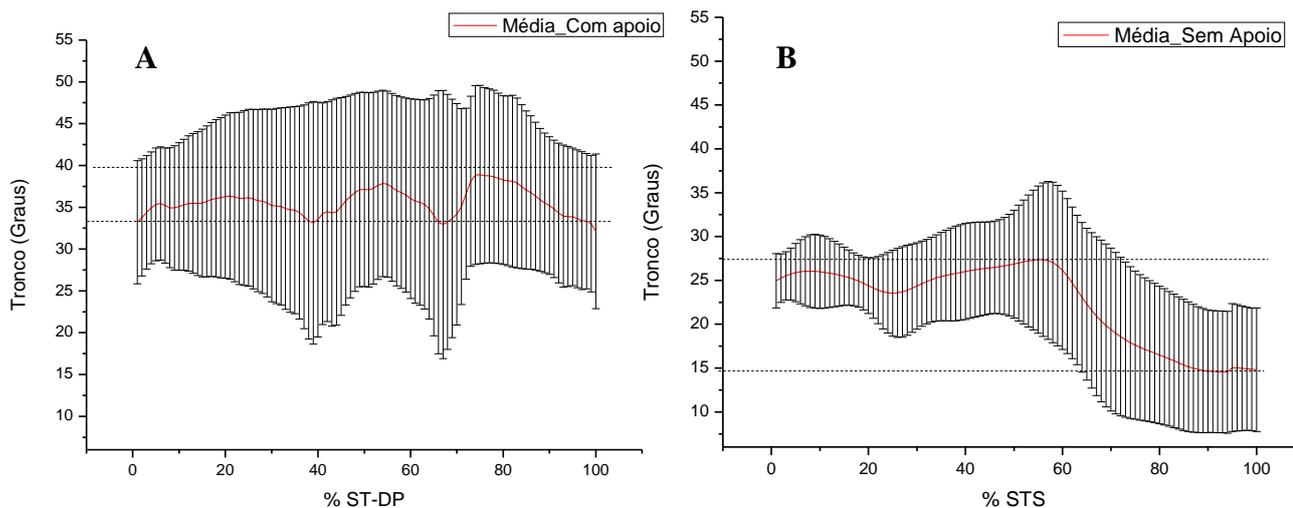


Figura 9 (---) Média, em graus, do comportamento angular do tronco durante a transferência ST-DP quanto à utilização do apoio. (---) Retas que demonstram a amplitude entre o ângulo mínimo e máximo do tronco para crianças que necessitaram do apoio (A) e não necessitaram do apoio (B) na tarefa ST-DP. (I) Desvio padrão entre as tentativas ao longo da execução da tarefa.

Diferenças quanto ao posicionamento dos pés

Em relação ao posicionamento dos pés, não houve diferença significativa para todas as variáveis contínuas, exceto para a variável amplitude de tornozelo. Verifica-se, assim, que para as tentativas em que os pés mantiveram-se simétricos a amplitude de tornozelo foi significativamente menor ($U(1)=18,000$; $p=0,038$) à aquelas tentativas que os pés ficam assimétricos.

4. Discussão

O principal objetivo do presente estudo foi analisar as principais características cinemáticas na aquisição da habilidade ST-DP entre crianças com 12 meses de idade, considerando características específicas como a utilização do apoio e posicionamento dos pés. Embora alguns autores apontem o referencial etário de 12 meses de idade para a aquisição da habilidade ST-DP (McMillan &

Scholz, 2000) foi possível identificar grande variabilidade nas trajetórias angulares e diferentes estratégias de movimento em relação aos níveis de desempenho da criança, ou seja, se realizavam com ou sem apoio.

Sendo assim, diferenças significativas nas variáveis cinemáticas entre as características específicas avaliadas foram encontradas. As crianças que utilizaram o apoio desempenharam a transferência ST-DP de maneira menos habilidosa, ou seja, atingiram maiores picos de flexão para as articulações de tronco e joelho, utilizaram posicionamento de pés mais simétricos; demandando maior tempo de execução na tarefa.

De acordo com Durward et al. (2001), o tempo de execução aparece como uma importante variável, visto que ao executar a transferência ST-DP em menor tempo, maior agilidade, maior equilíbrio e eficiência estão associados. No mesmo sentido, estudos comparando níveis diferentes de desempenho da habilidade ST-DP como em idosos, adultos e hemiparéticos (Millington, 1992; Chou et al., 2003; Cheng et al., 2004), verificaram que o tempo tende a aumentar à medida que o controle postural, força muscular e mobilidade em transferir-se para a postura em pé diminuem; corroborando assim, com os achados do presente estudo, sobre o maior tempo de execução observado para as crianças que utilizaram o apoio.

No entanto, é importante salientar que a variável tempo, para crianças, nem sempre é sensível aos diferentes níveis de desempenho da habilidade ST-DP. A exemplo disso, Park et al. (2003) verificaram que crianças típicas e com paralisia cerebral inesperadamente executam a tarefa ST-DP em tempos semelhantes. No mesmo sentido, Garrera-Bowlbly e Gentile (2004) não encontraram diferenças no tempo de execução da habilidade ST-DP entre crianças de 6-7 anos e adultos,

embora outras características cinemáticas demonstrassem o nível inferior de desempenho infantil nesta habilidade quando comparado com os adultos. Dessa maneira, embora o tempo seja uma variável importante a ser analisada para avaliar nível de desempenho, em referência ao nosso estudo, a variável tempo não dispensou a análise conjunta de outras características cinemáticas como o comportamento angular em diferentes estratégias de movimentos como discutidas a seguir.

As tentativas nas quais crianças utilizaram o apoio de membros superiores, maiores picos de flexão de tronco e joelho foram constatados. Cahill et al. (1999) verificaram que as crianças de 12-18 meses de idade tiveram um pico de flexão mais elevado de tronco do que as crianças de 4-5 e 9-10 anos de idade; demonstrando que maiores valores máximos angulares são características de movimentos menos habilidosos.

O maior pico de flexão de tronco também pode ser encontrado em crianças com paralisia cerebral durante a execução da habilidade ST-DP. De fato, Park et al. (2003) discutem que alcançar maiores valores de flexão de tronco é uma estratégia pela quais crianças com fraqueza em membros inferiores se utilizam para compensar a instabilidade postural. Assim, crianças com limitações na habilidade ST-DP necessitam de maiores graus de flexão de tronco a fim de aproximar o centro de massa da articulação do joelho, reduzindo os momentos extensores de joelho requeridos (Park et al., 2003; Hennington et al., 2004; Seven et al., 2008). Enfatiza-se ainda que os maiores picos de flexão observados pelas crianças com apoio podem ser explicados não somente pela menor nível de controle postural inferido, mas também pelo fato de que as crianças apoiavam os membros

superiores já iniciavam o movimento com graus maiores de flexão; necessitando, por conseguinte, atingir angulações ainda maiores para transferir o centro de massa à frente e assim, atingir a postura em pé.

Características “imaturas” de maiores picos de flexão de joelho observada no presente estudo também parecem estar presentes na aquisição de outras habilidades. Ao estudar o desenvolvimento do andar independente, Ivanenko et al. (2007) verificaram que crianças menos habilidosas apresentam base de suporte mais alargada e maiores graus de elevação dos pés e coxas. Nesse caso, maiores picos angulares de tornozelos e joelhos se mantêm na aquisição a fim de manter a postura a cada passada, bem como representaria uma estratégia de defesa ou preparação contra quedas e possíveis desequilíbrios (Ivanenko et al., 2007). Assim, infere-se para o presente estudo que as crianças que utilizaram o apoio possuem menor capacidade de equilíbrio e força muscular de membros inferiores e, por conseguinte, possuem um nível de refinamento menor na tarefa ST-DP.

Constatou-se menor amplitude de tronco para as tentativas com a utilização do apoio. A redução da amplitude de tronco é uma estratégia comumente utilizada em processos de aquisição de novas habilidades, representando assim, o congelamento de graus de liberdade envolvidos, a fim de minimizar a complexidade da tarefa (Haehl et al., 2000; Halleman et al., 2005). Um dos mecanismos que podem estar envolvidos na restrição de amplitudes de movimentos é a co-contracção dos músculos e coacção articular envolvidos principalmente em ombros, cintura escapular e pélvica; resultando na movimentação de tórax e pelve como um único bloco (Chagas et al., 2006). No mesmo sentido, Ledebt (2000) observou que crianças em processo de aquisição da

marcha igualmente evitam movimentos em tronco e braços a fim de diminuir riscos de quedas e desequilíbrios. Além disso, para as tentativas realizadas com o apoio uma dos fatores que podem ter acompanhado a redução da amplitude de tronco em crianças que utilizaram o apoio é o próprio contato e suporte de peso pelos membros superiores à superfície, mantendo os braços em uma postura fixa e simétrica durante a realização da habilidade ST-DP.

O congelamento dos graus de liberdade também está representado nos achados do presente estudo quando se observa a maior frequência de pés simétricos em crianças com apoio, no qual podemos inferir que tais crianças, menos habilidosas, necessitam de maior acoplamento articular de ambos os tornozelos, utilizando-se de movimentos sincrônicos, simétricos e de menor excursão angular para essa articulação. Segundo Thelen (1993), na emergência de outras habilidades como chutes e alcance, lactentes tendem a apresentar inicialmente movimentos firmemente acoplados e de maneira quase simétrica e sincrônica. Entretanto, à medida que novas condições são experimentadas, o controle dos graus de liberdade das articulações se diferencia, ou seja, as articulações começam a se configurar de maneira mais flexível a fim de selecionar padrões motores mais funcionais e eficientes (Thelen & Smith, 1998). Tal processo pode explicar o motivo pelo qual, no presente estudo, crianças em nível superior de desempenho, que realizam a habilidade ST-DP sem apoio, adotam mais frequentemente pés assimétricos com maiores amplitudes tornozelos do que as crianças que necessitam do apoio.

Entretanto, outra explicação para tal resultado pode advir do fato de que crianças que não necessitaram do apoio durante a transferência ST-DP passam de

uma base de três pontos para dois, diferentemente das crianças com apoio, as quais mantêm a utilização do apoio como base quando atingiram a postura em pé. Dessa maneira, a adoção assimétrica dos pés pelas crianças que não utilizaram o apoio durante a realização da transferência ST-DP pode ser uma estratégia que facilitaria a dar o passo ao final do movimento, como visualizado em muitas das imagens. De acordo com Levangie e Norkin (2005), o passo posterior a uma perturbação mecânica é uma estratégia reacional de equilíbrio freqüentemente admitida para aumentar a área da base suporte; visto que quanto maior é a base de suporte, maior é a área que o centro de massa pode se movimentar sem perder o equilíbrio.

Baseando-se nos nossos achados, é possível inferir que a dinâmica de graus de liberdade varia não somente em relação a diferentes níveis de desempenho da habilidade ST-DP, como também varia para diferentes articulações envolvidas na tarefa. As crianças que realizaram a habilidade ST-DP com apoio desempenharam a tarefa tendendo a liberar os graus de liberdade para a articulação de joelho; utilizando maior excursão de movimento dos joelhos, devido à necessidade que levarem os pés e perna para trás e alcancarem picos de flexão maiores. Enquanto que para troncos e pés crianças com apoio tendem a congelar seus graus de liberdade, pela adoção de pés simétricos e menor amplitude de tronco. Esses achados estão de acordo com os postulados de Newell (2001), o qual afirma que durante o processo de desenvolvimento motor e aprendizagem, a dinâmica da ação permite a possibilidade tanto de congelamento como o de liberação dos graus de liberdade; dependendo principalmente da demanda da tarefa e da relevância dessas mudanças para os níveis de funcionalidade do indivíduo naquela tarefa específica.

Enfatiza-se, ainda, que durante o processo de aquisição, o nível de exploração e flexibilidade é maior; em que as transições de fases ocorrem com maior facilidade (Thelen, 1995; Van der Kamp & Savelsbergh, 2000). Assim, a grande variabilidade, maior número de oscilações das trajetórias angulares, bem como da adoção de diferentes estratégias de movimento para as articulações joelho, tronco e tornozelo refletem o estado de instabilidade em que se encontram as crianças para a habilidade ST-DP, ou seja, período em que o sistema tende a se auto-organizar a fim de descobrir futuros padrões mais estáveis e econômicos. A partir desses pressupostos, somente futuros estudos longitudinais podem esclarecer sobre as mudanças decorrentes do tempo e da experiência da criança na habilidade ST-DP.

De maneira geral é possível concluir que aos 12 meses de idade para a habilidade ST-DP, as características cinemáticas se diferenciam em relação a diferentes níveis de desempenho. Assim, independente da idade, as crianças que necessitaram do apoio possuem características cinemáticas menos refinadas do que aquelas que desempenharam a habilidade sem apoio. Além disso, em ambos os níveis, o controle da dinâmica de movimentos se diferenciou para cada um dos níveis de desempenho e para cada uma das articulações estudadas.

Embora não caiba ao presente estudo afirmar até que ponto a experiência e a prática influenciam o nível de desempenho na habilidade ST-DP, os resultados são relevantes por despertar o interesse de profissionais envolvidos no desenvolvimento motor infantil quanto à importância de se avaliar o nível de desempenho na habilidade ST-DP a partir das estratégias de movimentos envolvidas, e não somente inferir o nível de desempenho motor baseando-se na

idade cronológica.

O estudo presente limita-se a pequena amostra investigada, ou seja, os resultados apresentados não podem ser extrapolados para uma maior população. Outra limitação advém da não consistência interna dos dados, conseqüentemente, não foi possível a utilização da média de cada criança e não possibilidade de decompor e concluir sobre as variabilidades intra- e inter-sujeitos. Entretanto, é importante salientar que o estudo presente destaca-se por ser o pioneiro em analisar detalhadamente, por meio de variáveis cinemáticas, o período de aquisição da habilidade ST-DP, incluindo especificidades como apoio de membros e estratégias de pés; os quais serão fundamentais para a compreensão do desenvolvimento dessa habilidade.

ESTUDO 3



Desenvolvimento da Habilidade Sentado para de Pé: Aspectos Cinemáticos e o Desempenho Funcional

Manuscrito a ser submetido à *Journal of Motor Behavior and Development*.
Autores: Carolina Souza Neves da Costa e Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

1. Introdução

O modelo de Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) publicada pela Organização Mundial de Saúde avalia funcionalidade e incapacidade, considerando as atividades que o indivíduo realiza, as condições da estrutura e função do corpo, bem como a participação social (WHO, 2001). Nesse modelo, as atividades são conceituadas como tarefas realizadas no dia-a-dia, e de acordo com Damiano et al. (2009), identificar e analisar as atividades que são mais demandadas na vida diária, bem como os fatores relacionados são elementos cruciais no direcionamento e planejamento de intervenção clínica de indivíduos com debilidades neuromotoras.

Dentre as atividades mais comumente realizadas na rotina diária infantil inclui-se a habilidade sentado para de pé (ST-DP). De acordo com Ploutz-Snyder et al. (2002), o ST-DP é uma atividade funcional de grande demanda biomecânica; sendo necessária a integridade de sistemas neuro-sensório-motores e a capacidade de equilíbrio.

De fato, o ST-DP representa uma habilidade de grande interesse clínico, sendo amplamente empregada na avaliação do controle motor e estabilidade em crianças com limitações funcionais, incluídas em métodos padronizados como GMFM (*Gross Motor Function Measure*), TUG (*Timed up and Go*), e Berg (*Berg Balance Scale*) (Kembhavi et al., 2002; Russel al., 2000; Willians et al., 2005). Além disso, ressalta-se que a atividade ST-DP é freqüentemente incluída como atividade de fortalecimento orientada à tarefa em programas de reabilitação clínica infantil (Blundell et al., 2003; Katz-Leurer et al., 2009; Liao et al., 2007).

Conquanto a habilidade ST-DP seja comumente utilizada na prática clínica, poucos são os estudos que investigam o processo pelo qual as crianças adquirem e refinam os movimentos envolvidos na transferência ST-DP, e quais estratégias de movimentos são utilizadas a fim de superar as demandas biomecânicas requeridas. Além disso, estudos sobre desenvolvimento de habilidades demandadas na vida diária são de extrema importância, visto que possibilitam a definição de parâmetros típicos de desempenho e a relevância de variáveis a serem utilizadas (Thelen, 1995; Thelen & Smith, 1998).

Em estudos anteriores (Da Costa et al., 2010), nos propusemos a realizar uma revisão de estudos da habilidade ST-DP em crianças; e verificamos que há uma lacuna na literatura referente a estudos que focalizem o desenvolvimento da habilidade ST-DP, desde a sua aquisição até refinamento.

Assim, outro estudo prévio foi realizado a fim de investigar as principais características desta habilidade no período de sua aquisição (Estudo 2). Foi possível identificar que embora a aquisição da habilidade ST-DP aconteça aproximadamente aos 12 meses de idade, o nível de desempenho se diferenciou conforme a necessidade de utilização do apoio, sugerindo assim, que características cinemáticas específicas refletiriam o nível de refinamento na habilidade. No entanto, apenas um estudo longitudinal envolvendo os primeiros meses de desenvolvimento da habilidade ST-DP confirmaria a representação do que seria um movimento mais aprimorado. Para atender tal objetivo, dados adicionais coletados seguindo o mesmo procedimento experimental do estudo anterior foram analisados, estendendo a avaliação das crianças dos 12 aos 18 meses, isto é desde o período de aquisição até 6 meses a posteriori.

Avaliar a evolução da habilidade ST-DP sustentando-se na idade cronológica é relevante por avaliar estrutura e função do corpo associados à experiência da criança ao longo do tempo. Entretanto, em busca de compreender o impacto dessa habilidade na funcionalidade da criança, o presente estudo, ainda, objetiva investigar as relações entre as mudanças na habilidade ST-DP e o desempenho das habilidades funcionais da criança, bem como o nível de assistência fornecida pelo cuidador em atividades da rotina diária, mais especificamente referindo-se à transferência e mobilidade em ambientes externos e internos. Para isto, será utilizado o instrumento de avaliação *Pediatric Evaluation of Disability Inventory* (PEDI) (Haley et al., 1992).

Baseando-se no conhecimento de que o desenvolvimento é um processo que se caracteriza por avanços qualitativos e quantitativos no desempenho, associados à maior experiência perceptivo-motoras (Gibson & Pick, 2000), as características cinemáticas dos movimentos realizados apresentarão mudanças ao longo dos meses. Conseqüentemente, essas crianças apresentarão melhor desempenho funcional nas atividades de vida diária e menores níveis de assistência do cuidador nessas atividades. No entanto, questiona-se ainda de que maneira as variáveis cinemáticas irão se modificar e quais dessas mudanças estarão mais relacionadas com o melhor desempenho funcional nas atividades de rotina diária infantil.

2. Método

O presente estudo é um desdobramento do estudo anterior, sendo assim os dados foram coletados seguindo o mesmo procedimento experimental empregado no Estudo 2. As características dos “Materiais” e “Procedimentos Gerais”, portanto,

encontram-se descritas no estudo anterior. Diferenças específicas relacionadas ao presente estudo serão destacadas a seguir.

2.1. Participantes

Os responsáveis por 60 crianças foram convidados a participar do estudo. Em razão de recusa, desistência dos responsáveis, ou de não adequação dos critérios de inclusão, 10 crianças concluíram o estudo, sendo 5 meninos e 5 meninas. Todas as crianças nasceram a termo ($M=38,8\pm 1,5$), com peso ao nascer superior a 2.500 g ($M=3,81\pm 0,27$ semanas) e com *Apgar* variando entre 8 e 10 no primeiro ($M=8,7\pm 0,8$) e quinto minuto ($M=9,9\pm 0,31$). Os dados dos participantes referentes aos dados antropométricos ao nascimento e aqueles medidos nas datas da avaliação encontram-se descritos nos Apêndice D e Apêndice E. Além disso, todas as crianças estavam acima do percentil 50, ou seja, dentro da normalidade na curva peso/ altura de acordo com a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2001).

2.2. Teste ST-DP

A análise da transferência ST-DP seguiu os mesmos procedimentos descritos no estudo anterior. Foram utilizadas as mesmas variáveis descritivas investigadas, tais como apoio de membros superiores, simetria de pés e ainda sucesso das tentativas, a qual será descrita a seguir:

Sucesso da tentativa: A transferência ST-DP foi classificada como *sucesso*, quando a criança atingiu a postura ereta sem apresentar perda de equilíbrio. Tentativas de *não-sucesso* foram classificadas quando a criança apresentou dois tipos de falha decorrente da perda de equilíbrio. Primeiro, se resultasse em passada à frente. Segundo, se a criança imediatamente após a retirada das nádegas

do banco e transferência total do peso corporal nos pés, imediatamente, sentasse novamente (Riley et al., 1997; Zablony et al., 2003).

Da mesma maneira, serão investigadas as variáveis contínuas tais como tempo de execução e as variáveis cinemáticas como ângulos de tornozelo e joelho no plano sagital *direito* e tronco nos momentos iniciais e finais da transferência ST-DP, bem como valores máximos e assim amplitude (diferença entre os valores máximos e mínimos) para cada uma das articulações analisadas.

2.3. Desempenho Funcional e Atividades de Vida Diária

As crianças foram avaliadas por uma versão em português autorizada do teste funcional norte-americano *Pediatric Evaluation of Disability Inventory* (PEDI). O PEDI é um instrumento padronizado, validado e confiável que consiste de uma entrevista estruturada com os pais ou responsáveis que possam informar sobre o desempenho funcional típico da criança em atividades da vida diária (Mancini, 2005). Este teste avalia aspectos funcionais do desenvolvimento de crianças com idades entre 6 meses e 7 anos e meio, em três partes: habilidades funcionais (parte I); independência ou quantidade de ajuda fornecida pelo cuidador (parte II) e modificações quanto ao ambiente físico doméstico (parte III). Cada parte constitui de três escalas de desempenho: auto-cuidado, mobilidade e função social (Mancini et al., 2004; Mancini, 2005). O estudo presente utilizou-se apenas a escala de mobilidade das partes de habilidade funcional (parte I) e assistência fornecida pelo cuidador (parte II), totalizando 66 itens (Mancini, 2005). Cada item foi avaliado e pontuado de acordo com os critérios especificados no manual do instrumento (Mancini et al., 2004; Mancini, 2005).

Um escore total bruto foi obtido em cada uma das partes na área de mobilidade. Este escore é somatório de todos itens pontuados em cada escala. Assim quanto maior o escore na parte I maior é o nível de habilidade funcional em atividades que exigem mobilidade. Da mesma maneira, quanto maior o escore na parte II, maior é o nível de independência da criança e menor é quantidade de ajuda fornecida pelo cuidador. Para a análise estatística, o escore totais brutos foram convertidos em escore padronizados normativos para crianças com idade entre 1 ano e 1 ano e seis meses de acordo com o inventário. O escore padronizado normativo é importante por informar sobre o desempenho esperado de crianças da mesma faixa etária, em desenvolvimento típico.

As avaliações foram realizadas pela examinadora previamente treinada na aplicação da escala. No estudo de confiabilidade foi obtido um índice de consistência igual a 0,91.

2.4. Análise Estatística

A análise descritiva foi inicialmente realizada com a utilização do pacote estatístico SPSS 16.0. O nível de significância de 5% foi considerado nas análises.

A análise das variáveis empregou a técnica não-paramétrica, visto que as suposições sobre a distribuição da amostra (*Kolmogorov-Smirnov*) e variância necessárias para a aplicação da técnica paramétrica não foram atendidas.

Para a análise de comparação entre os meses às variáveis descritivas, cinemáticas e aos escores da PEDI, foi empregada a análise de medidas repetidas não paramétrica (teste de *Friedman*). Para os casos onde o teste de *Friedman* acusou diferenças entre as avaliações, foi utilizado o teste de comparações múltiplas de *Dunn*, a fim de identificar entre quais avaliações ocorreram

diferenças. O teste de correlação de *Spearman* foi aplicado para verificar correlações entre as variáveis analisadas e os escores da PEDI.

3. Resultados

Um total de 150 tentativas acerca da transferência ST-DP foi coletado. Uma análise de confiabilidade de itens foi realizada para avaliar a consistência interna sobre as tentativas de cada criança, no qual foi obtido um valor mínimo de *alpha* de *Chronbach* de 0,887. Assim, foi possível a utilização das médias das 3 tentativas para cada criança na análise das variáveis.

Variáveis Descritivas

Observa-se que apenas aos 14 meses, todas as crianças realizaram a transferência sem apoio ($X^2(4)=1,879;p=0,0754$). A frequência de tentativas com sucesso ($X^2(4)=10,889;p=0,027$) aumentou significativamente ao longo do tempo. O teste post hoc verificou que as tentativas com sucesso foram significativamente superiores no 18^o mês com relação ao 12^o mês ($p=0,028$). Constatou-se ainda que as crianças apresentaram a estratégia em posicionar os pés de maneira simétrica em todos os meses ($X^2(4)=1,933; p=0,748$) (Figura 10).

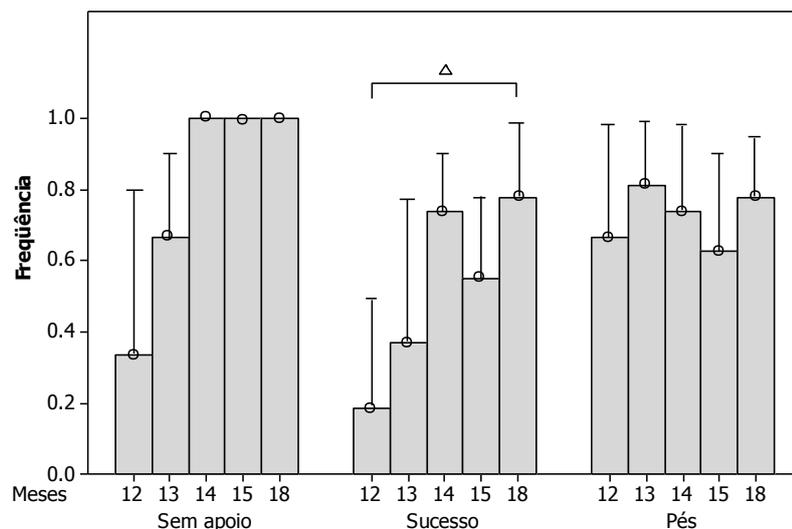


Figura 10: Média e desvio padrão da frequência para tentativas sem apoio, com sucesso e posicionamento simétrico de pés ao longo dos meses. (Δ) Diferença significativa ($p < 0,05$) entre os meses.

Variáveis Contínuas

Tempo de Execução

O tempo de execução da transferência ST-DP diminuiu significativamente ao longo dos meses ($X^2(4)=10,315$; $p=0,035$) como observado na Figura 11. Verificou-se que as crianças executaram a atividade em um tempo significativamente menor no 18º mês quando comparado ao 12º mês ($p=0,03$).

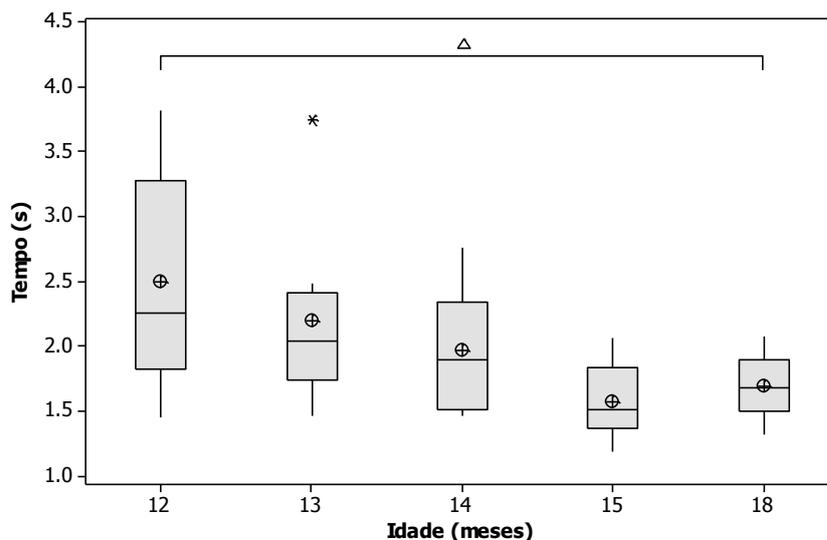


Figura 11: Média, mediana e desvio padrão do tempo (segundos) de execução da habilidade ST-DP ao longo dos meses. (Δ) Diferença significativa ($p < 0,05$) entre os meses.

Ângulos Articulares

Tornozelo

Para a articulação do tornozelo, não houve diferença significativa no ângulo no momento inicial ($X^2(4) = 4,427$; $p = 0,351$) e final ($X^2(4) = 1,820$; $p = 0,769$) da transferência ST-DP ao longo dos meses. No entanto, constatou-se que as crianças tendem a atingir menores picos de dorsiflexão ($X^2(4) = 22,539$; $p < 0,001$) ao longo dos meses. Maiores picos de dorsiflexão de tornozelo no 12^o mês foram encontrados em relação ao 15^o mês ($p = 0,0284$) e 18^o mês ($p = 0,001$); e maiores picos de dorsiflexão de tornozelo no 13^o mês em comparação ao 15^o mês ($p = 0,002$) e 18^o mês ($p < 0,001$). Observa-se, ainda, na Figura 12, que no início da transferência as crianças apresentam flexão plantar e posteriormente dorsiflexão. Nesse caso, o ângulo de flexão plantar coincide com os valores mínimos (vales) do tornozelo, o qual foi constatado que as crianças significativamente decrescem

esses valores ao longo do tempo ($X^2(4)= 23,177$; $p<0,001$), especificadamente entre os meses 12 e 18 ($p<0,001$).

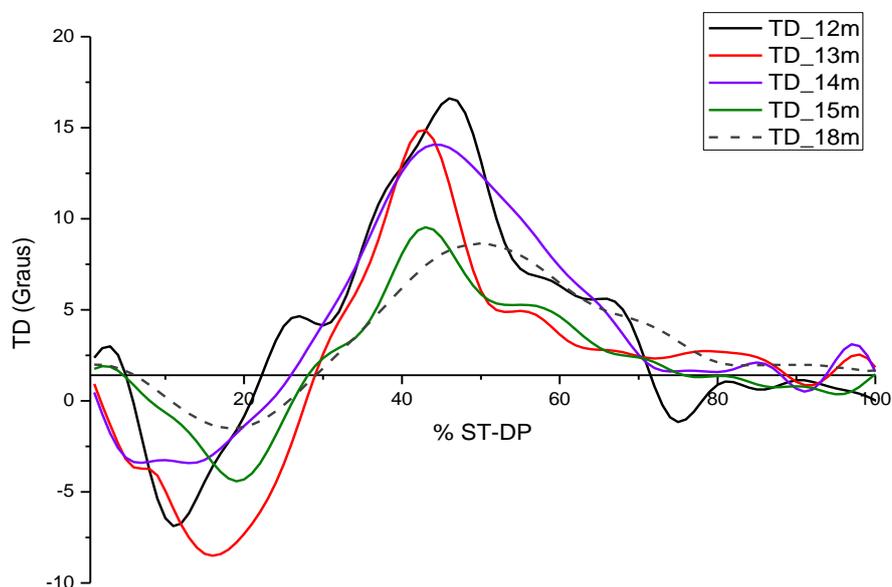


Figura 12: Média, em graus, do comportamento angular do tornozelo direito (TD) durante a transferência ST-DP ao longo dos meses.

Joelho

Não houve diferença significativa ao longo dos meses para o ângulo do joelho no início da transferência ($X^2(4)=2,719$; $p=0,606$). No entanto, observa-se que as crianças tendem a apresentar joelhos menos fletidos ao final da transferência ST-DP ($X^2(4)= 18,090$; $p=0,001$) ao longo dos meses. Verificou-se, ainda, que as crianças aos 12 meses apresentaram joelhos mais fletidos ao final do movimento em comparação ao 14º mês ($p=0,002$) e 18º mês ($p=0,001$). Para os valores máximos, observa-se que as crianças tendem a apresentar menores picos de flexão de joelho ao longo dos meses, porém essa diferença não foi significativa ($X^2(4)=8,2889$; $p=0,08$). Na Figura 13, observa-se qualitativamente que o comportamento angular do joelho nos primeiros meses apresenta maiores

flutuações e mudanças mais abruptas durante a realização da transferência ST-DP; diferindo do comportamento mais harmônico em meses mais avançados.

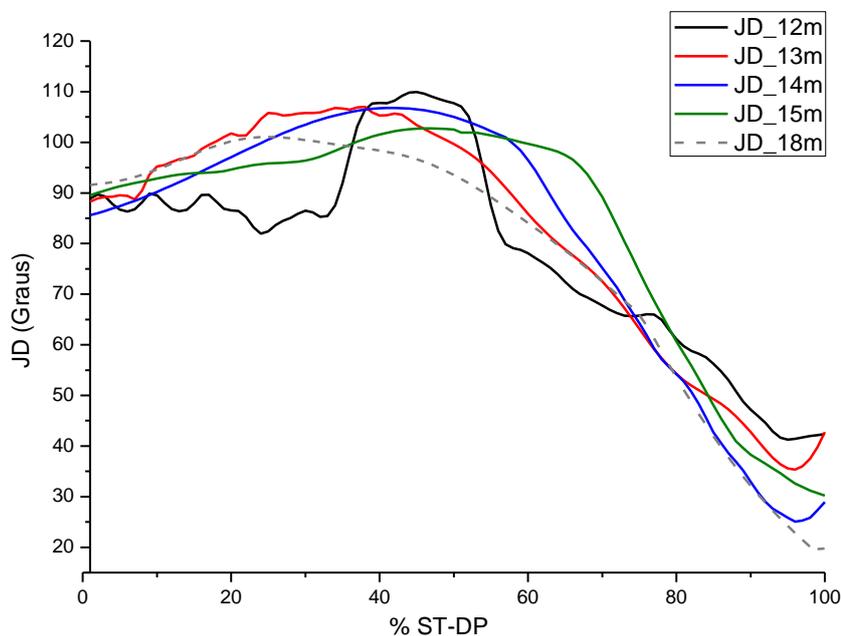


Figura 13: Média, em graus, do comportamento angular do joelho direito (JD) durante a transferência ST-DP ao longo dos meses.

Tronco

No momento de início da execução da transferência ST-DP, as crianças tendem a apresentar a cada mês menores ângulos de flexão de tronco ($X^2(4)=11,753$; $p=0,019$). Constatou-se que as crianças iniciam a transferência ST-DP utilizando-se de tronco menos fletidos aos 18 meses de idade em comparação ao 12º mês ($p=0,001$), 13º mês ($p=0,0267$) e 15º mês ($p=0,0467$). Ao final da transferência, observa-se que as crianças também tendem a terminar a transferência ST-DP apresentando tronco mais estendidos ao longo dos meses ($X^2(4)=23,978$; $p<0,001$). Essa diferença se apresenta principalmente entre o 12º mês e 18º mês ($p<0,001$), e 13º mês e 18º mês ($p=0,001$). As crianças tendem a atingir picos de flexão de tronco significativamente menores ao longo dos meses

($X^2(4) = 21,551$; $p < 0,001$). Por meio do teste *post hoc* verificou-se que as crianças aos 18 meses de idade apresentaram menores picos de flexão de tronco do que as crianças no 12º ($p < 0,001$), 13º ($p = 0,022$) e 14º mês ($p = 0,016$). Na Figura 14, observa-se de maneira qualitativa que as flutuações apresentam-se mais freqüentemente aos 12 e 13 meses, em comparação aos 15 e 18 meses.

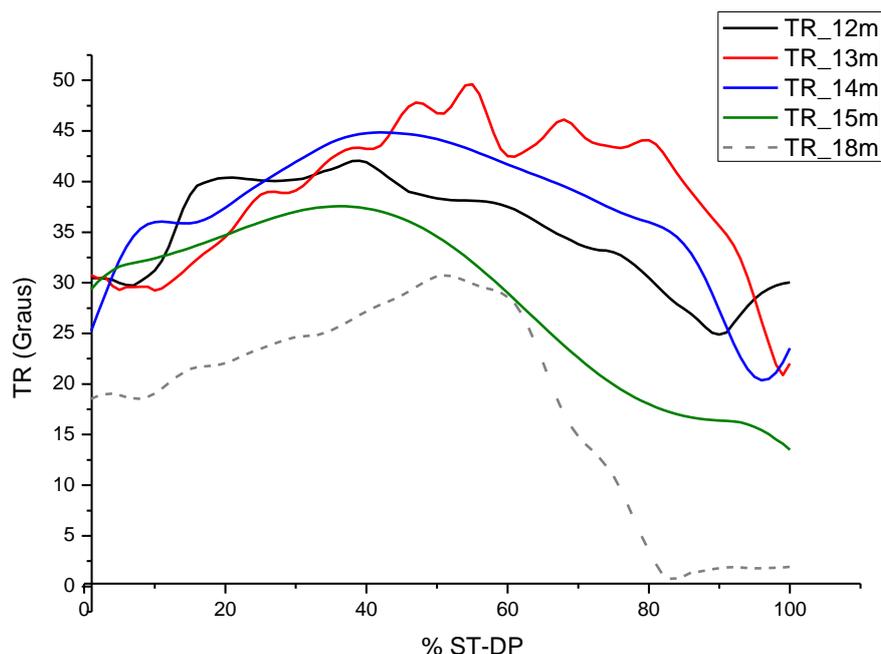


Figura 14: Média, em graus, do comportamento angular do tronco (TR) durante a transferência ST-DP ao longo dos meses.

A correlação entre as variáveis contínuas revelou associação positiva entre os valores de picos de dorsiflexão de tornozelo e picos de flexão joelho ($r = 0,559$) e associação positiva entre os picos de dorsiflexão de tornozelo e picos de flexão de tronco ($r = 0,525$) para todos os meses. Para as demais variáveis cinemáticas não foram encontradas associações.

Amplitude de movimento

Constatou-se que a amplitude da articulação do tornozelo diminuiu significativamente ao longo dos meses ($X^2(4) = 24,022$; $p < 0,001$). Verificou-se que a

amplitude de tornozelo é significativamente menor no 18º mês em relação ao 12º mês ($p=0,001$), 13º mês ($p=0,002$) e 14º mês ($p=0,0378$). As crianças apresentaram valores maiores de amplitude de joelho no 14º mês em comparação ao 12º mês ($X^2(4)=11,348$, $p=0,023$). Houve diferença significativa em relação à amplitude de tronco ao longo dos meses ($X^2(4)=16,404$, $p=0,044$). Verificou-se que as crianças utilizaram graus de amplitude maiores no 18º mês quando comparado ao 12º mês ($p=0,03$) (Figura 15).

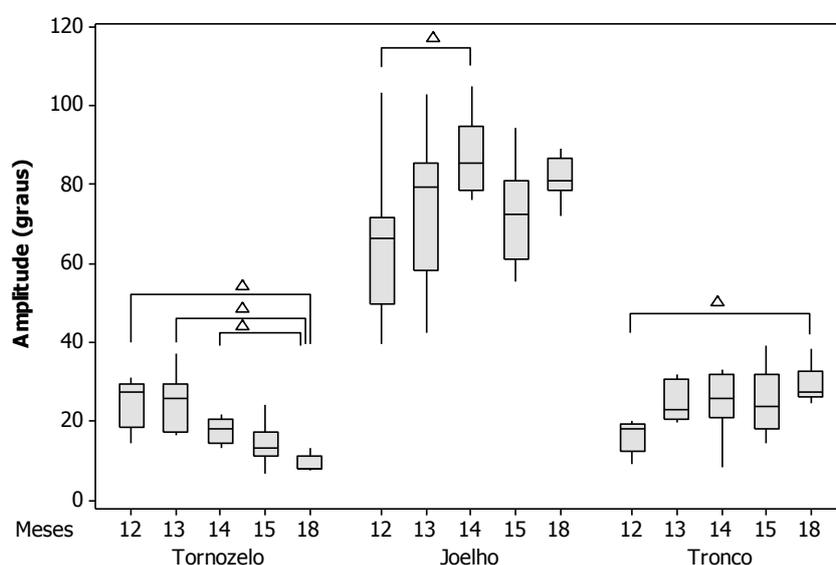


Figura 15: Mediana e desvio padrão da amplitude de ângulos nas articulações de tornozelo, joelho e tronco ao longo dos meses. (Δ) Diferença significativa ($p < 0,05$) entre os meses.

Desempenho Funcional e Atividades de vida Diária

As crianças apresentaram escores da PEDI diferentes ao longo dos meses. Para a escala mobilidade na parte de habilidades funcionais, houve aumento significativo ao longo do tempo ($X^2(4)=34,555$; $p < 0,001$). Os escores foram significativamente superiores no 14º com relação ao 12º mês ($p=0,0245$); no 15º com relação ao 12º mês ($p=0,003$), no 12º com relação ao 18º mês ($p=0,0016$), e no 13º comparado ao 18º mês ($p < 0,001$) como observado na Figura 16.

Para a escala mobilidade na parte de assistência do cuidador, as crianças apresentaram aumento significativo do escore ao longo do tempo ($X^2(4)=31,288$; $p<0,0001$), demonstrando que as crianças necessitaram de menos assistência do cuidador nas habilidades de mobilidade funcional (Figura 16). Foram constatados, ainda, valores superiores para o 15º mês com relação ao 12º mês ($p=0,002$), e superiores no 18º mês comparado ao 13º ($p=0,001$) e 12º mês ($p<0,001$).

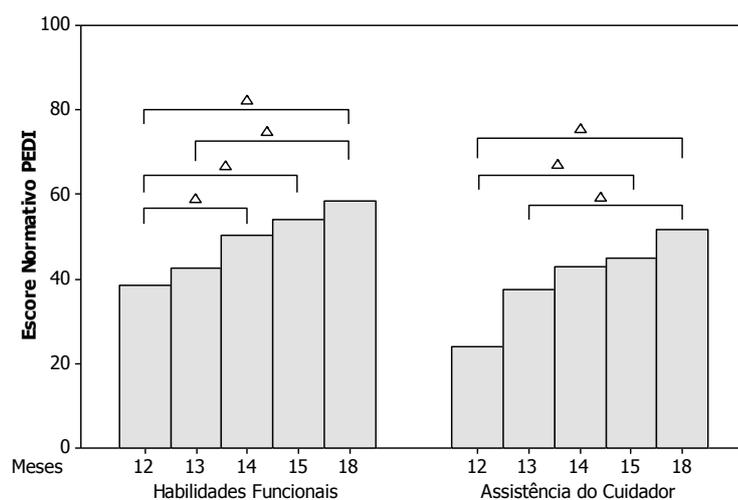


Figura 16: Média do escore normativo PEDI referente à escala mobilidade nas áreas habilidades funcionais e assistência do cuidador ao longo dos meses. (Δ) Diferença significativa ($p<0,05$) entre os meses.

O escore PEDI correlacionou-se com as variáveis relacionadas à transferência ST-DP de maneira distinta para cada mês avaliado. Aos 12 meses ($r=-0,632$), 15 meses ($r=-0,656$) e 18 meses ($r=-0,816$) foi possível verificar correlação negativa significativa entre os escores referentes à habilidades funcionais e valores de picos de flexão de joelho. Demonstrando, assim, que crianças que necessitaram de alcançar maiores picos de flexão de joelho estão associados com menores escores de desempenho nas habilidades funcionais.

Verifica-se, ainda, correlação positiva significativa entre os escores referentes à assistência do cuidador em atividades de mobilidade e sucesso das tentativas ($r=0,604$; $p=0,008$) aos 12 meses, ou seja, há uma associação entre o maior sucesso obtido nas transferências ST-DP com a menor quantidade de assistência ao cuidador aos 12 meses. Além disso, correlação negativa significativa foi constatada entre os escores referentes à assistência do cuidador e valores de angulação de tronco ao final da transferência ST-DP ($r=-0,660$); assim, quanto mais estendido for o tronco ao final da transferência ST-DP, maior a independência da criança na realização de atividades de vida diária.

No 13º mês, correlação negativa significativa também foi encontrada entre o escore de habilidades funcionais e angulação de tronco ao final da transferência ST-DP ($r=-0,602$) assim como foi verificado no 12º mês.

Constatou-se ainda, no 18º mês, correlação negativa significativa entre valores de picos de flexão de tronco e os escores de habilidade funcionais ($r=-0,693$) e referentes à assistência do cuidador ($r=-0,600$). Indicando que crianças que necessitam atingir maiores picos de flexão de tronco estão associados a menor independência e menor nível de desempenho em habilidades que exigem mobilidade.

Para as demais variáveis cinemáticas não foram encontradas correlações com os escores da PEDI.

4. Discussão

O objetivo principal do presente estudo foi analisar as principais características cinemáticas da habilidade ST-DP em crianças dos 12 aos 15 meses e aos 18 meses de idade e as relações com o desempenho das habilidades funcionais

da criança, bem como o nível de assistência fornecida pelo cuidador em atividades da rotina diária. Foram consideradas, ainda, características específicas como a utilização do apoio, posicionamento dos pés e sucesso na execução da tarefa.

Foi possível constatar que nos primeiros 6 meses de aquisição da transferência ST-DP, características descritivas refletiram a melhora do desempenho das crianças como o aumento da quantidade de tentativas sem a utilização do apoio e conseqüentemente, maior quantidade de tentativas com sucesso. Embora a simetria dos pés não tenha apresentado modificações ao longo do tempo, mudanças nas características cinemáticas, as quais representam detalhes do movimento, refletiram o refinamento dos movimentos das crianças avaliadas durante a execução da transferência ST-DP. De acordo com Garrera-Bowlbly e Gentile (2004), e Ivenenko et al. (2007), os primeiros meses de aquisição de atividades de mobilidade funcional primárias, como transferências de supino até a postura em pé, são considerados como o período de grandes mudanças e avanços qualitativos e quantitativos no desempenho. Além disso, análises quantitativas e qualitativas ou descritivas são complementares. As variáveis descritivas, por visualizarem aspectos gerais sobre o movimento, nem sempre são sensíveis às mudanças de desempenho, mas não deixam de ser importantes por refletirem tendências individuais. Por outro lado a análise quantitativa provê dados acurados e precisos em relação ao movimento (Holman, 1993). Dessa maneira, a utilização de ambas no presente estudo contribui, ainda mais, para uma análise completa e integrada do desenvolvimento infantil da habilidade ST-DP.

O tempo de execução da transferência ST-DP tem sido extensivamente explorado como uma importante variável, visto que a execução do ST-DP em

menor tempo significa maior agilidade, o qual requer maior mobilidade, maior força muscular em membros inferiores e maior equilíbrio (Durward et al., 2001). No entanto, enfatiza-se que o tempo, em crianças, nem sempre é sensível às diferenças de desempenho. Como exemplo disso, Garrera-Bowlbly e Gentile (2004) inesperadamente encontraram que crianças aos 7 anos de idade e adultos realizam a transferência ST-DP em tempos de execução semelhantes, embora outras características cinemáticas demonstrem o nível inferior de desempenho infantil em relação ao desempenho adulto .

No presente estudo foi possível verificar que a diminuição significativa do tempo de execução da transferência ST-DP foi encontrada somente entre 12^o e o 18^o mês e não consecutivamente ao longo dos meses, ou seja, foi necessário um tempo de 6 meses de experiência na habilidade ST-DP para que as crianças diminuíssem o tempo de execução. Outro resultado que sustenta a vulnerabilidade da variável tempo é o fato de que dentre os resultados não haver associações significativas entre o tempo de execução da transferência ST-DP e outras importantes variáveis cinemáticas avaliadas no presente estudo. Assim, é importante enfatizar que o tempo possui a sua importância prática por ser uma variável fácil de ser coletada, porém essa deve ser interpretada conjuntamente com outras variáveis, as quais refletem características mais minuciosas e específicas dos movimentos envolvidos na habilidade ST-D como o comportamento angular de articulações como descritas a seguir.

No tocante aos valores angulares nos momentos de início e final, constatou-se que as crianças aos 12, 13 e 14 meses de idade tendem a terminar a transferência de ST-DP com tronco e joelhos mais fletidos do que aos 18 meses de idade. A respeito disso, sabe-se que crianças em fase de aquisição da postura

bípede possuem características antropométricas, como o tamanho desproporcional entre os membros inferiores, tronco e cabeça, os quais possibilitam o centro de gravidade posicionar-se verticalmente mais distante da base de suporte (Woollacott & Shumway-Cook, 1990; Assaiante, 1998). Dessa maneira, tais crianças em situações de maior demanda de controle tendem a flexionar os joelhos e tronco, mantendo o centro de gravidade mais baixo, em busca de melhor estabilidade e sucesso na tarefa (Adolph & Avolio, 2000).

De acordo com Schenkman et al. (1996), a fase de retirada das nádegas do assento e a fase final ou de extensão da transferência ST-DP são as fases de maiores riscos para o desequilíbrio corporal. Nesse sentido, as crianças até o 13º mês adotaram a estratégia reacional de equilíbrio de manutenção de flexão de joelho e tronco, a fim de obter uma postura em pé mais estável ao término da transferência. A partir da aquisição da transferência ST-DP independente, bem como da experiência e prática em tarefas que exigem controle antigravitacional de tronco e de membros inferiores, as crianças aos 14, 15 e 18 meses atingem maiores graus de extensão de joelho e tronco ao final da tarefa, demonstrando o aprimoramento de seus padrões de movimento e adoção de características do comportamento angular mais próximas do adulto.

Além disso, a melhora do controle postural inferida nessas crianças advém principalmente do melhor controle da orientação postural, referente ao posicionamento e alinhamento dos segmentos do corpo (Horak, Macpherson, 1996); visto que à medida que a postura se torna menos fletida ao final da transferência ST-DP, a manutenção do centro de massa dentro da base de suporte se torna mais constante, favorecendo a melhora do equilíbrio e da movimentação

voluntária mais harmônica e com menor gasto energético. O ganho de extensão de joelhos, igualmente, foi observado no desenvolvimento de outras habilidades como na marcha independente de crianças. Para Hallemans et al. (2006), a diminuição da adoção de flexão de joelhos e quadris ao longo do tempo no desenvolvimento da marcha demonstra também a melhora do controle entre a percepção das exigências da tarefa e a resposta adequada de contração muscular e amplitude de movimento.

Outra característica constatada em nossos achados é que, ao longo dos meses, houve uma diminuição dos picos de dorsiflexão de tornozelo, bem como diminuição dos picos de flexão de tronco durante a transferência ST-DP. Em nosso estudo preliminar (Estudo 2), foi possível constatar que crianças, aos 12 meses de idade, em menor nível de habilidade que necessitam da utilização do apoio de membros superiores, apresentam picos de flexão de tronco e de joelho superiores às crianças de mesma idade que não mais necessitam do apoio para a execução da transferência ST-DP. Esse estudo logo nos direcionava a acreditar na relação entre menor nível de habilidade na tarefa ST-DP e os maiores picos angulares.

Um estudo transversal de Cahill et al. (1999), envolvendo trajetórias angulares da transferência ST-DP, constatou que crianças de 12-18 meses de idade tiveram um pico de flexão de tronco mais elevado do que as crianças de 4-5 e 9-10 anos de idade. No entanto, apenas um estudo longitudinal como o estudo presente confirmaria que maiores picos angulares são características de movimentos menos refinados e que a melhora desses padrões de movimento poderia ser observada em poucos meses de aquisição.

De acordo com o estudo de Schultz et al. (1992), no qual se investigou a

transferência ST-DP em adultos saudáveis, maiores picos de flexão de tronco e maiores picos de dorsiflexão de tornozelo possibilitam o indivíduo a localizar o vetor de peso corporal para frente e mais próximo do centro da base suporte dos pés durante e após a retirada das nádegas do assento. Nesse caso, o indivíduo busca prover uma maior estabilidade na fase de maior risco de desequilíbrio e assim, evitar quedas e falhas ao atingir a postura em pé. Tal estratégia biomecânica freqüentemente é adotada por indivíduos que estão menos aptos a manter a posição do centro de gravidade dentro da base de suporte ou possuem menor força de membros inferiores como é caso de idosos, adultos e crianças com debilidades neuromotoras (Milliton, 1992; Chou, Wong et al., 2003; Park et al., 2003; Goulart et al., 2003; Cheng et al., 2004; Yamada & Demura, 2004). Dessa maneira, referente ao presente estudo, o fato de as crianças apresentarem picos de flexão de tronco e picos de dorsiflexão de tornozelo cada vez menores ao longo do tempo significa que essas tendem a utilizar cada vez menos tal estratégia biomecânica para a execução da transferência ST-DP, a partir da repetição e experiência na habilidade ST-DP no seu dia a dia.

Thelen (1993) e Edelman (1987) afirmam, ainda, que os processos de repetição de movimentos, ao longo das experiências motoras, possibilitam às crianças explorar, selecionar e estabilizar os padrões motores. Ajustando-os, assim, melhor às demandas da habilidade adquirida em uma maneira mais fácil, confortável e com menor dispêndio de energia para o sistema. Nesse sentido, a menor necessidade de atingir picos angulares representa o aprimoramento de desempenho na tarefa ST-DP ao longo dos meses; visto que as experiências percepto-motoras possibilitam o ganho de força muscular, percepção das informações sensoriais e assim, melhora do controle postural.

A correlação significativa entre os picos de flexão de tornozelo e picos de flexão de tronco e joelho demonstram a sinergia flexora que tais crianças possuem ao iniciar a transferência ST-DP desde a aquisição e ainda coordenação aparente entre as articulações e entre membros pela manutenção de pés simétricos. No entanto, é importante enfatizar que futuros estudos mais precisos e detalhados sobre a coordenação entre-membros poderiam confirmar tais inferências.

No presente estudo, em aspecto geral, sem considerar as especificidades de utilização do apoio; foi possível constatar que as crianças tendem a diminuir a amplitude de tornozelo durante a execução da transferência ST-DP ao longo dos 6 meses de aquisição. No estudo preliminar ao presente (estudo 2), em relação às crianças aos 12 meses de idade, foi verificado que o controle de graus de liberdade para a articulação do tornozelo se diferencia entre os níveis de habilidade, constatando que crianças com necessidade de apoio possuem menor amplitude de tornozelo do que em crianças que não necessitam do apoio de membros superiores. Assim, unindo os resultados de ambos os estudos, infere-se que a dinâmica dos graus de liberdade para a articulação do tornozelo segue a tendência tradicional postulada por Newell (1986) em congelar os graus de liberdade, no início da aquisição, para as crianças que realizam a tarefa ainda com apoio dos membros superiores. Posteriormente, liberam os graus de liberdade, quando a criança realiza a transferência ST-DP sem apoio e ao longo do tempo controla os movimentos, e assim, diminui a amplitude de movimentação do tornozelo.

Adolph e Avolio (2000) enfatizam que o excesso de movimentação de tornozelo e pés é uma maneira pela qual a criança experimenta diferentes torques e acoplamento articulares, por meio da variação das informações captadas de

receptores mecânicos, proprioceptivos e táteis advindos principalmente da sola dos pés. Dessa maneira, a liberação dos graus de liberdade para a articulação do tornozelo caracteriza o período de exploração ou transição de fases no desenvolvimento da habilidade ST-DP. Essa transição é uma fase de instabilidade dos padrões de movimento, ou seja, entre a passagem da fase de congelamento de movimentos (restrição dos movimentos) e a fase de estabilização de padrões de movimentos (controle dos graus de liberdade). A fase de exploração possibilita à criança a aprender sobre as relações entre segmentos e propriedades inerciais do próprio corpo em busca de soluções motoras e padrões de movimentos mais estáveis e eficientes.

Constatou-se, ainda, que as crianças atingem picos de flexão plantar anteriormente aos picos de dorsiflexão durante a realização da transferência ST-DP; as quais diminuem ao longo dos meses. De acordo com Thelen (1993), movimentos criam forças inerciais entre os segmentos corporais, nos quais requerem preciso controle para atingir o objetivo da tarefa. Um movimento habilidoso, assim, se utiliza de todas as forças geradas para contribuir para o sucesso do movimento e diminuir a necessidade de contração muscular ineficiente e redundante. Nesse sentido, a diminuição da amplitude de tornozelo ao longo dos meses, observada pela diminuição dos picos de flexão plantar e dorsiflexão, representa a fase em que os padrões de movimentos mais eficientes estão sendo selecionados e estabilizados.

Diferentemente, em relação ao tornozelo, o controle dos graus de liberdade para a articulação do joelho é demonstrada pelo aumento da amplitude de movimento ao longo dos meses. Foi possível verificar, ainda, que as crianças

diminuem discretamente os picos de flexão de joelho e aumentam consideravelmente a extensão ao final da transferência ST-DP. Por sua vez, o ganho de extensão de joelho ao final da tarefa foi acompanhado com a apresentação de trajetórias angulares com menores flutuações e oscilações abruptas de movimento durante a execução da transferência ST-DP; caracterizando um movimento mais harmonioso e habilidoso.

O controle dos graus liberdade para articulação do tronco no processo de desenvolvimento da habilidade ST-DP, assim como para o joelho, também foi representada pelo aumento da amplitude de movimentos, partindo do congelamento dos graus de liberdade para liberação dos movimentos do tronco. Nesse caso, amplitude aumenta devido o aumento da extensão de tronco ao final da transferência ST-DP. Esse aumento de amplitude de tronco ao longo do tempo deve-se principalmente ao desenvolvimento do controle postural inferido às crianças avaliadas.

A prioridade do controle postural é a estabilização da cabeça, a qual permite que os sistemas visual e vestibular operem de maneira mais rápida e eficiente no controle de orientação postural e equilíbrio. Assim, as crianças, em processo de aquisição da postura em pé e habilidades de mobilidade funcional e locomoção que requerem o equilíbrio dinâmico adotam a estratégia “em bloco” (Assaiante, 1998; Haehl et al., 2000). Tal estratégia advém da co-contração da musculatura de pescoço, tronco e ombros, a fim de restringir as oscilações do centro de gravidade, mantendo a sua estabilidade e assim, diminuindo a complexidade da tarefa (Hadders-Algra, Brogen e Forssberg, 1998; Adolph e Avolio, 2000). À medida que crianças perpassam por experiências na postura em pé, a estratégia se modifica de

“em bloco” para articulada, na qual a criança deixa de restringir todos os movimentos de tronco e cabeça e passam a admitir a pélvis como coadjuvante no controle da postura, selecionando os padrões considerados adequados para aquela determinada tarefa. Dessa maneira, o controle pelo aumento dos graus de liberdade para o tronco no período de desenvolvimento da habilidade ST-DP igualmente segue a direção “em bloco” para articulada.

Assim sendo, acreditamos que o controle de graus de liberdade no processo de desenvolvimento da habilidade ST-DP pode ser representado tanto pelo aumento como pela diminuição da amplitude, desde que o movimento torne-se mais eficiente, com maior chance de sucesso e menores oscilações e flutuações em suas trajetórias angulares. Baseando-se na relevância das mudanças de amplitude para a funcionalidade, cada articulação pode assim adotar direções totalmente diferentes, ou seja, o controle dos graus de liberdade pode variar entre restringir ou estabilizar a articulação (congelamento) e outras a aumentar sua mobilidade e liberar os graus de liberdade. Essa dinâmica do controle dos graus de liberdade segue a mesma dinâmica do controle muscular durante o movimento, os quais possuem tanto músculos com função de estabilizadores, quanto músculos que agem em contração excêntrica ou concêntrica de acordo com a demanda requerida no movimento (Levangie & Norkin, 2005). Essas inferências estão acordadas com o estudo anterior (Estudo 2) e com os postulados de Newell (2001), que enfatizam que a dinâmica dos graus de liberdade depende da habilidade a ser executada, do contexto da habilidade, do período de desenvolvimento da habilidade e por fim, mais especificadamente, da articulação a ser analisada.

Thelen e Smith (1998) definem que o movimento habilidoso não envolve somente padrões estáveis, precisos, rápidos e econômicos; mas também está

intimamente relacionado com a capacidade de rapidamente recrutar estratégias apropriadas às demandas físicas, biomecânicas e sociais; envolvendo assim, melhor desempenho na rotina diária da criança. Nesse sentido, o presente estudo utilizou-se da PEDI, pela qual foi possível verificar que as crianças evoluíram seu desempenho tanto nas atividades de mobilidade da rotina diária como no menor nível de assistência do cuidador em tais atividades. Constatou-se ainda que a melhora do desempenho nas atividades de mobilidade evoluem a partir do 14^o mês, mês em que todas as crianças adquiriram a transferência ST-DP sem apoio. Enfatizando assim, a importância da habilidade ST-DP independente, pelo qual ao atingir a postura em pé sem apoio maximizam-se as possibilidades de ação para as atividades de mobilidade funcional (Ploutz-Snyder et al., 2002). O nível de assistência do cuidador nas atividades de transferência e mobilidade funcional em ambientes internos e externos evolui a partir do 15^o e 18^o mês. Esses resultados corroboram com os achados de Pazin & Martins (2007), sugerindo que à medida que a criança vai adquirindo as habilidades na área de mobilidade, essas habilidades são mais incorporadas nas atividades diárias da mesma, ganhando também independência nessa área de função e recebendo menor assistência do seu cuidador.

Correlacionando os dados advindos da PEDI e da análise cinemática, foi possível constatar que crianças que apresentaram menores picos de flexão de tronco e joelho e maior extensão de tronco ao final da transferência ST-DP tendem a apresentar melhor desempenho nessas atividades de vida diária e menor nível de assistência fornecida pelo cuidador em tais atividades, mais especificamente no que concerne à transferência e mobilidade em ambientes externos e internos. O elemento crucial que pode estar entre essas associações seria o ganho de controle

postural, principalmente referente ao melhor controle na orientação do posicionamento dos segmentos do corpo, equilíbrio postural e força muscular inferido às crianças do presente estudo. Assim sendo, além do controle postural ser essencial para o desenvolvimento da habilidade ST-DP, esse é igualmente requerido por outras atividades de mobilidade funcional como aquelas avaliadas pela PEDI como subir e escalar escadas, andar em terrenos íngremes e acidentados. Dessa maneira, futuros estudos podem focar o planejamento da reabilitação de crianças com debilidades motoras ou mesmo com atraso no desenvolvimento na melhora dessas características específicas da habilidade ST-DP, com intuito de comprovar essa influência na melhora de outras atividades de mobilidade na rotina diária infantil; baseando-se nos resultados do estudo presente do que seria considerado típico.

A interação de dados referentes a uma atividade específica, ao desempenho funcional no contexto da vida diária infantil e a participação envolvida dos cuidadores nesses aspectos formam uma tríplice acordada com o modelo CIF. Segundo WHO (2001), a aprendizagem de habilidades motoras é mais bem estabelecida quando essas fazem parte do contexto da vida diária, em interdependência e integração com familiares e cuidadores. Assim, quando novas habilidades motoras são adquiridas, como é caso da habilidade ST-DP, crianças não somente aprimoram sua capacidade física, como também amplificam as oportunidades de participação social e atingem maior independência nas atividades da rotina diária. Nesse caso, crianças participam mais, tornando suas funções mais adaptativas e eficientes.

Em suma, foi possível concluir que as características da habilidade ST-DP se

modificam ao longo de 12 a 18 meses de vida nas crianças estudadas, sendo que as características mais maduras e com maior chance de sucesso consistem em executar a atividade em menor tempo, alcançar uma postura mais retificada; demonstrando assim maior alinhamento corporal e equilíbrio. Verifica-se ainda, que os movimentos são mais harmônicos, com menores oscilações e mudanças angulares abruptas. O controle dos graus de liberdade e excursão de amplitude durante a transferência ST-DP modifica-se ao longo do tempo e se diferencia para cada articulação. Além disso, o melhor desempenho nas atividades de vida diária, e menor nível de assistência do cuidador em atividades de mobilidade estão relacionados com as características que refletem o melhor desempenho da habilidade ST-DP.

A partir dos resultados obtidos, espera-se que futuros estudos tenham como foco a manipulação do contexto da habilidade ST-DP, para verificar a capacidade de adaptabilidade de crianças típicas em desenvolvimento ou ainda objetivem estudar populações de risco. Igualmente, seria interessante estudar a influência do treino, baseando-se no modelo CIF, da habilidade ST-DP sobre o desempenho de atividades da rotina diária e nível de assistência do cuidador em atividades de mobilidade.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nos estudos conduzidos sugerem que:

- O início do desenvolvimento da habilidade ST-DP foi representado por trajetórias angulares com maiores oscilações e adoção de diferentes estratégias de movimento, refletindo o nível de instabilidade e período de exploração de movimentos em que se encontram. Além disso, as características cinemáticas se diferenciam em relação ao nível de desempenho, ou seja, quanto à necessidade de utilização ou não de apoio de membros superiores.
- As variáveis estudadas na habilidade ST-DP modificam-se ao longo dos 12 a 18 meses, o que reflete aprimoramento, ou seja, ganho de desempenho na faixa etária estudada. Esse aprimoramento é observado pelo aumento da frequência de tentativas sem apoio e com sucesso, pela diminuição do tempo de execução, diminuição dos picos angulares durante a transferência. Ao atingir a postura em pé, as crianças tendem a aumentar a extensão de tronco e joelho.
- O controle dos graus de liberdade para as articulações no processo de desenvolvimento da habilidade ST-DP pode ser representado tanto pelo aumento quanto pela diminuição da amplitude. Nessa concepção, a dinâmica dos graus de liberdade depende não somente da habilidade a ser executada, do período de desenvolvimento e por fim, mais especificadamente da articulação a ser analisada.
- Características cinemáticas que definem o aprimoramento da habilidade específica ST-DP estão relacionadas com o melhor desempenho nas

habilidades gerais da rotina diária infantil, e ainda, com o menor nível de assistência do cuidador nas atividades de mobilidade.



REFERÊNCIAS

Adolph KE, Avolio AM. (2000). Walking infants adapt locomotion to changing body dimensions. *J Exp Psychol Hum Percept Perform* 26:1148-66

Anttila H, Autti-Ramo I, Suoranta J, Makela M, Malmivaara A. (2008) Effectiveness of physical therapy interventions for children with cerebral palsy: A systematic review *BMC Pediatrics*, 8:14. [doi:10.1186/1471-2431-8-14](https://doi.org/10.1186/1471-2431-8-14)

Assaiante C. (1998) Development of locomotor balance control in healthy children. *Neurosci Biobehav Rev* 22:527-32

Barralon P, Noury N, Vuillerme N. (2005). Classification of daily physical activities from a single kinematic sensor. *Conf Proc IEEE Engineering Medicine Biology and Social* 3:2447-50

Berg, K; Wood-Dauphinee, S; Williams JI. (1995) The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with na acute stroke. *Scandinavian Journal of Rehabilitation and Medicine*, 27:27-36.

Bernstein N (1967) *The co-ordination and regulation of movements*. Pergamon Press, London.

Blain H, Jausset A, Thomas E, Micallef JP, Dupuy AM, et al. (2009). Low sit-to-stand performance is associated with low femoral neck bone mineral density in healthy women. *Calcification Tissue International* 84:266-75

Blundell SW, Shepherd RB, Dean CM, Adams RD, Cahill BM. (2003). Functional strength training in cerebral palsy: a pilot study of a group circuit training class for children aged 4-8 years. *Clinical Rehabilitation* 17:48-57

Bly L (1994) *Motor skills acquisition in first year: an illustrated guide to normal development*. Tucson: Therapy Skill Buiders.

Bohannon, RW (2006) Reference Values for the Timed Up and Go Test: A descriptive Meta-Analysis. *Journal Geriatric Physical Theap*. 29(2).

Brunt D, Greenberg B, Wankadia S, Trimble MA, Shechtman O. (2002). The effect of foot placement on sit to stand in healthy young subjects and patients with hemiplegia. *Archives Physical Medicine Rehabilitation* 83:924-9

Cahill BM, Carr JH, Adams R (1999) Inter-segmental coordination in sit-to-stand: age cross-sectional study. *Physiotherapy research international : the journal for researchers and clinicians in physical therapy*, 4, 12-27.

Camargos AC (2006). *O efeito do posicionamento dos membros inferiores durante o movimento de sentado para de pé em hemiparéticos crônicos*. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação).- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Chagas PS, Mancini MC, Fonseca ST, Soares TB, Gomes VP, Sampaio RF. (2006). Neuromuscular mechanisms and anthropometric modifications in the initial stages of independent gait. *Gait and Posture* 24:375-81

Cheng PT, Chen CL, Wang CM, Hong WH. (2004) Leg muscle activation patterns of sit-to-stand movement in stroke patients. *American Journal of Physical Medicine Rehabilitation* 83:10-6

Cheng PT, Chen CL, Wang CM, Hong WH. (2004) Leg muscle activation patterns of sit-to-stand movement in stroke patients. *American Journal of Physical Medicine Rehabilitation* 83:10-6

Chou SW, Wong AM, Leong CP, Hong WS, Tang FT, Lin TH. (2003) Postural control during sit-to stand and gait in stroke patients. *American Journal of Physical Medicine Rehabilitation* 82:42-7

Clark JE (1994) Motor Development. *Encyclopedia of human behavior*, 3, 245-255.

Corbetta D, Thelen E, Johnson K (2000) Motor constraints on the development of perception-action matching in infant reaching. *Infant behavior and development*, 23, 351-374.

Da Costa CSN, Savelsbergh GJ, Rocha, NACF (2010) Sit-to-stand movement in Children: a Review. *Journal of Motor Behavior*, 42 (2),127-134.

Dall PM, Kerr A (2010) Frequency of the sit to stand task: An observational study of free-living adults. *Applied Ergonomics* 41, 58-61.

Damiano DL, Alter KE, Chambers H (2009) New Clinical Research Trends in Lower Extremity Management for Ambulatory Children with Cerebral Palsy. *Physical Medicine Rehabilitation Clinical North American* 20: 469-491.

Danis CG, Krebs DE, Gill-Body KM, Sahrman S (1998) Relationship between standing posture and stability. *Physical Therapy*, Albany, 78, 502-17.

Domholdt E (2000) *Physical Therapy Research: Principles and Applications*, Second ed. Saunders (W.B) Co Ltd, Philadelphia.

Durward B R, Baer GD; Rower P J (2001) *Movimento funcional humano: mensuração e análise*. 1 ed. São Paulo: Manole.

Edelman GM (1987). *Neural Darwinism*. New York: basic Books.

Galli M, Cimolin V, Crivellini M, Campanini I (2008) Quantitative analysis of sit to stand movement: experimental set-up definition and application to healthy and hemiplegic adults. *Gait Posture* 28:80-5

Ganea R, Paraschiv-Ionescu A, Salarian A, Bula C, Martin E, et al. (2007) Kinematics and dynamic complexity of postural transitions in frail elderly subjects. *Conf Proc IEEE Engineering Medicine Biology and Social*, 6118-21

Garrera-Bowlby P L, Gentile AM (2004) Form and variability during sit-to-stand transitions: children versus adults. *Journal of Motor Behavior*, 36, 104-114.

Geert P & van Dijk M (2002) Focus on variability; new tools to study intraindividual variability in developmental data. *Infant Behavior and Development*, 25(4), 340-374.

Gibson EJ (1986) *The ecological approach to visual perception*. Hillsdale: Laurence Erlbaum Associates.

Gibson EJ, Pick AP (2000) An ecological approach to perceptual development. In E.J.Gibson & A.P. Pick (Eds), *An ecological approach to perceptual learning and*

development (pp. 14-25). New York: Oxford University Press.

Goldstein DN, Cohn E, Coster W (2004) Enhancing participation for children with disabilities: application of the ICF enablement framework to pediatric physical therapist practice. *Pediatric Physical Therapy*, 16, 114-20

Goulart FR, Valls-Sole J (1999) Patterned electromyographic activity in the sit-to-stand movement. *Clinical neurophysiology*, 110,1634–1640.

Hadders-Algra M, Brogren E, Forssberg H (1998) Development of postural control-differences between ventral and dorsal muscles? *Neurosci Biobehav Rev* 22:501-6.

Hael V, Vardaxis V, Ulrich B (2000) Learning To Cruise: Bernstein's Theory Applied To Skill Acquisition During Infancy. *Human Movement Science*,19, 685-715.

Haley SM, Coster W, Ludlow LH, Haltiwanger J (1992) *Pediatric Evolution of disability inventory: development, standardization and administration manual*. Boston: New England Medical Center, p.1-300.

Hallemaans A, De Clercq D, Aerts P (2006) Changes in 3D joint dynamics during the first 5 months after the onset of independent walking: a longitudinal follow-up study. *Gait and Posture*, 24, 270-9

Halpern R, Giugliani ERJ, Victoria CG, Barros FC, Horta BL (2000) Fatores de Risco Para Suspeita de Atraso no Desenvolvimento Neuropsicomotor aos 12 Meses De Vida. *Jornal de Pediatria*, V. 76, N. 6, P. 421-428. 2000

Hatzitaki V, Zisi V, Kollias I, Kioumourtzoglou E (2002) Perceptual-Motor Contributions to Static and Dynamic Balance Control in Children. *Journal of Motor Behavior*, 34(2):161-170.

Hennington G, Johnson M, Penrose J, Kory M (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.

Hirschfeld H, Thorsteinsdottir M, Olsson E (1999) Coordinated ground forces exerted by buttocks and feet are adequately programmed for weight transfer

during sit- to-stand. *Journal of neurophysiology*, 82, 3021–3029.

Holman, HR (1993) Qualitative inquiry in medical research. *Journal of Clinical Epidemiology*, 46 (1), 29-36.

Horak, FB, MacPherson JM (1996) Postural orientation and equilibrium. In: L.B. Rowell and J.T. Shepard, Editors, *Handbook of physiology*, Oxford University Press, New York, pp. 255–292.

Howle JM (2002) Current theoretical foundations In: *Neuro-developmental treatment approach. Theoretical Foundations and Principles of Clinical Practice*. NDTA, Laguna Beach.

Hughes MA, Myers BS, Schenkman ML (1996) The role of strength in rising from a chair in the functionally impaired elderly. *Journal of Biomechanics*, 29, 1509–1513.

Itokazu M, Uemura S, Aoki T, Takatsu T (1998) Analysis of rising from a chair after total knee arthroplasty. *Bulletin (Hospital of joint Diseases)*, 57, 88–92.

Ivanenko YP, Dominici N, Lacquaniti F (2007) Development of independent walking in toddlers. *Exercise Sport Science Review*, 35,67-73.

Janssen W, Bussman H, Stam H (2002) Determinants of the sit-to-stand movement: a review. *Physical therapy*, 82(9), 866-879.

Katz-Leurer M, Rotem H, Keren O, Meyer S (2009) The effects of a 'home-based' task-oriented exercise programme on motor and balance performance in children with spastic cerebral palsy and severe traumatic brain injury. *Clinical Rehabilitation*, 23(1),714-24.

Kawagoe S, Tajima N, Chosa E (2000) Biomechanical analysis of effects of foot placement with varying chair height on the motion of standing up. *Journal of Orthopedic Science*, 5(1), 124-33.

Van der Kamp J; Savelsbergh G (2000) Action and perception in infancy. *Infant Behavior and Development*, 23(1), 237-251.

Kawagoe S, Tajima N, Chosa E (2000) Biomechanical analysis of effects of foot placement with varying chair height on the motion of standing up. *J Journal of Orthopedic Science* 5(1),124-33.

Kembhavi G, Darrah J, Magill-Evans J, Loomis J (2002) Using the berg balance scale to distinguish balance abilities in children with cerebral palsy. *Pediatrics Physical Therapy*, 14(1), 92-9.

Kerr KM, White JA, Mollan RAB, Baird HE (1991) Rising from a chair: a review of the literature. *Physiotherapy*, 77, 15-19.

Kerr KM, White JA, Barr DA, Mollan RA (1997) Analysis of the sit-stand-sit movement cycle in normal subjects. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 12(1),236-45.

Kerrigan DC, Johansson JL, Bryant MG, Boxer JA, Della Croce U, Riley PO (2005) Moderate-heeled shoes and knee joint torques relevant to the development and progression of knee osteoarthritis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 86(1), 871-5.

Khemlani MM, Carr JH, Crosbie WJ (1999) Muscle synergies and joint linkages in sit-to-stand under two initial foot positions. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 14(1), 236-46.

Kunz R, Autti-Ramo I, Anttila H, Malmivaara A, Makela M (2006) A systematic review finds that methodological quality is better than its reputation but can be improved in physiotherapy trials in childhood cerebral palsy. *Journal of Clinical Epidemiology*, 59(1), 1239-48.

Ledeht A, Bril B (2000) Acquisition of upper body stability during walking in toddlers. *Developmental Psychobiology*, 36(1),311-24.

Liao H, Ying-Chi MS., Wen-Yu L (2007) Effectiveness of loaded sit-to-stand resistance exercise for children with mild spastic diplegia: a randomized clinical trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 88, 25-31.

Levangie PK, Norkin CC (2005) Posture. In: *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis*. 4ed. FA Davis Company, Philadelphia, p.479-499.

Lord SR, Murray SM, Chapman K, Munro B, Tiedemann A (2002) Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. *The Journal of Gerontology, Serie A, Biological Science and Medical Science*, 57(1), 539-43.

Mancini M (2005) *Inventário de Avaliação Pediátrica de Incapacidade (PEDI)* Manual da versão brasileira adaptada. Ed. UFMG. Belo Horizonte, 2005, p.1-193.

Mancini M C, Megale L, Brandão MB, Melo APP, Sampaio RF (2004) Efeito moderador do risco social na relação entre risco biológico e desempenho funcional infantil. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, 4 (1), 25-34.

Mazza C, Zok M, Croce UD (2005) Sequencing sit-to-stand and upright posture for mobility limitation assessment: determination of the timing of the task phases from forces platform data. *Gait and posture*, 21, 425-431.

McMillan AG, Scholz J, (2000) Early coordination for sit-to-stand task. *Human movement science*, 19, 21-57.

Millington PJ, Myklebust BM, Shambes GM (1992) Biomechanical analysis of the sit-to-stand motion in elderly persons. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 73(1), 609-17.

Newell KM (1986) Constraints on the development of coordination. In: M.G. Wade, H.T.A. Whiting (Eds). *Motor development in children: aspects of coordination and control* (pp. 31-360). Boston: Martin Nighoff.

Newell KM, Vaillancourt DE (2001) Dimensional change in motor learning. *Human Movement Science* 20(1), 695-715.

Newell KM (1984) Physical Constraints to Development of motor skills. In: THOMAS, J. I. (Eds). *Motor development during childhood and adolescence*. Boston: Mineapolis, Burgess, p. 105-115, 1984.

Papa E, Cappozzo A (2000) Sit-to-stand motor strategies investigated in able-bodied young and elderly subjects. *Journal of Biomechanics*. 33: 1113-22.

Park E, Park C, Lee HJ (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 ES, Park CI, Chang HC, Park CW, Lee DS (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, 668-74.

Park E, Park C, Lee HJ, 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.

Pazin AC, Martins MR (2007) Desempenho Funcional de crianças com Síndrome de Down e a qualidade de vida dos cuidadores. *Revista de Neurociências*, 15 (4):297-303.

Ploutz-Snyder LL, Manini T, Wolf DA (2002) Functionally relevant thresholds of quadriceps femoris strength. *The journals of gerontology, Series A, Biological sciences and medical sciences*, 57(4), 144-52.

Podsiadlo D, Richardson S (1991) The timed "Up and Go" test: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal American Geriatric and Sociology*, 39:142-148.

Ricken AXC, Bennett S & Savelsbergh G (2005) Coordination of reaching in children with Spastic Hemiparetic Cerebral Palsy under different task demands. *Motor Control*, 9, 357-371.

Riddiford-Harland DL, Steele JR, Baur LA (2006) Upper and lower limb functionality: Are these compromise in obese children? *International Journal of Peadiatrics Obesity*, 1, 42-49.

Riley PO, Krebs DE, Popat RA (1997) Biomechanical analysis of failed sit-to-stand. *IEEE Trans Rehabilitation Engeneering*, 5:353-9.

Russell DJ, Avery LM, Rosenbaum PL, Raina PS, Walter SD, Palisano RJ (2000) Improved scaling of the gross motor function measure for children with cerebral palsy: evidence of reliability and validity. *Physical Therapy*, 80:873-85.

Schenkman M.L, Berger R.A., Riley P.O. et al. (1990) Whole-body movements during rising to standing from sitting. *Physical Therapy*, 70, 638-648.

Seven Y, Akalan NE, Yucesoy CA (2008) Effect of Backloading on the biomechanics of sit-to-stand motiom in healthy children. *Human Movement Science*, 27(1), 65-79.

Shepherd RB, Koh HP (1996) Some biomechanical consequences of varying foot placement in sit-to-stand in young women. *Scandinavian Journal of Rehabilitation and Medicine* 28, 79-88.

Schultz AB, Alexander NB, Ashton-Miller JA (1992) Biomechanical analyses of rising from a chair. *Journal of biomechanics*, 25(12):1383-91.

Slaboda JC, Barton JE, Keshner EA (2009) Influence of moving visual environment on sit-to-stand kinematics in children and adults. *Perceptual Motor Skills* 109, 121-32.

Thelen E (1989) The (Re) Discovery of motor development: learning new things from an old field. *Developmental psychology*, 25, 946-949.

Thelen E (1993) Timing and Developmental Dynamics in the Acquisition of Early Motor Skills. In: Turkewitz, G, Devenny, DA (Ed.). *Develoment time and Timing*. New Jersey, Lawerence Erlbaum, p.85-104.

Thelen E (1995) Motor development: a new synthesis. *The american psychologist*, 50(2), 79-95.

Thelen E, Skala KD, Kelso SJA (1987) The dynamic nature of early coordination: evidence from bilateral leg movements in young infants. *Developmental psychology*, 23(2), 179-186.

Thelen E, Smith LB (1998) Dynamic systems theories. In: *Handbook of Child Psychology: Theoretical Models of Human Development*, pp. 563-634. John Wiley E

Sons, New York.

Turvey MT, Fitch BT, Tuller B (1982) The Bernstein Perspective: The Problem of Degrees of Freedom and Context-Conditioned Variability. In: Kelso, S. J.A. (ed.) *Human Motor Behavior: An Introduction*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1982.

Ulrich BD, Haehl V, Buzzi UH, Kubo M, Holt KG (2004) Modeling dynamic resource in populations with unique constraints: preadolescents with and without down syndrome. *Human Movement Science*, 23(2), 133-156.

Ulrich BD, Ulrich DA, Ângulo-Kinzler RM (1998) The Impact of context manipulations on movement patterns during a transition period. *Human Movement Science*, 17(3), 327-346.

Van Dam M, Hallemans A, Aerts P (2009) Growth of segment parameters and morphological classification for children between 15 and 36 months. *Journal of Anatomy*, 214(1):79-90.

Vander Linden DW, Brunt D, McCulloch MU (1994) Variant and invariant characteristics of the sit-to-stand task in healthy elderly adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 75:653-660.

Vanozzi G, Croce UD, Starita A, Benvenuti F, Capozzo A (2004) Knowledge discovery in databases of biomechanical variables: application to the sit to stand motor task. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 29(1), 1-7.

Yamada T, Demura S (2004) Influence of the relative difference in chair seat height according to different lower thigh length on floor reaction force and lower-limb strength during sit-to-stand movement, *Journal of Physiology and Anthropology Applied Human Science*, 23: 197-203.

Yoshioka S, Nagano A, Hay DC et al. (2009) Biomechanical analysis of the relationship between time and joint moment development during sit-to-stand task. *Biomedicine Engineering Online*, 22: 8-27.

Kwon YH (1988) *Kwon3d Motion Analysis Web*. Kwon, Young-Hoo. Retrieved 1/12/2003, 2003, from the World Wide Web: <http://kwon3d.com/manuals/index.htm>

Whitney S L et al. (2005) Clinical Measurement of Sit-to-Stand Performance in People With Balance Disorders: Validity of Data for the Five-Times-Sit-to-Stand Test. *Physical Therapy*, 85(10).

Williams E, Carroll S, Reddihough D, Phillips B, Galea M (2005) The Timed 'Up & Go' Test in Children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47: 518-524.

Wilson H, Haidere N, Song K, Telford D (1997) Ankle-Foot orthoses for preambulatory children with spastic diplegia. *Journal of pediatric orthopedics*, 17, 370-376.

Woollacott MH, Shumway-Cook H (1990) A Changes in posture control across the life span--a systems approach. *Physical therapy*,70(12):799-807.

World Health Organization (2001) *International Classification of Functioning, Disability and Health*. Geneva: Author.

Zablotny CM, Nawoczinski DA, Yu B (2003) Comparison between successful and failed sit-to-stand trials of a patient after traumatic brain injury. *Archives of Physical and Medicine Rehabilitation*, 84:1721-5

Zaino CA, Marchese VG, Westcott S L (2004) Timed Up and Down Satirs Test: Preliminary Reliability and Validity of a New Measure of Functional Mobility. *Pediatric Physical Therapy*, 16: 90-98, 2004.



APÊNDICES

Apêndice A: Dados referidos no Nascimento da Criança

<i>Participante</i>	<i>IG</i> <i>(semanas)</i>	<i>Gênero</i>	<i>PN</i> <i>(g)</i>	<i>Estatura</i> <i>(cm)</i>	<i>Apgar</i> <i>1'</i>	<i>Apgar</i> <i>5'</i>
1	40	F	3.46	50.5	10	10
2	40	M	3.56	51	9	10
3	38	F	3.13	50	10	10
4	40.7	F	3.12	48	8	9
5	40.4	M	3.62	49	8	10
6	37	F	2.98	47	9	10
7	37	M	3.29	49	8	10
8	38.3	F	3.19	49	9	10
9	37	M	3.81	50	8	10
10	40	M	3.66	49	8	10
11	40.8	F	3.27	47	9	10
12	39	F	3.54	50	10	10
<i>Média</i>	39.01666667		3.385	49.125	8.83333	9.91667
<i>SD</i>	1.494738246		0.257567	1.281423214	0.834847	0.288675

Legenda: IG: Idade Gestacional; PN: Peso ao Nascimento.

Apêndice B: *Dados antropométricos referidos na data de avaliação da Criança*

<i>Participante</i>	<i>Mês</i>	<i>Gênero</i>	<i>Massa (Kg)</i>	<i>Estatura (cm)</i>	<i>Distância EIAS (cm)</i>	<i>MID (cm)</i>	<i>MIE (cm)</i>
1	12	F	12	72	13,5	32	32
2	12	M	10	70,1	12	30	30
3	12	F	10,5	72	13	30,2	30,2
4	12	F	10	76	13	32	32
5	12	M	10,5	77	12	31	31
6	12	F	10,5	70	11,5	30	30
7	12	M	12	76	13	32	32
9	12	F	10	74	12,5	29,5	29,5
9	12	M	11	77	13	32,5	32,5
10	12	M	11	70,5	13	30,5	30,5
11	12	F	12	70	12,5	31,6	31,6
12	12	F	11	68,9	12	30	30

Legenda: Distância EIAS: distância entre as Espinhas Ilíacas Ântero-Superiores; MID: Membro Inferior Direito; MIE: Membro Inferior Esquerdo.

Apêndice C: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Nome do projeto: **DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE SENTADO PARA DE PÉ EM CRIANÇAS DE 12 A 18 MESES DE IDADE**

Responsáveis:

Prof.^aDr.^a Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha – Orientadora e Coordenadora do Projeto

Carolina Souza Neves da Costa - Aluna de Mestrado do Programa de pós-graduação em Fisioterapia

Eu, _____, RG N.º _____, residente à

_____ n.º _____, bairro _____, na cidade de

_____, estado _____, autorizo a participação de meu (minha) filho (a)

no estudo e concordo em participar na pesquisa conduzida por Dr.^a Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha e Carolina Souza Neves da Costa .

Objetivo do estudo:

É analisar as características cinéticas e cinemáticas da transferência sentado para de pé em crianças em desenvolvimento típico de 12 a 18 meses, bem como relacionar tais variáveis com habilidades funcionais na rotina diária infantil.

Explicação do procedimento:

Na avaliação serei submetida a um questionário acerca dos meus dados gestacionais, dados do nascimento e condições atuais de saúde de meu (minha) filho (a) e seus dados atuais de condições sócio-econômicas. Meu filho será pesado, medido e serão registrados as medidas de comprimento de membros inferiores e cirtometria coxa e panturrilha. Em seguida serão afixados marcadores com 2,5 cm de diâmetro em pontos do tronco, quadril e membros inferiores de meu (minha) filho (a) e ele será colocado em um banco auto-regulável, que permita que meu filho esteja sentado com flexão de joelhos a 90º. Serão apresentados a (o) meu (minha) filho (a) vários objetos atrativos na altura dos ombros em sua postura em pé e será pedido a eles que levantem da cadeira para alcançá-los, nesta fase quatro câmeras estarão filmando seus movimentos. Passarei, também, por uma entrevista padronizada (escala PEDI) acerca do desempenho funcional do meu filho em atividades da sua rotina diária.

Benefícios previstos:

Participando deste estudo, estarei ajudando no entendimento de como crianças em desenvolvimento típico comportam-se na atividade sentado para de pé e isto poderá trazer benefícios e subsídios para crianças com debilidades neuromotoras no que se refere ao tratamento e intervenções que a elas são designados.

Potenciais riscos e incômodos:

Fui informado de que o experimento não trará nenhum risco para a saúde de meu (minha) filho (a) e que a identidade dele (a) ou minha não serão reveladas.

Seguro saúde ou de vida:

Eu entendo que não existe nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida que possa vir a me beneficiar em função de minha participação neste estudo.

Liberdade de participação:

A minha participação neste estudo é voluntária. É meu direito interromper a participação de meu (minha) filho (a) a qualquer momento sem que isto incorra em qualquer penalidade ou prejuízo. Também entendo que a pesquisadora tem o direito de excluir do estudo o (a) meu (minha) filho (a) a qualquer momento.

Sigilo de identidade:

As informações obtidas nas filmagens deste estudo serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem a minha autorização oficial. Estas informações só poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos, desde que fique resguardada a minha privacidade.

A responsável por este estudo me explicou todos os riscos envolvidos, a necessidades da pesquisa e se prontificou a responder todas as questões sobre o experimento. Eu estou de acordo com a participação de meu (minha) filho (a) no estudo de livre e espontânea vontade e entendo a relevância dele. Julgo que é meu direito manter uma cópia deste consentimento.

Para questões relacionadas a este estudo, contate:

Carolina Souza Neves da Costa

ou

Nelci Adriana C. F. Rocha

Fone: 3361-1216 (residência)

Fone: 3351-8407 (LADI)

e-mail: costa.csn@gmail.com

e-mail: acicuto@ufscar.br

Assinatura da mãe ou responsável legal*

Nome por extenso

Assinatura do pesquisador

Nome por extenso

Assinatura de uma testemunha

Nome por extenso

São Carlos, de

(*) Responsável Legal:.....

Idade: Grau de parentesco:

Endereço:

Cidade/Estado: CEP:

Telefones:

Apêndice D- Protocolo para Coleta de Dados das Mães e Crianças**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 () Diabetes () 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?**.....**5- CONDIÇÕES ATUAIS DE SAÚDE e DESENVOLVIMENTO MOTOR****Observou algum atraso na aquisição de alguma habilidade motora:**

Controle de cabeça (0-4 meses): () sim () não . Se sim, qual foi a idade?

Rolar (5-6 meses): () sim () não . Se sim, qual foi a idade?

Sentar sem apoio (7-8 meses): () sim () não . Se sim, qual foi a idade?

Engatinhar (8-9 meses): () sim () não . Se sim, qual foi a idade?

Andar com apoio (10-11meses): () sim () não . Se sim, qual foi a idade?

Andar sem apoio (12 meses): () sim () não . Se sim, qual foi a idade?

No momento a criança possui algum comprometimento de saúde (mal estar, gripe, infecção, diarreia, febre)? sim () não . Se sim, qual?

.....

Apêndice E: Dados referidos no Nascimento da Criança

Participante	IG <i>(semanas)</i>	Gênero	PN <i>(g)</i>	Estatura <i>(cm)</i>	Apgar 1'	Apgar 5'
1	40	F	3.46	50.5	10	10
2	40	M	3.56	51	9	10
3	38	F	3.13	50	10	10
4	40.7	F	3.12	48	8	9
5	40.4	M	3.62	49	8	10
6	37	F	2.98	47	9	10
7	37	M	3.29	49	8	10
8	38.3	F	3.19	49	9	10
9	37	M	3.81	50	8	10
10	40	M	3.66	49	8	10
Média	38.84		3.381	49.25	8.7	9.9
SD	1.530577233		0.277357	1.1843892	0.823273	0.316228

Legenda: IG: Idade Gestacional; PN: Peso ao Nascimento.

Apêndice F: Dados antropométricos referidos na data de avaliação da Criança

<i>Participante</i>	<i>Mês</i>	<i>Gênero</i>	<i>Massa (Kg)</i>	<i>Estatura (cm)</i>	<i>Distância EIAS (cm)</i>	<i>MID (cm)</i>	<i>MIE (cm)</i>
1	12	F	12	72	13,5	32	32
2	12	M	10	70,1	12	30	30
3	12	F	10,5	72	13	30,2	30,2
4	12	F	10	76	13	32	32
5	12	M	10,5	77	12	31	31
6	12	F	10,5	70	11,5	30	30
7	12	M	12	76	13	32	32
9	12	F	10	74	12,5	29,5	29,5
9	12	M	11	77	13	32,5	32,5
10	12	M	11	70,5	13	30,5	30,5
1	13	F	11,5	73	13,5	33	33
2	13	M	11	71	12	31	31
3	13	F	11,5	73	13	31,5	31,5
4	13	F	11	78	13,5	33	33
5	13	M	11	78	13	32	32
6	13	F	10	71	12	30,5	30,5
7	13	M	12	76	13	32	32
8	13	F	10	74,5	12,5	30	30
9	13	M	11,5	78	13	33	33
10	13	M	11	72	13	31	31
1	14	F	12	75	13,5	34	34
2	14	M	11	72	12	31,5	31,5
3	14	F	11,5	75	13	32	32
4	14	F	12	79	13,5	33,5	33,5
5	14	M	12	79	13	32,5	32,5
6	14	F	10,5	72	12	31	31
7	14	M	13,5	77	13	32	32
8	14	F	12	75	13	33	33
9	14	M	11,5	80	13	35	35
10	14	M	11	74	13	32,5	32,5
1	15	F	12	78	14	35,5	35,5
2	15	M	10	74,5	12,5	31	31
3	15	F	11,9	78,8	13,5	34	34
4	15	F	12	81	15,5	35	35
5	15	M	13,9	80,5	13,5	33,5	33,5
6	15	F	10	74,5	12,5	31	31
7	15	M	13,5	81	14	34,5	34,5
8	15	F	10,5	76,5	13,5	34	34
9	15	M	13,5	81	14	36,5	36,5
10	15	M	10,5	76	13,6	34	34
1	18	F	13	80	14	37	37
2	18	M	11	76	13	33	33
3	18	F	12	80	14	36	36
4	18	F	11	83	15,5	36,5	36,5
5	18	M	13	82	14	35	35
6	18	F	11	76	13	33	33
7	18	M	11	83	14	36	36
8	18	F	12	78	14	35	35
9	18	M	13	83	14	38	38
10	18	M	11	79	14,5	35	35

Legenda: Distância EIAS: distância entre as Espinhas Ilíacas Ântero-Superiores; MID: Membro Inferior Direito; MIE: Membro Inferior Esquerdo.



ANEXOS

Anexo A: Sit-to-stand Movement in Children: a review

Journal of Motor Behavior, Vol. 42, No. 2, 2010
Copyright © Taylor & Francis Group, LLC

Sit-to-Stand Movement in Children: A Review

Carolina Souza Neves da Costa¹, Geert Savelsbergh², Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha¹

¹Department of Physiotherapy, Neuropediatric Research Unit, Federal University of São Carlos (UFSCar), Brazil. ²Institute for Fundamental and Clinical Human Movement Sciences, Faculty of Human Movement Sciences, Nrije Universiteit Amsterdam, The Netherlands.

ABSTRACT. The influence of determining factors on sit-to-stand (STS) movement in adults has been extensively described in the literature; however, there is a lack of information about such factors on children. Therefore, the purposes of the present study are to analyze the scientific publications about intrinsic and extrinsic factors influencing STS movement in children and to describe methodological procedures used in the studies under review. A bibliographical review was obtained from relevant database (1988–2009) using keywords, such as rising, chair, sit-to-stand, and children. In all, 109 articles were identified and 11 were selected. The literature indicates there is a lack of articles investigating disabilities other than cerebral palsy as well as extrinsic factors such as chair-type characteristics in typical and atypical children.

Keywords: children, motor development, review, sit-to-stand movement, standing

Sit-to-stand (STS) is one of the most commonly executed transitions of posture in a child's daily routine. Rising from a seated position is a fundamental activity for upright mobility, including walking, running, and jumping (Ploutz-Snyder, Manini, & Wolf, 2002).

Therapists consider STS an important skill that helps to determine the child's level of functional independence, and it is included in a wide of functional measures and standardized clinical tests for typical and atypical children (Haley, Coster, Ludlow, & Haltiwanger, 1992; Kembhavi, Darrah, Magill-Evans, Loomis, 2002; Russell et al., 2000).

Additionally, STS is a demanding task that requires a forward and upward displacement of the body's center of mass in order to transfer the body mass over the feet (Hennington et al., 2004). As the support base is narrowed down to an area limited by the feet, adequate body balance, neuromuscular control, and joint coordination are necessary (Hirschfield, Thorsteindottir, & Olsson, 1999). In this sense, limitations in ability to perform this movement adequately are closely related to falling recurrence, the increased dependence in activities of daily routine, and low-quality living situations (Janssen, Bussman, & Stam, 2002).

STS movement has been studied using accurate techniques such as dynamometry analysis, video analysis (Liao, Ying-Chi, & Wen-Yu, 2007; Mazza, Zok, & Croce, 2003; Park, Park, Lee, & Kim, 2003), optoelectronic systems (Hughes, Myers & Schenkman, 1996), goniometry (Itokazu, Uemura, Aoki, & Takatsu, 1998), and accelerometry (Goulart & Valls-Sole, 1999). Such sophisticated techniques are applied to measure details of movements (e.g., velocity, angular displacement, ground reaction forces), intending to provide information about processes underlying this movement pattern.

An approach to a comprehensive understanding, it is relevant to classify the factors influencing STS acquisition and improvements in children. Such factors include intrinsic factors, aspects of the performer's organic properties (strength, integrity of the nervous system, body size; Clark, 1994), and extrinsic factors, which are linked to elements outside the performer, such as ambient conditions and demands of the task performed (Bernstein, 1967; Ulrich, Ulrich, & Ângulo-Kinzler, 1998). Therefore, STS as a motor task can be described as emerging from the confluence of intrinsic and extrinsic factors and from changing interactions between environmental properties and the organism.

Regarding the assumption that children and adults have different intrinsic factors influencing their capabilities, Cahill, Carr, and Adams (1999) reported that STS movement for children is not directly comparable to that for adults. Frequently, children presented greater variability and particular susceptibility to a changing environmental factor (Guarrera-Bowlby & Gentile, 2004; McMillan & Scholz, 2000; Seven, Akalan, & Yucesoy, 2008). In this sense, the analysis of STS movement would be valuable in quantifying factors that influence this important skill in typical and atypical children. However, in recent reviews of STS, researchers investigated only adults (Janssen et al., 2002; Kerr, White, Mollan, & Baird, 1991); therefore, we believe that a review of STS movement in children is essential.

In addition, we consider that identifying the intrinsic and extrinsic factors influencing the STS movement may contribute toward a better understanding of the mechanisms by which typical and atypical children adapt their movements to different demands in this activity. The present study aims to review research on factors influencing STS movement in children and describe the methodological procedures used in the studies under review.

Method

We obtained scientific articles from an extensive search on several databases, including Medline, Lilacs, and Science Direct, between January of 1988 and October of 2009. We searched for all the following keywords combined: children, rising, chair, sit-to-stand, standing, and functional mobility activities.

Correspondence address: Carolina Souza Neves da Costa, R. Jose Sanguinetti, 50-403, Bl.2, São Joao Batista, CEP 30515-220, Belo Horizonte, MG, Brazil. e-mail: costa.csn@gmail.com

C. S. N. da Costa, G. Savelsbergh, & N. A. C. F. Rocha

The articles were initially selected after reading the corresponding titles and abstracts. The inclusion criterion was studies using comparative or experimental design to focus on the assessment of STS movement in children aged 13 years old or younger. Methodological quality was not taken into account because it was not our intention to judge reliability and validity of the studies. After full-text reading, the selection of articles composing this review was completed.

The experiments were first classified according to the influencing factors: *intrinsic factors*, the independent variables related to participants: age, type of development (typical and atypical), body-structure function and skill level, and type of diseases, and *extrinsic factors*, the independent variables determined by contextual manipulations: chair-type characteristics, loading and use of orthotics or any supporting equipment. Methodological aspects were also identified: sample size, experimental design, use of incentive, techniques used in data analysis, and dependent variables.

Influencing Factors on STS Movement in Reviewed Studies

The search for keywords initially resulted in 109 articles from Medline (72), Chroacane Library (3), Science Direct (24), and Lilacs (10). After reading titles and abstracts, 98 were excluded. The reasons for exclusion were the following: the methodology was not aimed at analyzing children ($n = 43$) and the analysis was not focused on STS movement itself ($n = 55$). Therefore, 11 articles from Medline (10), and Science Direct (1) remained in the review. Table 1 shows data related to year of publication, methodological issues, and influencing factors.

The acquisition of STS may be considered as important developmental milestone in the first year of a child's life because it is fundamental to his or her daily living, providing further possibilities of action in the environment (McMillan & Scholz, 2000). However, our survey indicates that STS movement in children has been not extensively described in the literature, as evidenced by the small number of pertinent articles included in this review. This may be a result of the fact that there is more interest in understanding the characteristics of STS movement in healthy adults and individuals with neuromotor disability, who cope with more challenges with this activity. In addition, researchers generally handle difficulties in assessing children and infants due to the absence in the assessments, parental refusal, unavailability, and also to the requirement of sophisticated techniques that can validate less trials for each session more precisely.

Additionally, in the majority of excluded articles, the analysis was not focused on STS movement, reflecting that the task is frequently used in clinical practice by applying standardized clinical testing (Blundell, Shepherd, Dean, Adams, & Cahill, 2003; Katz-Laurer, Rotem, Keren, & Meyer, 2009). Nevertheless, there is a scarce number of articles that mainly propose to understand the characteristics of this skill or

describe the influencing factors on the performance of STS movement in children.

Among the 11 articles, 10 were published in the previous 10 years, and, out of these, 5 were focused on children with cerebral palsy and 3 addressed STS movement only in typical children (Cahill et al., 1999; McMillan & Scholz, 2000; Seven et al., 2008).

Methodological Issues

In the articles under review, the number of participants varied from 5 to 86. The sample size may be determined by the study design because the one longitudinal study had a small sample size (McMillan & Scholz, 2000). According to Domholdt (2000), longitudinal studies are limited by a difficulty in keeping the participants in the study and composing representative samples, especially when researching individuals with neuromotor disease.

In all, 9 of the 11 articles were cross-sectional studies (Cahill et al., 1999; Guarrera-Bowlby & Gentile, 2004; Hennington et al., 2004; Park et al., 2003; Park, Park, Lee, & Kim, 2004; Riddiford-Harland, Steele, & Baur, 2006; Seven et al., 2008; Slaboda, Barton, & Keshner, 2009; Wilson, Haidere, Song, & Telford, 1997). Cross-sectional studies are important for delimitating the boundaries of change, but they cannot inform about the processes that engender changes (Thelen & Smith, 1998). Thus, the dynamic nature of child development seems to require the longitudinal design when the aim is to explain changes occurring over time.

Longitudinally studying the developmental trajectory of functional activities such as STS from acquisition to refinement is fundamental for identifying stages when movement patterns are stable, have minor variability, and are in transitional phases. In the transitional stage, skills have just been acquired, presenting major variability and unstable movement patterns (Thelen, 1989). Furthermore, knowing when functional skills are in the transitional stage is important, which is supported by Thelen (1995), who acknowledges that clinical intervention can only be effective when the system has sufficient flexibility to explore and select new solutions. Therefore, further information about developmental research on STS movement in typical and atypical children is still necessary to establish and characterize parameters of normal and abnormal movements.

In the assessment of STS movement, no research has been identified that used electromyography, optoelectronics, or goniometric systems. However, in three studies researchers used video analysis (Guarrera-Bowlby & Gentile, 2004; Riddiford-Harlan et al., 2006; Slaboda et al., 2009), whereas in eight other studies researchers used the combination of video analysis and force plates (Cahill et al., 1999; Hennington et al., 2004; McMillan & Scholz, 2000; Park, Park, Cheng, Park, & Lee, 2006; Park et al., 2003, 2004; Seven et al., 2008; Wilson et al., 1997). According to Vanozzi, Croce, Starita, Benvenuti, & Capozzo (2004), an integrated analysis (kinematic and kinetic analysis) is important to

TABLE 1. Articles Included in This Review

Authors	Year	N	Experimental design	Methodological issues			Intrinsic factors					
				Techniques	Dependent variables	Used incentive?	Type of development	Age	Skill level or body/structure function	Disability	Extrinsic factors	
H. Wilson, N. Häidere, K. Song, & D. Telford	1997	35	Cross-sectional	Video analysis, sensing resistor	Range of motion, duration of movement	No	20 T, 15 CP	2-5 years old	No	CP	Use of hinged and solid AFO	No
B. M. Cahill, J. H. Carr, & R. Adams	1999	30	Cross-sectional	Video analysis, dynamometry (Force plates)	Range of motion, movement time, peak angular velocity, vertical ground force	No	1 T	12-18 months old; 4-5, 9-10 years old	No	No		
A. G. McMillan & J. Scholz	2000	5	Longitudinal	Video analysis, dynamometry (force plates), qualitative analysis	Kinematic relative timing, relative magnitude of segmental momentum contributions, relative timing of peak segmental movement patterns	Yes—Associated with reaching toys	5 T	± 12-16 months old; 2, 4, 6 and 18 weeks postacquisition time of STS	No	No	Seat height: (a) 90% of lower leg length, (b) 60% of lower leg length	
E. S. Park, C. Park, H. J. Lee, & D. Kim	2003	48	Cross-sectional	Video analysis, dynamometry (force plates)	Phase duration of STS (6 crossitional points), range of motion, moment joint	No	21 T, 27 CP (12 Hemi, 15 Di)	3-5 years old	No	CP		No
G. Hennington, M. Johnson, J. Penrose, K. Barr, M. L. McMulkin, & D. W. Vander Linden	2004	20	Cross-sectional	Video analysis, dynamometry (force plates)	Range of motion, phase duration of STS (4 crossitional points), amplitude, maximum head velocity, timing of ground forces reaction	No	10 T, 10 CP	4-13 years old (T), 4-11 years old (CP)	GMFCS I & II	CP	Seat height: (a) 100% of lower leg length, (b) 120% of lower leg length	

(Continued on next page)

TABLE 1. Articles Included in This Review (Continued)

Authors	Year	N	Experimental design	Methodological issues			Intrinsic factors				
				Techniques	Dependent variables	Used in-centive?	Type of development	Age	Skill level or body/structure function	Disability	Extrinsic factors
P. L. Guarrera-Bowly & A. M. Gentile	2004	12	Cross-sectional	Video analysis	Range of motion, segmental angular motion, temporal coordination, coefficients of variation: peak angular displacement and velocity, onset and duration of segmental angular motion	No	6 A, 6 T	6-7 years old (T), 27-28 years old (A)	No	No	No
E. S. Park, C. Park, H. J. Lee, & D. Kim	2004	19	Cross-sectional	Video analysis, dynamometry (force plates)	Range of motion, phase duration of STS (4 cross-sectional points), moment and power joint	No	19 CP	2-6 years old	No	CP	Use of unhinged AFO
E. S. Park, C. I. Park, H. C. Chang, C. W. Park, & D. S. Lee	2006	32	Case-control	Video analysis, dynamometry (force plates)	Range of motion, movement time, moment and power joint	No	32 CP	2-6 years old	Modified As-chworth Scale, GMFCS	CP	No
D. L. Riddiford-Harland, J. R. Steele, & L. A. Baur	2006	86	Cross-sectional	Video analysis	Range of motion, phase duration (4 cross-sectional points), segmental angular motion	No	43 T, 43 O	8-9 years old	No	O	No
Y. Seven, N. E. Akalan, & C. A. Yucesoy	2008	15	Cross-sectional	Video analysis, dynamometry (force plates)	Relative phase duration of STS (4 cross-sectional points), range of motion, moment and power joint	No	15 T	9-10 years old	No	No	Backloading: (a) 10% of body weight, (b) 20% of body weight
J. C. Slaboda, J. E. Barton, & E. A. Keshner	2009	18	Cross-sectional	Video analysis	Relative phase duration of STS (3 cross-sectional points), head and trunk center-of-mass displacement, head and trunk angular velocities	No	10 A, 8 T	8-12 years old (T), 21-49 years old (A)	No	No	Sensory manipulation by changing visual field: (a) dark room, (b) rotation of the visual scenes (pitch, roll, up and down), (c) time delay condition

Note. STS = sit to stand; GMFCS = Gross Motor Function Classification System; T = typical; CP = cerebral palsy; O = obese; Hemi = hemiplegia; Di = diplegia; A = adults; AFO = ankle-foot orthosis.

allow for the description of participant performance and for discrimination among different motor strategies, which may support the clinical decision-making process.

McMillan and Scholz (2000) and Guarrera-Bowbly and Gentile (2004) were the only researchers concerned with the assessment of STS movement using qualitative analysis, which emphasized the description of strategies to execute and coordinate the movement. The strategies for coordinating were categorized as either *diagonal up* or *forward up* because strategies were determined by the presence and absence of trunk rotation, respectively (McMillan & Scholz). Qualitative methodology has been a practical tool used to evaluate important skills, such as gait (Ulrich, Haehl, Buzzi, Kubo, & Holt 2004), reaching (Corbetta, Thelen, & Johnson, 2000), and kicking movements (Thelen, Skala, & Kelso, 1987), to identify individual movement characteristics that are not always measurable by quantitative analysis. In this sense, it is important to acknowledge that quantitative and qualitative analysis may contribute to the study of STS movement in typical and atypical children, reflecting the performance presented in daily living context as well as challenges and facilities.

In most articles, the dependent variables chosen were widely diverse regarding the type of techniques used for quantifying the performance level and describing the coordination pattern for STS task. At this point, it seems worthwhile to indicate which variables from studies were appropriated for research questions. For example, the movement time and phase duration were considered easy variables to infer about STS movement performance (Park et al., 2003; Hennington et al., 2004; Riddiford-Harland et al., 2006; Wilson et al., 1997). However, other variables must be analyzed to understand which movement strategies children use to face the task demands. The interaction between kinematic and kinetic analysis was relevant to understand the role of internal and external forces in the task (Cahill et al., 1999; Hennington et al., 2004; Park et al., 2006). Correlation between angular joints (McMillan and Scholz, 2000) and relative interaction between angular velocity and angular displacement (Guarrera-Bowbly & Gentile, 2004) have provided a means of verifying the coordination patterns involved in the STS movement in addition to inter- and intraindividual variability. On the other hand, Slaboda et al. (2009) inferred the control mechanisms of postural control and balance during STS from the head and trunk center of mass analysis. Furthermore, they pointed out that trunk must be included in the STS analysis and that it should not consist of only lower extremities analysis because the trunk is the principal axis of motion over the entire activity.

In addition, comparing the results of the studies was difficult because of differences in the manner by which the STS movement was described in relation to definition of phases and task events. A more simple division of STS movement was done by Riddiford-Harland et al. (2006), who defined three phases: the preparation (from initial trunk movement to maximal trunk extension), transition (from maximum trunk

extension to just prior to seat off), and extension (from seat off until the upright stationary position) phases. Slaboda et al. (2009) also described three phases, but in a different way. The first phase was identified as the time when the flexion angle of the trunk moved more than two standard deviations from the seat position to the time when the forward velocity of the trunk center of mass reached a maximum. The liftoff-upright phase was the time after liftoff until the trunk center-of-mass velocity in the z direction reached a maximum. Finally, the upright-stand phase was the time after upright to when trunk center-of-mass velocity was at maximum (Slaboda et al.).

A more detailed and frequently used definition of the phases for STS movement is the one adapted from an adult protocol (Schenkman, Berger, Riley, Mann, & Hodge, 1990). This adult protocol is marked by five phases: Phase 1 (forward transfer of trunk), Phase 2 (hip lifting off the chair), Phase 3 (transitory knee extension point to maximal ankle dorsiflexion), Phase 4 (maximal ankle dorsiflexion to point of just standing-up in nearly full extension of the knee and hip), and Phase 5 (stable standing). Because quiet stance involves some lateral and anteroposterior sway, it seems to be difficult to define Phase 5. As a result, the authors that use Schenkman's protocol typically report only the first three phases (Hennington et al., 2004; Seven et al., 2008). Park et al. (2003), Park et al. (2004), and Park et al. (2006) divided the Phase 2 from into two more phases, including the transition point of maximal hip flexion between the hip lifting off the chair and maximal ankle dorsiflexion. Moreover, as a result of the STS movement is an acyclical and rapid transfer, accurate and expensive techniques seem to be required to extract more information from a greater number of movement phases.

Finally, of the 11 articles, in only two was STS movement associated with motivational tasks. Children were enticed to stand by placing a toy on a table located directly in front of the seat in McMillan and Scholz's (2000) study. Slaboda et al. (2009) used projections of moving visual scenes in order to simulate situations in daily living context, such as watching a train pass or a bird flying in child's direction.

According to Howle (2002), it is not reliable to investigate motor tasks that are isolated from their functional context because that spontaneous exploration of possibilities for actions is necessary to accomplish a goal-directed activity. Furthermore, rehabilitation research has shown that task context can be a great and important factor in improving motor performance in individuals with movement disorders (Ricken, Bennett, & Savelsbergh, 2005). In this idea, it seems to be essential that future studies in STS attend their objectives in a functional context, especially in studies with children, who need to be motivated for adjusting their strategies to achieve the task goals.

Intrinsic Factors

The influence of age on the ability to do STS movement is often studied in comparative and experimental studies (Cahill

C. S. N. da Costa, G. Savelsbergh, & N. A. C. F. Rocha

et al., 1999; Guarrera-Bowlby & Gentile, 2004; McMillan & Scholz, 2000). Given that motor behavior has been understood as the product of multiple contributing influences, results from studies with exclusively age-based changes should be treated carefully. In this sense, some researchers have considered other intrinsic factors on STS movement beyond age, including skill level (Hennington et al., 2004), as well as characteristics that reflect body function, body structure, and the presence of any disability, such as cerebral palsy.

In five articles, the STS task was assessed under a cerebral palsy condition, although in one article, differences in performance of obese and nonobese children were investigated. However, there is no research concerning the influence of others' physical or neuromotor functional disabilities on this movement. Children with cerebral palsy and obese children show difficulties in STS movement and also use various compensatory patterns for accomplishing this task. Children with cerebral palsy executed this task with minor velocity, increased anterior pelvic tilt, early abrupt knee extension, and decreased extensor power generation of the hip and knee joints (Hennington et al., 2004; Park et al., 2003; Wilson et al., 1997). One intrinsic factor that helps to explain those compensatory patterns is the presence of spasticity because that higher level of spasticity is related to reduction in velocity and increases in peak flexion angle, especially to ankle joint, during rising from chair (Park et al., 2006).

Obese children also took longer to rise, moving their trunk backward in a preparation phase, attempting to generate sufficient angular trunk momentum, which is important during the transition and extension phases. Motion analysis of STS movement in children with disabilities would be worthwhile for providing handed information to elaborate proper therapeutic planning, particularly in preambulatory children (i.e., competent for standing up independently, but not walking without support).

In the articles under review, participant information was rather restricted, especially regarding those children with disabilities. Only in two studies was the skill level on functional mobility considered (Hennington et al., 2004; Park et al., 2006). Future researchers should further explore this and possibly link it to other intrinsic characteristics, such as severity level, scales of functional mobility, independence level of activities of daily living, and scores obtained from tests on muscle force. Identifying this information can be useful for establishing common communication among researchers and clinicians, allowing comparisons of other populations with distinct age groups or levels of severity, but also having similar characteristics in motor capabilities and disabilities. According to the present International Classification of Functioning, Disability and Health embraced by World Health Organization (2001), it is important to focus also on disabilities and functioning characteristics and not only on impairments or diseases. Therefore, to collect as much information as possible about body function and structures, and also to relate that information with functional ac-

tivity level are essential to elaborate a proper rehabilitation program.

Extrinsic Factors

In six articles researchers analyzed the influence of extrinsic factors on STS movement. Wilson et al. (1997) and Park et al. (2004) investigated children with cerebral palsy in the STS movement using solid or hinged ankle-foot orthoses. The effect of seat height was studied on typical children (McMillan & Scholz, 2000) and children with cerebral palsy (Hennington et al., 2004). The influence of back loading on STS movement in typical children was studied by Seven et al. (2008). Slaboda et al. (2009) investigated the effect of visual field motion on STS kinematics in typical children and adults.

Studies concluded that hinged ankle-foot orthoses have more beneficial effect on STS movement than do solid ones (Wilson et al., 1997). Improvements of temporal, kinematic, and kinetic parameters were noted during the task when children with spastic cerebral palsy wore hinged ankle-foot orthoses (Park et al., 2004). In a different way, lowering the height of the seat in typical children and in children with cerebral palsy makes the STS movement biomechanically more demanding (Hennington et al., 2004; McMillan & Scholz, 2000). The biomechanics of STS movement in typical children was also affected substantially by the back loading even at low loads (10% of body weight), leading to changes in initial joint angles, timing and magnitude of critical kinetic and kinematic parameters (Seven et al., 2008). In this sense, we considered that typical children and children with cerebral palsy were capable of organizing solutions and making selective adjustments within their own action capabilities, even under some task demands. Further research is required to examine if these motor compensations or improvements would remain the same when performing under more challenging task demands, such as other chair-type characteristics, particularly for atypical children that have limitations on adaptedness.

Regarding chair-type characteristics, there is no research that explores the interaction among the height of the armrest, backrest, seat height, or seat inclination, and their cumulative effect on performance of the STS movement in children. However, studying the relationship among these extrinsic factors is fundamental for comprehending which characteristics may hinder or facilitate STS movement, approaching to task demands required in a child's daily life.

Besides mechanical constrains, Slaboda et al. (2009) investigated the effect of changing sensory constraints by the absence or presence of a moving visual environment. They found that the STS kinematic movement of children was influenced by a moving visual field, locking their head and trunk motion when the timing and directionality of visual flow were modified.

It is important to emphasize that STS movement has been widely used as an option of activity for therapeutic

training. In this sense, in understanding how these factors may influence the performance, clinicians would be secure for establishing any chair-type characteristics or using different types of visual scenes for proper physical therapy.

Conclusion

Generally, it is worth noting that STS movement in children with cerebral palsy has been relatively well-studied; however, there is a lack of articles in which researchers have investigated other disabilities. In the same way, extrinsic factors influencing STS, such as chair-type characteristics were rarely explored in typical and atypical children. Furthermore, basic developmental research on STS movement in typical children is clinically relevant, but much still remains to be investigated to provide standardization of movement characteristics, which can be associated with performance enhancement.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors owe many thanks to the Fund for Scientific Research—CNPQ/Brazil, which financially supported this study.

REFERENCES

- Bernstein, N. (1967). *The co-ordination and regulation of movements*. London: Pergamon Press.
- Blundell, S. W., Shepherd, R. B., Dean, C. M., Adams, R. D., & Cahill, B. M. (2003). Functional strength training in cerebral palsy: A pilot study of a group circuit training class for children aged 4–8 years. *Clinical Rehabilitation*, *17*, 48–57.
- Cahill, B. M., Carr, J. H., & Adams, R. (1999). Inter-segmental coordination in sit-to-stand: Age cross-sectional study. *Physiotherapy Research International*, *4*, 12–27.
- Clark, J. E. (1994). Motor development. *Encyclopedia of Human Behavior*, *3*, 245–255.
- Corbetta, D., Thelen, E., & Johnson, K. (2000). Motor constraints on the development of perception-action matching in infant reaching. *Infant Behavior and Development*, *23*, 351–374.
- Domholdt, E. (2000). *Physical therapy research: Principles and applications* (2nd ed). Philadelphia: Saunders.
- Goulart, F. R., & Valls-Sole, J. (1999). Patterned electromyographic activity in the sit-to-stand movement. *Clinical Neurophysiology*, *110*, 1634–1640.
- Guarrera-Bowlby, P. L., & Gentile, A. M. (2004). Form and variability during sit-to-stand transitions: children versus adults. *Journal of Motor Behavior*, *36*, 104–114.
- Haley, S. M., Coster, W., Ludlow, L. H., & Haltiwanger, J. (1992). *Pediatric evolution of disability inventory: Development, standardization and administration manual*. Boston: New England Medical Center.
- Hennington, G., Johnson, M., Penrose, J., Barr, K., McMullin, M. L., & Vander Linden, D. W. (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.
- Hirschfeld, H., Thorsteinsdottir, M., & Olsson, E. (1999). Coordinated ground forces exerted by buttocks and feet are adequately programmed for weight transfer during sit-to-stand. *Journal of neurophysiology*, *82*, 3021–3029.
- 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). Laguna Beach, CA: Neuro-Developmental Treatment Association.
- Hughes, M. A., Myers, B. S., & Schenkman, M. L. (1996). The role of strength in rising from a chair in the functionally impaired elderly. *Journal of Biomechanics*, *29*, 1509–1513.
- Itokazu, M., Uemura, S., Aoki, T., & Takatsu, T. (1998). Analysis of rising from a chair after total knee arthroplasty. *Bulletin (Hospital of Joint Diseases)*, *57*, 88–92.
- Janssen W., Bussman H., & Stam H. (2002). Determinants of the sit-to-stand movement: A review. *Physical Therapy*, *82*, 866–879.
- Katz-Leurer, M., Rotem, H., Keren, O., & Meyer, S. (2009). The effects of a “home-based” task-oriented exercise programme on motor and balance performance in children with spastic cerebral palsy and severe traumatic brain injury. *Clinical Rehabilitation*, *23*(1), 714–724.
- Kembhavi, G., Darrah, J., Magill-Evans, J., & Loomis, J. (2002). Using the berg balance scale to distinguish balance abilities in children with cerebral palsy. *Pediatrics Physical Therapy*, *14*(1), 92–99.
- Kerr, K. M., White, J. A., Mollan, R. A. B., & Baird, H. E. (1991). Rising from a chair: A review of the literature. *Physiotherapy*, *77*, 15–19.
- Liao, H., Ying-Chi, M. S., & Wen-Yu, L. (2007). Effectiveness of loaded sit-to-stand resistance exercise for children with mild spastic diplegia: A randomized clinical trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *88*, 25–31.
- Mazza C., Zok M., & Croce, U. D. (2005). Sequencing sit-to-stand and upright posture for mobility limitation assessment: Determination of the timing of the task phases from forces platform data. *Gait & Posture*, *21*, 425–431.
- McMillan, A. G., & Scholz, J. (2000). Early coordination for sit-to-stand task. *Human Movement Science*, *19*, 21–57.
- Park, E. S., Park, C. I., 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.
- 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 & Posture*, *17*, 43–49.
- Park, E. S., Park, C., Lee, H. J., & Kim, D. (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.
- Ploutz-Snyder, L. L., Manini, T., & Wolf, D. A. (2002). Functionally relevant thresholds of quadriceps femoris strength. *The Journals of Gerontology: Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, *57*(4), 144–152.
- Ricken, A. X. C., Bennett, S., & Savelsbergh, G. (2005). Coordination of reaching in children with Spastic Hemiparetic Cerebral Palsy under different task demands. *Motor Control*, *9*, 357–371.
- Riddiford-Harland, D. L., Steele, J. R., & Baur, L. A. (2006). Upper and lower limb functionality: Are these compromised in obese children? *International Journal of Pediatrics Obesity*, *1*, 42–49.
- Russell, D. J., Avery, L. M., Rosenbaum, P. L., Raina, P. S., Walter, S. D., & Palisano, R. J. (2000). Improved scaling of the gross motor function measure for children with cerebral palsy: Evidence of reliability and validity. *Physical Therapy*, *80*, 873–885.
- Schenkman, M. L., Berger, R. A., Riley, P. O., Mann, R. W., & Hodge, W. A. (1990). Whole-body movements during rising to standing from sitting. *Physical Therapy*, *70*, 638–648.
- Seven, Y., Akalan, N. E., & Yucesoy, C. A. (2008). Effect of back-loading on the biomechanics of sit-to-stand motion in healthy children. *Human Movement Science*, *27*(1), 65–79.
- 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.

C. S. N. da Costa, G. Savelsbergh, & N. A. C. F. Rocha

- Thelen, E. (1989). The (Re)Discovery of motor development: Learning new things from an old field. *Developmental Psychology*, 25, 946–949.
- Thelen, E. (1995). Motor development: A new synthesis. *American Psychologist*, 50(2), 79–95.
- Thelen, E., Skala, K. D., & Kelso, S. J. A. (1987). The dynamic nature of early coordination: evidence from bilateral leg movements in young infants. *Developmental Psychology*, 23, 179–186.
- Thelen, E., & Smith, L. B. (1998). Dynamic systems theories. In *Handbook of child psychology: Theoretical models of human development* (5th ed., pp. 563–634). New York: Wiley.
- Ulrich, B. D., Haehl, V., Buzzi, U. H., Kubo, M., & Holt, K. G. (2004). Modeling dynamic resource in populations with unique constraints: Preadolescents with and without down syndrome. *Human Movement Science*, 23, 133–156.
- Ulrich, B. D., Ulrich, D. A., & Ângulo-Kinzler, R. M. (1998). The impact of context manipulations on movement patterns during a transition period. *Human Movement Science*, 17, 327–346.
- Vanozzi, G., Croce, U. D., Starita, A., Benvenuti, F., & Capozzo, A. (2004). Knowledge discovery in databases of biomechanical variables: Application to the sit to stand motor task. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 29(1), 1–7.
- Wilson, H., Haidere, N., Song, K., & Telford, D. (1997). Ankle-foot orthoses for preambulatory children with spastic diplegia. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 17, 370–376.
- World Health Organization (2001). *International classification of functioning, disability and health*. Geneva: Author.

Submitted June 18, 2009

Revised November 28, 2009

Accepted December 18, 2009

Anexo B: Protocolo de Comitê de Ética



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos**

Via Washington Luís, km. 235 - Caixa Postal 676

Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110

Fax: (016) 3361.3176

CEP 13560-970 - São Carlos - SP - Brasil

propp@power.ufscar.br - <http://www.propp.ufscar.br/>

CAAE 0061.0.135.000-08

Título do Projeto: Desenvolvimento da Atividade Sentado para de pé em crianças de 12 a 18 meses de idade

Classificação: Grupo III

Pesquisadores (as): Carolina Souza Neves da Costa, Profª Drª Nelci Adriana C. F. Rocha (orientadora)

Parecer Nº. 307/2008

1. 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 delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), 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 em ___/___/___ e ao término do estudo.

2. Avaliação do projeto

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU:

As pendências apontadas no Parecer nº. 279/2008, de 25 de junho, foram satisfatoriamente resolvidas.

O projeto atende as exigências contidas na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

3. Conclusão:

Projeto aprovado

São Carlos, 16 de julho de 2008.

Profª. Dra. Cristina Paiva de Sousa
Coordenadora do CEP/UFSCar