

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

Efeito da colocação da órtese *Pediasuit* na oscilação postural durante a atividade de alcance manual na postura sentada em crianças com Paralisia Cerebral

Livia Pessarelli Visicato

São Carlos

2014

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

Efeito da colocação da órtese *Pediasuit* na oscilação postural durante a atividade de alcance manual na postura sentada em crianças com Paralisia Cerebral

Livia Pessarelli Visicato

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Nelci Adriana C. F. Rocha

Co-orientadora: Ana Carolina de Campos

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

2014

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

V831ec Visicato, Livia Pessarelli.
Efeito da colocação da órtese *Pediasuit* na oscilação postural durante a atividade de alcance manual na postura sentada em crianças com paralisia cerebral / Livia Pessarelli Visicato. -- São Carlos : UFSCar, 2015.
144 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2015.

1. Paralisia cerebral. 2. Controle postural. 3. Órteses. I. Título.

CDD: 616.836 (20ª)

Folha de aprovação



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Folha de Aprovação

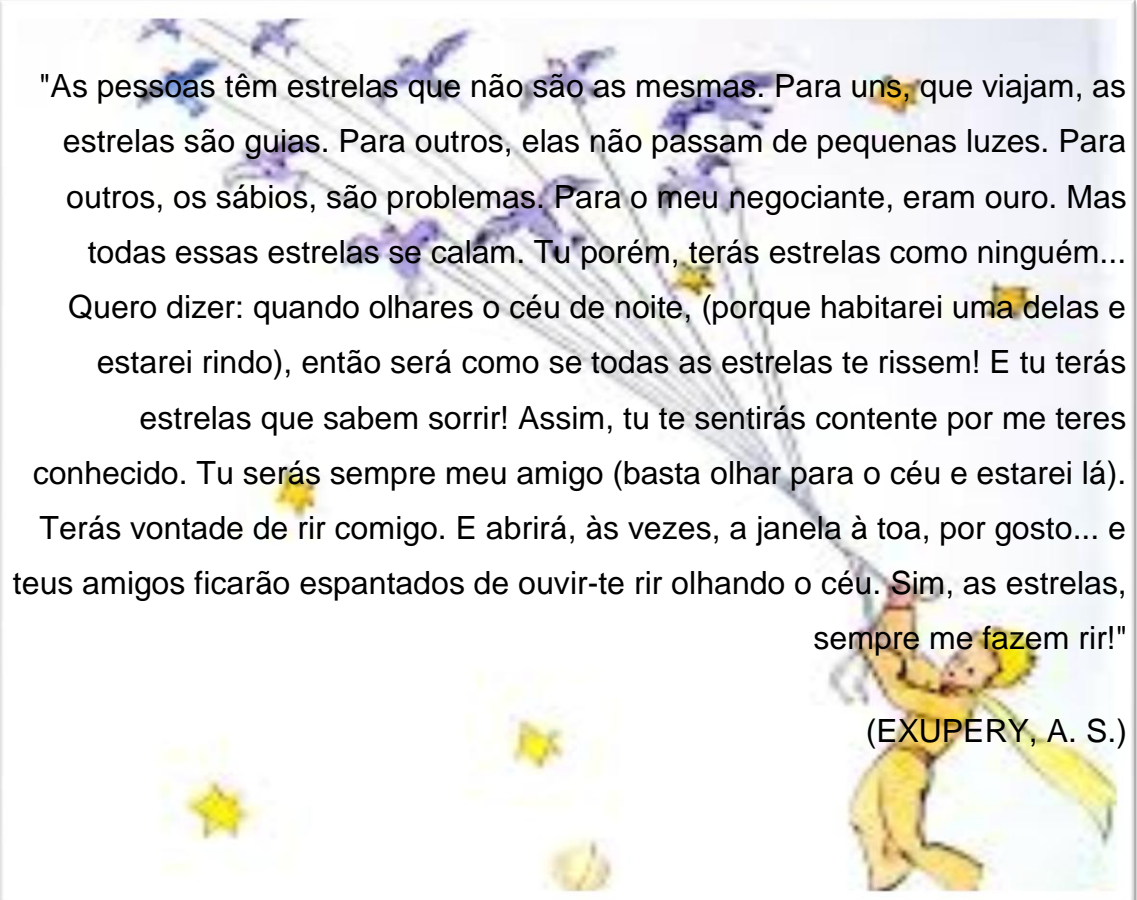
Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Livia Pessarelli Visicato, realizada em 24/02/2015:

Profa. Dra. Ana Carolina de Campos
NIH

Profa. Dra. Raquel de Paula Carvalho
UNIFESP

Profa. Dra. Daniela Godoi Jacomassi
UFSCar

Dedico esta dissertação a Deus, pois ele me deu oportunidade de chegar até aqui, aos meus amigos de LUZ que me deram forças e aos meus pais, Angela e Marcos pelo incentivo, amor, confiança, carinho e empurrões.



"As pessoas têm estrelas que não são as mesmas. Para uns, que viajam, as estrelas são guias. Para outros, elas não passam de pequenas luzes. Para outros, os sábios, são problemas. Para o meu negociante, eram ouro. Mas todas essas estrelas se calam. Tu porém, terás estrelas como ninguém... Quero dizer: quando olhares o céu de noite, (porque habitarei uma delas e estarei rindo), então será como se todas as estrelas te rissem! E tu terás estrelas que sabem sorrir! Assim, tu te sentirás contente por me teres conhecido. Tu serás sempre meu amigo (basta olhar para o céu e estarei lá). Terás vontade de rir comigo. E abrirá, às vezes, a janela à toa, por gosto... e teus amigos ficarão espantados de ouvir-te rir olhando o céu. Sim, as estrelas, sempre me fazem rir!"

(EXUPERY, A. S.)

Agradecimentos

A Deus, pois me deu oportunidade de voltar ao mundo para cumprir minhas metas e aprender a lidar com as dificuldades que encontrei no decorrer da vida com amor, fé, força e muita dedicação .

A professora Adriana que mesmo distante se fez presente, me auxiliou e confiou no meu trabalho. Também não posso deixar de agradecer a oportunidade que me propiciou, assim como a compreensão que teve durante as inúmeras viagens a São Paulo que para cuidar da saúde do meu pai. AHH!!!! Não posso esquecer-me da paciente que ela teve com meu desespero.

A Ana que sempre me acolheu e aceitou a trabalhar ao meu lado na época de graduação e na pós graduação. Não poderia ter alegria maior quando soube que seria minha co-orientadora e que estaria comigo nesta jornada. Não posso me esquecer de agradecer ao Davi que me cedeu sua mãe por instantes, segundos e até horas e participou e algumas reuniões...

As meninas do LADI (Carol, Vanessa, Carol, Adrianinha, Silvia, Fernanda, Joice e Mariana) que me acolheram com carinho no laboratório.

As minhas amigas de laboratório Mari, Drizinha, Carol e Carol com tempo descobrimos quem serão nossos verdadeiros amigos...quem te levarão para as festas ou ficarão ao seu lado quando não tiver mais forças nem para vestir uma roupa.

A Rafa e a Carol que estiveram ao meu lado coletando, foram dias difíceis, porém valeu a pena estar com vocês. Dividir banheiro na coleta, quarto com “fronha” bem limpinha, despertador de galinhas, hotel, viagens, monta e desmonta laboratório.

A Gabi que sempre me ouviu, aconselhou, me deu forças e que em longos e “tenebrosos” sábados e dias da semana recebeu mensagens no WATT com dúvidas, questionamentos e indecisões. Obrigada Gahhh sua ajuda foi essencial.

A Vanessa que varias vezes me socorreu com minha ausência do laboratório, entregando documentos na pós... e o dia que fiquei mais “nervosa” esteve ao meu lado tentando me acalmar.

Aos pais das crianças que trouxeram seus filhos para avaliação, assim colaborando com esta pesquisa.

As instituições: ARIL, APAE de Bebedouro, Matão, Taquaritinga e Monte Alto que confiaram em nosso trabalho e permitiram que realizássemos nossas avaliações nas crianças institucionalizadas cedendo nos espaço, atenção e companheirismo.

As crianças pela colaboração na avaliação e vínculo de confiança, carinho e amizade no decorrer deste trabalho.

Aos meus pais Angela e Marcos que confiaram em mim e me deram a oportunidade de nascer, crescer e enfim seguir minha carreira, pois é com grandes exemplos e muito carinho que conseguimos ser melhores, não esquecendo os puxões de orelha e o ombro amigo. Aos telefonemas em momentos de desespero e as palavras de força. Posso dizer que a cada dia que passa meu amor e minha admiração é maior... e aprendi que na vivemos o que temos que viver, assim como as escolhas que fazemos fazem parte de nosso livre arbítrio... Ahhh pai como gostaria de ter o poder de te curar ou ter dois fígados para te dar um, pois meu pedacinho ainda não é suficiente.

Ao meu irmão Leonardo que foi o que mais se empenhou para que eu melhorasse e pudesse ter forças para continuar, mesmo com seu jeitinho único, seco, porém muito amoroso e carinhoso.

A minha “cunha” Priscila que sempre me ouviu me dando forças e sorrindo, assim como me transmitindo paz e serenidade.

A avó Adair que me deu oportunidade de cursar a faculdade e sempre me incentivou na carreira, bem como me acolheu sempre com carinho e palavras de incentivo.

A avó Lucia que me ajudou a rodar os dados no matlab, sempre me incentivando perguntado se eu precisava de ajuda e que eu poderia contar com ela.

Ao Avô Angelo que está presente na minha vida me apoiando fazendo gracinhas e me chamando de “estrocapeuta”.

A tio João Marcos e tia Dulce, tios de coração e família que a vida me permitiu escolher. Evidencia-se que família não é apenas a de sangue e sim as pessoas maravilhosas que nos cercam.

Aos meus familiares e amigos, que estiveram juntos a minha família nos momentos mais difíceis que passamos dando nos carinho, atenção e sempre nos fortalecendo. Na família que muitas vezes buscamos “forças”.

As minhas amigas Alvinha, Maira e Monize que trago comigo desde pequena que me deram forças, viajaram, saíram... e quando eu precisava estava em casa para

simplesmente fazer NADA juntas. E os sorvetes, os açaí, os barzinhos... Podemos fazer tudo e nada juntas, mas será muito bom.

A minha amiga de infância Jack que esta comigo sempre que eu preciso principalmente nas horas mais difíceis. Passamos muitas noites na praça conversando, rindo e nos lamentando... Somos feitas de uma mesma historias em condições diferentes... Entenderemos-nos sempre.

Ao grupo “o que tem pra hoje” Monize, Vinny, Livia, Cinthia, Má, Maíra e Kamila que muitas vezes me “arrastaram” para sair de casa.

A minha tia Fatima e Betinha que sempre estão ao meu lado, me dando forças e me empurrando nos momentos que não tinha mais pernas para caminhar ou forças para me vestir.

Aos meus amigos da Casa de oração que sempre que me viram desanimados sorriram e fizeram orações por mim. Em especial a D. Tilica e D. Laurinda pelos abraços e ao meu companheiro Sr. José Rafael, não tenho palavras para descrever o quanto fez e faz por mim. Que vocês matenham esta luz para que possam ajudar mais e mais pessoas.

LISTA DE FIGURAS

Estudo I. Avaliação e caracterização do alcance manual em crianças com paralisia cerebral: revisão sistemática.

Figura 1 – Fluxograma de inserção de artigos no estudo 41

Estudo II. Oscilação corporal no momento dos ajustes posturais antecipatórios e compensatórios durante o alcance manual de crianças com Paralisia Cerebral e desenvolvimento típico

Figura 1 – Marcadores de punho 78

Figura 2 - Objeto utilizado para a realização do alcance manual 80

Figura 3 - Valores de média e desvio padrão da (A): amplitude deslocamento do COP no APA e APC; (B): área de oscilação do COP e (C) velocidade média do COP no APA e APC para crianças com PC com comprometimento da função motora grossa e DT 86

Figura 5 - Valores de média e desvio padrão da (A): amplitude deslocamento do COP no APA e APC; (B): área de oscilação do COP e (C) velocidade média do COP no APA e APC para crianças com PC com comprometimento da função manual e DT 89

Estudo III. Efeito da colocação da órtese *Pediasuit* no controle postural sentado durante o alcance manual em crianças com Paralisia Cerebral

Figura 1 – Órtese *Pediasuit* 108

Figura 2– Valores de média e desvio padrão da (A): amplitude deslocamento do COP no APA e APC; (B): área de oscilação do COP e (C) velocidade média do COP em APA e APC para grupo PC sem e com a utilização da órtese *Pediasuit* 110

LISTA DE TABELAS

Estudo I. Avaliação e caracterização do alcance manual em crianças com Paralisia cerebral: revisão sistemática.

Tabela 1 – Filtros de busca	38
Tabela 2 – Descrição dos participantes e design dos estudos.....	42
Tabela 3 – Medidas e procedimentos utilizados nos estudos	44
Tabela 4 – Condições de apresentação dos estímulos e tarefas que foram manipuladas	47
Tabela 5 – Qualidade metodológica dos estudos.....	49

Estudo II. Oscilação corporal no momento dos ajustes posturais antecipatórios e compensatórios durante o alcance manual de crianças com Paralisia Cerebral e desenvolvimento típico

Tabela 1 – Características das crianças típicas e com PC incluídas no estudo	77
---	----

Estudo III. Efeito da colocação da órtese *Pediasuit* no controle postural sentado durante o alcance manual em crianças com Paralisia Cerebral

Tabela 1 – Características das crianças incluídas no estudo	106
--	-----

SUMÁRIO

Contextualização	15
Referências	28
Estudo I. Avaliação e caracterização do alcance manal em crianças com Paralisia cerebral: revisão sistemática	35
1. Introdução	36
2. Materiais e Métodos	37
2.1 Identificação e seleção dos estudos	37
2.2 Critérios de inclusão	38
2.3 Critérios de não-inclusão	38
2.4 Extração e análise dos dados	39
3. Resultados	40
4. Discussão	50
4.1 Caracterização dos participantes e natureza do estudo.....	50
4.2 Medidas e procedimentos	55
4.2.1 Ações manuais em fases	55
4.2.2 Análise cinemática e eletromiográfica	56
4.2.3 Avaliação das disfunções neurológicas, motoras e estado funcional durante atividades manuais.....	57
4.3 Apresentação do estímulo, condição e manipulação da tarefa.	59
4.3.1 Postura durante o alcance	59
4.3.2 Apresentação do objeto	60
4.3.3 Manipulação da velocidade do alcance	63
4.4 Qualidade metodológica dos estudos	64
5. Conclusão	64
6. Referências	66

Estudo II. Oscilação corporal no momento dos ajustes posturais antecipatórios e compensatórios durante o alcance manual de crianças com Paralisia Cerebral e desenvolvimento típico	72
1. Introdução	73
2. Métodos	75
2.1 Participantes	75
2.2 Procedimentos gerais	78
2.3 Procedimento de teste	79
2.4 Procedimento experimental	80
2.4.1 Avaliação do comportamento do COP	81
2.4.2 Análise das imagens	81
2.5 Análises dos dados	82
2.6 Análise estatística	83
3. Resultados	84
3.1 Comportamento do COP de crianças típicas e com PC de acordo com o nível de comprometimento da função motora grossa.....	84
3.2 Comportamento do COP de crianças típicas e com PC de acordo com o nível de comprometimento da função manual.	87
4. Discussão	90
4.1 Efeito da órtese <i>Pediasuit</i> no comportamento do COP de acordo com o comprometimento da função manual – MACS	90
4.0.2 Efeito da órtese <i>Pediasuit</i> no comportamento do COP de acordo com o comprometimento da função motora grossa – GMFCS	93
6. Limitações do estudo	95
7. Conclusão	95
8. Referências	96

Estudo III. Efeito da colocação da órtese <i>Pediasuit</i> no controle postural sentado durante atividade de alcance manual em crianças com paralisia cerebral	101
1. Introdução	102
2. Métodos	104
2.1 Participantes	104
2.2 Procedimentos gerais	106
2.3 Procedimento experimental	106
2.4 Avaliação do comportamento do COP	106
2.4.1 Análise das imagens	106
2.5 Procedimento de teste	107
2.6 Análises dos dados	108
2.7 Análise estatística	108
3. Resultados	109
3.1 Efeito da órtese <i>Pediasuit</i> no comportamento do COP	109
4. Discussão	111
4.1 Efeito da órtese <i>Pediasuit</i> no comportamento do COP	111
5. Limitações do estudo	114
6. Conclusão	115
7. Referências	116
Considerações finais	120
ANEXO A- Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa	122
APÊNDICE A- Evaluation and characterization of manual reaching in children with cerebral palsy: a systematic review	126
APÊNDICE B - Termo Consentimento Livre e Esclarecido	139
APÊNDICE C - Protocolo de avaliação inicial	142

Resumo

Crianças com Paralisia cerebral (PC) apresentam limitações nos componentes da estrutura e função do corpo, na participação social e na execução de atividades, sendo uma destas atividades o alcance manual. A partir dessa evidência houve o interesse em realizar o Estudo I, uma revisão sistemática que objetivou reunir estudos que avaliaram o alcance em crianças com PC para identificar as variáveis analisadas, rever e discutir suas descobertas. Constatou-se que crianças com PC apresentam limitações no alcance, caracterizada por menor suavidade e linearidade do movimento. Dentre as causas destas limitações estão os déficits de controle postural. O controle postural refere-se à habilidade de controlar o corpo em relação ao espaço, quando este é perturbado, durante atividades dinâmicas como no alcance de objetos. Ajustes posturais antecipatórios (APA) e compensatórios (APC) são gerados para manter o equilíbrio frente à esta desestabilização. Há escassez de estudos que avaliaram o APA e APC em crianças com PC com diferentes comprometimentos da função motora grossa e função manual durante o alcance manual na postura sentada. Sendo assim, foi desenvolvido o Estudo II que objetivou verificar o APA e APC durante o alcance manual de crianças PC com comprometimento leve e moderado-grave da função motora-grossa e manual comparando-as com crianças desenvolvimento típico (DT). Constatou-se que crianças com PC com comprometimento leve e moderado-grave exibem maior instabilidade no APA e APC quando comparadas a DT, no entanto não apresentam disparidade quando comparadas com crianças com diferentes comprometimentos da função motora grossa e manual. Após essa evidência que crianças com PC apresentam instabilidade no APA e APC há a necessidade de estudos que verifiquem estratégias terapêuticas, bem como dispositivos auxiliares que visem aprimoramento do controle postural de crianças com PC durante o alcance na postura sentada. Assim teve origem o Estudo III que objetivou verificar o efeito imediato da órtese *Pediasuit* no APA e APC durante o alcance manual na postura sentada em crianças com PC espástica. Constatou-se que a órtese *Pediasuit* proporciona mudanças imediatas no controle postural sentado durante o alcance de crianças com PC, conferindo maior estabilidade do centro de pressão (COP) no APA e APC. Assim, pode-se concluir que as crianças com PC apresentam déficits dos movimentos de alcance e do controle postural durante a atividade do alcance quando comparado às crianças com desenvolvimento típico, demonstrando instabilidade postural durante a atividade. A órtese *Pediasuit* gera maior estabilidade no APA e APC nas crianças com PC. Sendo assim, recomenda-se o uso da órtese na prática clínica, visando obter mudanças imediatas na estabilidade postural.

Abstract

Children with cerebral palsy (CP) have limitations in the components of the structure and function of the body, social participation and implementation of activities, being one of these activities manual reaching. From this evidence was our interest in the Study I, a systematic review aimed to gather studies evaluating the scope for CP children to identify the variables analyzed review and discuss their findings. It was found that children with CP have limitations in reaching, characterized by lower smoothness and linearity of movement. Among the causes of these limitations are the postural control deficits. Postural control refers to the ability to control the body in relation to space, when it is disturbed during dynamic activities such as in the range of objects. Anticipatory postural adjustments (APA) and compensatory (APC) are generated to keep the balance forward to this destabilization. There are few studies evaluating the APA and APC in CP children with different impairments of gross motor function and manual function during manual range in the seated position. Therefore, we developed the Study 2 aimed to check the APA and APC during manual reaching of PC children with mild and moderate-severe impairment of motor function and manual-thick comparing them with typical developmentTD children. It was found that children with CP with mild and moderate-severe impairment exhibit greater instability in the APA and APC when comparads DT, however not present disparity when compared with children with different impairments of gross motor function and manual. After this evidence that children with CP have instability in the APA and APC there is a need for studies that verify therapeutic strategies, as well as auxiliary devices aimed aprimor postural control of children with CP during the reaching in the seated position. Thus originated the Study 3 aimed to determine the immediate effect of suit Pediasuit in APA and APC during manual reaching in sitting posture in children with spastic CP. It was found that the suit Pediasuit provides immediate changes in postural control during the sitting reaching of children with CP, providing greater stability of the center of pressure (COP) in the APA and APC. Thus, we can conclude that children with CP have deficits of range of motion and postural control during the activity of reach when compared to children with typical development, demonstrating postural instability during the activity. The suit Pediasuit generates greater stability in the APA and APC in children with CP. Therefore we recommend the use of suit in clinical practice in order to obtain immediate changes in postural stability.

Contextualização

Com o intuito de unificar as diferentes linguagens utilizadas no processo da funcionalidade, incapacidade e deficiência, a organização Mundial de Saúde (OMS) publicou a Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF) (Nubela & Buchalla, 2008; Simeonsson, Lollar, Hollowell & Adams, 2000; Stucki, 2005, World Health Organization, 2001).

A CIF é um modelo utilizado internacionalmente (Stucki, 2005) baseando-se em uma abordagem biopsicossocial, ou seja, inclui fatores biológicos, individuais e sociais descritos nos componentes de estrutura e função do corpo e, atividade e participação (Rauch, Cieza & Stucki, 2008; Sampaio & Luz, 2008; Simeonsson et al., 2000). A funcionalidade e a incapacidade são consideradas como resultados da interação entre: disfunções apresentadas nas funções e estruturas do corpo, limitação das atividades e restrição na participação social (World Health Organization, 2001).

A CIF vem sendo amplamente aplicada para direcionar procedimentos de avaliação e estratégias de intervenção em crianças com limitações em estrutura e função do corpo, atividade e participação social, tais como as crianças com paralisia cerebral (PC) (Santos, Pavão, Campos, & Rocha, 2012; Rosenbaum & Stewart, 2004). A PC descreve um conjunto de comprometimentos do movimento e da postura, com grande variabilidade, que são atribuídos a distúrbios não progressivos que ocorrem no cérebro fetal ou imaturo (Bax, 1964; Mutch, Alberman, Hagberg, Kodama, & Velickovic, 1992; Rosembaum, Paneth, Levinton, Goldstein, & Bax, 2007; Rosembaum, Bax, Goldstein & Paneth, 2005).

A PC pode ocorrer no período pré, peri e pós natal. As causas mais comuns de acometimentos pré-natais se dão devido às más formações congênitas, eventos vasculares, desordens metabólicas, ingestão de toxinas e infecções maternas. As causas perinatais referem-se à intercorrências durante o parto, como anóxia devido a obstruções

respiratórias, atelectasia, hemorragias cerebrais e acidose metabólica. As causas pós-natais ocorrem devido a lesões pós-parto, tais como infecções, neoplasias, acidentes vasculares e traumas (Valdez, 2007; Dzienkowski, Smith, Dillow, & Yucha, 1996; Minear, 1956).

As crianças com PC podem ser classificadas de diferentes formas, tais como pelo envolvimento dos membros (topografia), tônus (Bax, Goldstein, Rosenbaum, Leviton, & Paneth 2005; Valdez, 2007) e nível de funcionalidade (Rosenbaum, Palisano, Galuppi, Russell, 2008).

A classificação referente à topografia refere-se ao acometimento da localização das limitações funcionais do corpo (Murphy & Such-Neibar, 2003; Graham, 2005), tais como hemiplegia, diplegia, triplegia e quadriplegia (Koman, Smith, Shilt, 2004; Pfeifer, Silva, Funayama, & Santos, 2009; Rosembaum et al., 2005).

A classificação relacionada ao tônus muscular é caracterizada pelo grau de resistência ao alongamento passivo, apresentando componentes distintos, como as propriedades mecânicas elásticas dos tecidos musculares, conjuntivas e o reflexo de estiramento muscular (Katz & Rymer, 1989; Pakula, Braun, & Yeargin-Allsopp, 2009). O tônus pode ser classificado em espasticidade, discinesia, ataxia, distonia e coreatetose, conforme a área de acometimento do sistema nervoso central. A maior prevalência de alteração de tônus em crianças com PC é a espasticidade (Iwabe, & Piovesana, 2003; Pfeifer et al., 2009; Pakula et al. 2009; Beckung et al., 2007).

Apesar das classificações tradicionais, fazem-se necessárias classificações para caracterização da funcionalidade de crianças com PC relacionada à função motora grossa e função manual, que enfatizam a perspectiva de restrições e limitações nas atividades (Bax et al., 2005).

Um das maneiras de classificar as crianças com PC de acordo com a funcionalidade é a utilização da *Gross motor function classification system* (GMFCS) (Bax et al., 2005). A GMFCS foi desenvolvida baseando-se nos princípios da CIF relacionando as restrições e limitações da função motora grossa das crianças com PC na realização de atividades em diferentes espaços, como em sua casa, escola e ambientes comunitários (Palisano et al., 1997; Palisano et al., 2000).

O GMFCS é um sistema observacional que foca o movimento auto iniciado com ênfase na postura sentada e durante a deambulação, variando em cinco níveis que se diferenciam devido às limitações funcionais, necessidades de meios auxiliares para locomoção e manutenção de postura (Palisano et al., 1997). Crianças com nível GMFCS I apresentam leves limitações, deambulam em diferentes ambientes sem auxílio, pula, corre, apresentam independência nas atividades, demonstrando características muito próximas às crianças de desenvolvimento típico (Beckung et al., 2007; Nakaya, Mazzitelli, & Sá 2013); nível II deambulam com dificuldades em diferentes ambientes, necessitando de auxílios mínimos para subir escalas e exibindo dificuldades para correr; nível III deambulam em diferentes ambientes com auxílio de andador ou muletas, dependem extremamente da função dos membros superiores para se apoiarem durante a locomoção; nível IV as crianças realizam locomoção por meio da cadeira de rodas adaptada apresentando capacidade de tocar sua própria cadeira, enquanto que no nível V as crianças apresentam intensas limitações contando com mobilidade realizada estritamente por cadeira de rodas, conduzidas pelos cuidadores (Hiratuka, 2010; Palisano et al., 1997; Palisano et al., 2000).

A classificação é categorizada por idade relacionando as habilidades desenvolvidas, sendo subdividida em 2-4 anos, 4-6 anos e 6 a 12 anos (Palisano et al., 1997; Palisano, Cameron, Rosenbaum, Walter, Russell, 2006), podendo ser empregada

até os 18 anos (Palisano et al., 1997). No entanto, a classificação de crianças com menos de 2 anos é imprecisa devido à limitação do repertório motor demonstrado por elas (Pfeifer et al., 2009).

O GMFCS vem sendo utilizado em diversas áreas, pois demonstra uma linguagem clara para comunicação, propiciando auxílio aos profissionais da área da saúde na tomada de decisões clínicas e cuidados com as crianças com PC (Pfeifer et al., 2009; Palisano et al., 2006), bem como apresentando boa confiabilidade e aplicabilidade internacional (Morris & Bartlett, 2004).

Estudos evidenciaram relação entre topografia e função motora grossa, pois crianças com maiores acometimentos de membros apresentam maior nível de GMFCS (Pfeifer et al., 2009; Beckung et al., 2007). Pfeifer et al., (2009) identificaram que crianças com hemiplegia apresentam predominantemente GMFCS I, diplegia GMFCS III e quadriplegia GMFCS IV. Beckung et al., (2007) por sua vez, descrevem que crianças com hemiplegia apresentam GMFCS I, diplegia GMFCS II, III e IV e tetraplegia GMFCS V. Diante das evidências que o GMFCS apresenta relação com a topografia, observa-se uma maior compreensão das características das crianças incluídas em estudos científicos e na prática clínica. A partir da classificação de GMFCS, Chagas et al., (2008) e Ostensj, Carlberg, & Vollestad (2004) classificaram crianças com PC com comprometimentos leves da função motora grossa aquelas que apresentavam GMFCS I e II e comprometimento moderado-grave as crianças com GMFCS de III a V.

A classificação da funcionalidade manual denominada *Manual Ability Classification System* (MACS), vem sendo utilizada em crianças com PC de 4 a 18 anos, durante as atividades de vida diária (AVD's), tais como manuseio de objetos,

durante a alimentação, vestimenta, brincadeiras e atividades escolares (Eliasson et al., 2006).

A MACS classifica a função manual em cinco níveis, baseados na habilidade da criança em iniciar sozinha a manipulação de objetos e a necessidade de assistência ou adaptação para realizar as atividades manuais. Crianças com nível I manipulam objetos facilmente com sucesso, sem necessidade de meios auxiliares; nível II manipulam objetos, mas com qualidade e/ou velocidade reduzida; nível III manipulam objetos com dificuldade necessitando de ajuda para preparar e/ou modificar as atividades; nível IV manipulam uma variedade limitada de objetos em situações adaptadas, necessitam de ajuda contínua durante a atividade e o nível V a criança não manipula objetos e têm habilidades severamente limitadas, até mesmo em ações simples, necessitando de assistências amplas (Eliasson et al., 2006).

De acordo com a literatura, as classificações MACS e GMFCS trazem informações diferentes e complementares. Segundo Hidecker et al. (2012), as função motora grossa e função manual se correlacionam melhor em crianças hemiplégicas, mas se tornam menos associadas em crianças diplégicas e triplégicas. Por outro lado, Park et al. (2013) evidenciaram maiores correlações entre GMFCS e MACS em crianças com comprometimento bilateral das mãos, porém essa associação se torna fraca em crianças com comprometimento unilateral. No entanto, ambos os estudos descrevem que as crianças que não apresentam forte associação entre funções motora grossa e manual são crianças que possuem um bom controle de tronco, conseguem obter uma locomoção de sucesso, no entanto, não são capazes de utilizar completamente os membros afetados; gerando sérios problemas na função bimanual.

Além das classificações referentes à função motora grossa e da função manual, verificar as limitações das crianças com PC em diferentes atividades é de suma

importância. Uma das limitações apresentadas em criança com PC é o déficit da atividade de alcance manual cujos movimentos apresentam-se incoordenados e pouco harmoniosos (Brogren, Hadders-Algra, & Forssberg, 1998; van der Heide et al., 2004; Woollacott et al., 1998).

O alcance é uma habilidade essencialmente importante para aquisição de atividades manipulativas e funcionais (Campos & Santos, 2005; de Campos, Savelsbergh, & Rocha, 2012; Savelsberg, Von Hofsten, & Jonsson, 1997).

Estudos verificaram que o alcance em crianças com PC apresenta alterações espaço-temporais, como maior tempo para execução da atividade (Ju, You, & Chergn, 2010), maior pico de velocidade (PV), menor índice de curvatura (CI; Butler & Rose, 2012), maior número de unidades de movimentos (UM; Chang, Wu, Wu, & Su, 2005; Van der Heide et al., 2005a-b), o que caracteriza menor suavidade e linearidade do movimento (Chang et al., 2005; Jaspers et al., 2011; Ju et al., 2010; Ramos, Latash, Hurvutz, & Brown, 1997; Rau, Klug, & Schimidt, 2000).

Perante as limitações do alcance apresentados em crianças com PC, surgiu o interesse em desenvolver o ESTUDO I “Avaliação e caracterização do alcance em crianças com PC: uma revisão sistemática”. O estudo de revisão sistemática objetivou reunir estudos que avaliaram o alcance manual em crianças com PC para identificar as variáveis analisadas, rever e discutir suas descobertas.

Por meio desta revisão foi observado que, além das crianças com PC apresentarem limitações na atividade do alcance, as mesmas demonstram grande déficit de controle postural (Ju, Hwang, & Chergn, 2012; Ju et al., 2010). Liao, Yang, Hsu, Chan, & Wei (2003) descreveram em seu estudo que crianças com PC apresentam déficit no controle postural durante posturas estáticas e atividades dinâmicas, com dificuldades para controlar a posição do corpo no espaço e reagir às perturbações

inesperadas do equilíbrio (Brogren et al., 1998; Chen & Woollacott, 2007; Carlberg & Haddens-Algra, 2005; Pollock, Durward, Rowe, & Paul, 2000; Liu, Zaino, & McCoy, 2007).

O controle postural apresenta-se limitado em crianças com PC, devido a dificuldade em manter múltiplos segmentos corporais estáveis em relação à base de suporte (Collin & De Lucca, 1993). Isto está relacionado a fatores neurais, como a exacerbação de reflexos de estiramento, que causa a espasticidade e hiperreflexia osteotendinosa e problemas de coordenação muscular, incluindo respostas posturais mal organizadas e um aumento excessivo na co-ativação da musculatura antagonista da cabeça e de tronco (Woollacott et al., 1998; Brogren et al., 1998).

O controle postural é importante por garantir a estabilidade, posicionamento do corpo em relação ao espaço e alinhamento corporal a partir da manutenção da projeção do centro de gravidade, representado pelo centro de pressão (COP), dentro dos limites da base de suporte (Graaf-Peters, Blouw-Hospers, Dirks, Bakker, Boss, & Hadders-Algra, 2007; Massion, 1992; Barela, Godoi, Paulo, Freitas, & Polastri, 2000).

Para manter o equilíbrio e adequado alinhamento corporal, é necessário gerar ajustes posturais suficientes às mudanças de contexto e gerar reações à perturbação do ambiente (Ferrari, Tersì, Ferrari, Sghedoni, Chiari, 2010). Para isso são gerados ajustes posturais antecipatórios (APA) e ajustes posturais compensatórios (APC).

APA são respostas pré programadas (Aruin, Forrest, & Latash, 1998; Massion, 1992), que permitem o corpo manter estabilidade (Jover, Schimitz, Centelles, Chabrol, & Assaiante, 2010; Crenna, Massion, & Pedotti, 1987) antes do início e logo após o início de movimentos voluntários (Liu et al., 2007; Massion, 1992). Os APC são reações da postura durante e após a execução de uma tarefa (Massion, 1998; Witherington et al.,

2002). APC demonstra ser um mecanismo de recuperação da posição do centro de massa (COM) (Massion, 1992).

APA e APC são exibidos durante movimentos de membros superiores e inferiores, quando ocorrem desalinhamentos do COP (Santos et al., 2010). Um desses movimentos é o alcance manual que muitas vezes é desafiador para crianças com PC (Jover et al., 2010), pois carecem de adequado controle postural para desempenho da atividade (Van der Heide et al., 2005a).

Há poucos estudos que delineiam o comportamento do controle postural no APA e APC na postura em pé e sentado em crianças com PC. Liu, Zaino & McCoy (2007) verificaram que crianças com PC apresentavam menor amplitude de deslocamento do COP ântero-posterior no APA na postura em pé durante o alcance quando comparadas a crianças com desenvolvimento típico, devido ao congelamento dos graus de liberdade de tronco e membros. No entanto, Ferrari et al., (2010) verificaram que crianças com PC (diplegias), apresentam maior deslocamento do COP no APA devido a alterações na interpretação e utilização das informações somatosensorial e proprioceptivas causando limitações para adaptar os seus movimentos em relação ao ambiente.

Girolami, Shiratori, & Aruin (2011) também identificaram menor atividade dos músculos extensores de tronco no APA, durante o alcance manual, na postura em pé. Na postura sentada, Bigongiari et al. (2011) verificaram que crianças com PC (GMFCS de II a III), apresentam desarmonia muscular durante o agarrar uma bola, apresentaram maior intensidade de ativação dos músculos deltoide anterior, esternocleidomastoideo, extensor torácico e lombar e bíceps braquial e menor atividade do músculo reto abdominal, baseando-se em correções após o início do movimento.

Os ajustes posturais em criança com PC vêm sendo estudados, porém ainda carecem de estudos que descrevam as características do APA e APC de crianças com

PC com diferentes níveis de comprometimento motor grosso e manual, bem como a comparação destas com crianças típicas. Assim, diante da escassez de estudos desta natureza originou-se o ESTUDO II intitulado “Oscilação corporal no momento dos ajustes posturais antecipatórios e compensatórios durante o alcance manual de crianças com Paralisia Cerebral e desenvolvimento típico”, que teve por objetivo verificar os ajustes APA e APC durante o alcance manual de crianças PC com diferentes características da função motora grossa (comprometimento leve e moderado-grave) e função manual (comprometimento manual leve e moderado-grave) comparando-as com crianças com desenvolvimento típico (DT).

Constatou-se que as crianças com PC apresentam deficit no controle postural antecipatório e compensatório durante o alcance manual na postura sentada, independentemente do nível de função motora grossa e manual, quando comparadas a crianças típicas. Diante do deficit de controle postural nas crianças com PC há necessidade de se testar o efeito de dispositivos auxiliares para facilitar o controle postural durante o alcance manual.

Os dispositivos auxiliares, órteses, são utilizados para melhorar a propriocepção, reduzir reflexos patológicos por estiramento articular e propiciar estabilização externa (Autti-Ramo, Suoranta, Anttila, Malmivaara, & Makela, 2006). De acordo com Howle (2002) e Morris (2002), as órteses garantem adequado alinhamento corporal, aproximando e mantendo o centro de massa dentro da base de suporte, possibilitando menor gasto energético durante atividades funcionais. Segundo a CIF, as órteses são utilizadas objetivando as correções de anormalidades (estrutura e função do corpo) influenciando, assim, na melhora no desempenho de AVD's e na participação ativa da criança na sociedade (Rauch et al. 2008; Santos et al., 2012; Cury et al., 2006).

Uma das órteses utilizadas para a facilitação de atividades funcionais é a *Pediasuit*, que recebeu diferentes denominações de acordo com a região em que foi inserida. Em 1991, na Polônia, foi nomeada de *Adeli suit* e em 2000, nos Estados Unidos, obteve a denominação de *Pediasuit*. A órtese objetiva efeito no fortalecimento muscular, por meio de treino contra resistência (elásticos), aumento proprioceptivo, melhora do alinhamento biomecânico, melhora da coordenação motora e equilíbrio, favorecimento da reorganização muscular e do ciclo entre informações sensoriais e respostas motoras (Haim et al., 2006; Frange, Silva, Filgueiras, 2012; Bailes, Greve, Smith, 2010; Bailes et al., 2011).

A órtese conhecida como *Pediasuit* tem sido comercializada e utilizada amplamente para treino intensivo dentro do método *Suit Therapy* (Bailes et al., 2011; Frange et al., 2012) em diferentes localidades, incluindo o Brasil.

A órtese *Pediasuit* é dinâmica, sendo composta por touca, vestimenta (short e colete), joelheira e tênis que são integradas e conectadas por meio de cordas elásticas (Bailes et al., 2011).

Bailes et al. (2011) realizaram um estudo para verificar o efeito do treinamento intensivo com a utilização da órtese *Pediasuit* no aprimoramento da função motora grossa e da funcionalidade de crianças com PC. O estudo foi composto por 20 crianças com PC com GMFCS III entre 5 e 8 anos. Os sujeitos foram alocados em dois grupos: grupo experimental, no qual as crianças utilizavam a órtese com tração elástica e o grupo controle que utilizava a órtese sem tração elástica. O treino intensivo foi realizado em ambos os grupos por 4 semanas contando com sessões diárias (5 vezes por semana) com duração de quatro horas. Os autores identificaram que ambos os grupos obtiveram resultados significativos na pontuação do *Pediatric Evaluation of Disability Inventory* (PEDI) e *Gross Motor Function Measure* (GMFM). No entanto, não foram encontradas

diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Portanto, o estudo não fornece evidências estatísticas de que o uso da órtese no treino intensivo melhora a função motora e funcionalidade de crianças com PC.

Haim et al., (2006) compararam a eficácia da intervenção com o método utilizando a *Adeli suit* e o tratamento neuroevolutivo, com 20 sessões durante quatro semanas. Os autores verificaram que ambos os tratamentos obtiveram eficácia frente à função motora com elevação da pontuação de GMFM nas dimensões deitar, rolar, sentar, engatinhar e em pé.

Assim, nota-se que os estudos apresentam resultados da utilização da órtese no treinamento intensivo, o que não leva diretamente ao efeito imediato da órtese durante atividades funcionais. Assim, verificar o efeito imediato da órtese é de suma importância, pois irá refletir diretamente na efetividade da mesma sob atividades funcionais. Haim et al., (2006) sugere que mais estudos acerca da órtese *Adeli Suit* e *Pediasuit* sejam realizados, uma vez que esta órtese está sendo amplamente utilizada e o método de intervenção apresenta custo substancial (Bailes, et al., 2010).

Diante desta evidência, da necessidade de mais estudos referente à eficácia da órtese *Pediasuit* em atividades funcionais, passou-se à realização do ESTUDO III intitulado “Efeito da colocação da órtese *Pediasuit* na oscilação postural durante a atividade de alcance manual na postura sentada em crianças com Paralisia Cerebral”, que objetivou verificar o efeito imediato da órtese *Pediasuit* no controle postural durante o movimento de alcance em crianças com PC.

Relacionado ao conhecimento da funcionalidade e limitações de crianças com PC durante atividades estáticas e dinâmicas, bem como à necessidade de meios para gerar aprimoramento de controle postural, acredita-se que os resultados dos estudos desenvolvidos nesta dissertação de mestrado possam auxiliar a comunidade científica e

terapêutica, no direcionamento de demais estudos, bem como gerar reflexões para guiar estratégias de intervenção.

Referências

- Aruin, A.S., Forrest, W.R., & Latash, M.L. (1998). Anticipatory postural adjustments in conditions of postural instability. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 109, 350-59.
- Autti-Ramo, I., Suoranta, J., Anttila, H., Malmivaara, A., & Makela, M. (2006). Effectiveness of upper and lower limb casting and orthoses in children with cerebral palsy: An overview of review articles, 85, 89-103.
- Bax, M.C. (1964). Terminology and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 6, 295-97.
- Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., & Paneth, N. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47(8), 571-76.
- Bailes, A.F., Greve, K., Burch, C.K., Reder, R., Lin, L., & Huth, M.M. (2011). The effect of suit wear during an intensive therapy program in children with cerebral palsy. *Pediatric physical therapy*, 23(2), 139-142.
- Bailes, A.F., Greve, K., & Schmitt, L.C. (2010). Changes in Two Children with Cerebral Palsy After Intensive Suit Therapy: A Case Report. *Pediatric Physical Therapy*, 22(1), 76-85
- Barela, J.A., Godoi, D., Paulo, B., Freitas P.B.J., & Polastri, P.F. (2000). Visual information and body sway coupling in infants during sitting acquisition. *Infant Behavior & Development*, 23, 285-97
- Beckung, E., Carlsson, G., Carlsdotter, S., & Uvebrant P. (2007). The natural history of gross motor development in children with cerebral palsy aged 1 to 15 years. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(10), 751-56.
- Butler, E.E., & Rose, J. (2012). The Pediatric Upper Limb Motion Index and a temporal-spatial logistic regression: quantitative analysis of upper limb movement disorders during the reach & grasp cycle. *Journal of Biomechanics*, 45, 945-51
- Brogren, E., Hadders-Algra, M., & Forssberg, H. (1998). Postural control in sitting children with cerebral palsy. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 2(4), 591-96.

- de Campos, A.C., Savelsbergh, G.J.P., & Rocha, N.A.C.F. (2012). What do we know about the atypical development of exploratory actions during infancy? *Research in developmental disabilities*, 33, 2228-35.
- Campos, D., & Santos, D. (2005). Controle postural e motricidade apendicular nos primeiros nãos de vida. *Fisioterapia em Movimento*, 18(3), 71-77.
- Cans, C. (2000). Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42, 816-24.
- Carlberg, E.B., & Hadders-Algra, M. (2005). Postural dysfunction in children with cerebral palsy: some implications for therapeutic guidance. *Neural Plasticity*, 12(2-3), 221-28.
- Chagas, P.S.C., Defilipo, E.C., Lemos, R.A., Mancini, M.C., Frônio, J.S., & Carvalho, R.M. (2008). Classificação da função motora e do desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral. *Revista Brasileira de fisioterapia*, 12(5), 409-16.
- Chang, J.J., Wu, T.I., Wu, W.L., & Su, F. (2005). Kinematical measure for spastic reaching in children with cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*, 20, 381-88.
- Chen, J., & Woollacott, M.H. (2007). Lower Extremity Kinetics for Balance Control in Children With Cerebral Palsy. *Journal of Motor Behavior*, 39(4), 306-16
- Cury, V.C.R., Mancini, M.C., Melo, A.P., Fonseca, S.T., Sampaio, R.F., & Tirado, M.G.A. (2006). Efeitos do uso de órtese na mobilidade funcional de crianças com Paralisia Cerebral. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 10, 67-71.
- Crenna, P., Frigo, C., Massion, J., & Pedotti, A. (1987). Forward and backward axial synergies in man. *Experimental Brain Research*, 65, 538-48.
- Dzienkowski, R.C., Smith, K.K., Dillow, K.A., & Yucha, C.B. (1996). Cerebral palsy: a comprehensive review. *Nurse practitioner*, 21, 45-8.
- Eliasson, A.C., Sundholm, L.K., Rösblad, B., Arner, M., Öhrvall, A.M., & Rosenbaum, P. (2006). The manual ability classification system (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Developmental medicine & child neurology*, 48(7), 549-54.
- Ferrari, A., Tersì, L., Ferrari, A., Sghedoni, A., & Chiari, L. (2010). Functional reaching discloses perceptive impairment in diplegic children with cerebral palsy. *Gait Posture*, 32(2), 253-58.

- Frange, C.M.P, Silva, T.O.T., & Filgueiras, S. (2012). Revisão sistemática do programa intensivo de fisioterapia utilizando a vestimenta com cordas elásticas. *Revista de Neurociencia*, 20(4), 517-26.
- Girolami, G.L., Shiratori, T., & Aruin, A.S. (2011). Anticipatory postural adjustments in children with hemiplegia and diplegia. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 21, 988-97.
- Graaf-Peters, V.B., Blouw-Hospers, C.H., Dirks, T., Bakker, H., Boss, A.F., & Hadders-Algra, M. (2007). Development of postural control in typically developing children and children with cerebral palsy: Possibilities for intervention? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 31, 1191-1200.
- Graham, H. K. (2005). Classifying Cerebral Palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 25(1), 127-28.
- Hadders-Algra, M., Fits, I.B.M., Stremmelar, E., & Touwen, B.C.L. (1999). Development of postural adjustments during reaching in infants with CP. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 41, 766-76.
- Haim, B.S., Harries, N., Fran, A., Copeliovitch, L., Kaplanski, J., & Lahat, E. (2006). Comparison of efficacy of Adeli suit and neurodevelopmental treatments in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 48, 325-30.
- van der Heide, J.C. Begeer, C., Fock, J.M., Otten, B., Stremmelaar, E., Eykern, L.A.V., & Hadders-Algra, M. (2004). Postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46, 253-66.
- van der Heide, J.C., Fock, J.M., Otten, B., Stremmelaar, E., & Hadders-Algra, M. (2005a). Kinematic characteristics of postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Pediatric Research*, 58(3), 586-93.
- van der Heide, J.C., Fock, J.M., Otten, B., Stremmelaar, E., & Hadders-Algra, M. (2005b). Kinematic characteristics of reaching movements in preterm children with cerebral palsy. *Pediatric Research*, 57(6), 883-89.
- Hiratuka, E., Matukura, T.S., & Pfeifer, S.I. (2010). Adaptação transcultural para o Brasil do sistema de classificação da função motora grossa (GMFCS). *Revista Brasileira de fisioterapia*, 14(6), 537-44.
- Howle, J.M. Currente theoretical foundations IN: Nauro-developmental treat approach. Theoretical foundations and principles of clinical practice. Laguna Beach, NDTA, p.1-70, 2002.

- Iwabe, C., & Piovesana, A.S.M.G. (2003) Estudo comparativo do tono muscular na paralisia cerebral tetraparética em crianças com lesões predominantemente corticais ou subcorticais na tomografia computadorizada de crânio. *Arquivo Neuropsiquiatria*, 61(3-A), 617-20.
- Jaspers, E., Desloovere, K., Bruyninckx, H., Klingels, K., Molenaers, G., Aertbelien, E., Gestel, L.V., & Feys, H. (2011). Three dimensional upper limb movement characteristics in children with hemiplegic cerebral palsy and typically developing children. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 2283-94.
- Jover, M., Schimitz, C., Centelles, L., Chabrol, B., & Assaiante, C. (2010). Anticipatory postural adjustments in a bimanual load-lifting task in children with developmental coordination disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 52(9), 850-55.
- Ju, Y.H., You, J.Y., & Chergn, R.J. (2010). Effect of task constraint on reaching performance in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 31, 1076-82.
- Ju, Y.H., Hwang, I.S., & Chergn, R.J. (2012). postural adjustment of children with spastic diplegic cerebral palsy during seated hand reaching in different directions. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93, 471-79.
- Katz, R.T., & Rymer, Z. (1989). Spastic hypertonia: mechanisms and measurement. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 70, 144-55.
- Kyvelidou, A., Harbourne, R.T., & Stergiou, N. (2010). Severity and characteristics of developmental delay can be assessed using variability measures of sitting posture. *Pediatric Physical Therapy*, 22(3), 259-66.
- Koman, L.A., Smith, B.P., & Shilt, J.S. (2004). Cerebral palsy. *Lancet*, 363, 1619-31.
- Latash, M.L. Neurophysiological basis of human movement. Champaign, Human Kinetics, 1997
- Liao, S.F., Yang, T.F., Hsu, T.C., Chan, R.C., & Wei, T.S. (2003). Differences in seated postural control in children with spastic cerebral palsy and children who are typically developing. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 82(8), 622-26.
- Liu, W.Y., Zaino, C.A., & Mccoy, S.W. (2007). Anticipatory postural adjustments in children with cerebral palsy and children with typical development. *Pediatric Physical Therapy*, 19, 188-95.

- Massion, J. (1998). Postural control system in developmental perspective. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22, 465-72.
- Massion, J. (1992). Movement, posture and equilibrium: interaction and coordination. *Progress in Neurobiology*, 38, 35-56.
- Mills, K. R. (2005). The basics of electromyography. *Journal Neurology Neurosurgery Psychiatry*, 76, 32-35.
- Miner, W.L. (1956). A classification of cerebral palsy. *Pediatrics*, 18, 841-52.
- Morris, C., & Bartlett, D. (2004). Gross Motor Function Classification System: impact and utility. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46, 60-5.
- Morris, C., Newdick, H., & Johnson, A. (2002). Variation in the orthotic management of cerebral palsy. *Child: care, health and development*, 28(2), 139-47.
- Murphy, N., & Such-Neibar, T. (2003). Cerebral palsy diagnosis and management: the state of the art. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 33, 146-69.
- Mutch, L.W., Alberman, E., Hagberg, B., Kodama, K., & Velickovic, M.V. (1992). Cerebral palsy epidemiology: where are we now and where are we going? *Developmental Medicine & Child Neurology*, 34, 547-55.
- Nakaya, L., Mazzitelli, C., & Sá, C.S. (2013). Comparação do equilíbrio de crianças com paralisia cerebral e crianças com desenvolvimento motor normal. *Revista de Neurociência*, 21(4), 510-19.
- Ostensjo, S., Carlberg, E.B., Vollestad, N.K. (2004). Motor impairments in young children with cerebral palsy: relationship to gross motor function and everyday activities. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46(9), 580-9.
- Palisano, R., Hanna, E.S., Rosenbaum, P.L., Walter, S.D., Raina, P.S., & Galuppi, B.E. (2000). Validation of a model of gross motor function for children with cerebral palsy. *Physical Therapy*, 80, 974-85.
- Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russel, D., Wood, E., & Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 39(4), 214-23.
- Palisano, R., Cameron, D., Rosenbaum, P., Walter, S.D., & Russell, D. (2006). Stability of the gross motor function classification system. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 48, 424-28.

- Pakula, A.T., Braun, K.V.N., & Yeargin-Allsopp, M. (2009). Cerebral Palsy: classification and epidemiology. *Physical Medicine & Rehabilitation Clinics of North America*, 20, 425-52.
- Pfeifer, L.I., Silva, D.B.R., Funayama, C.A.R., & Santos, J.L. (2009) Classification of cerebral palsy. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 67(4), 1057-61
- Pollock, A. S., Durward, B.R., Rowe, P.J., & Paul, J.P. (2000).What is balance? *Clinical Rehabilitation*, 14(4), 402-06.
- Ramos, E., Latash, M.P., Hurvutz, E.A., & Brown, S.H. (1997). Quantification of upper extremity function using kinematic analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78(5), 491-96.
- Rau, G., Klug, D.C., & Schimidt, R. (2000). Movement biomechanics goes upwards: from the leg to the arm. *Journal of Biomechanics*, 33(10).
- Rauch, A., Cieza, A., & Stick, G. (2008). How to apply the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) for rehabilitation management in clinical practice. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 44(3), 329-42,
- Rosenbaum, P., Bax, M., Goldstein, M., & Paneth, N. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47(8), 571-76.
- Rosembaum, P., Paneth, N., Levinton, A., Goldstein, M., & Bax, M. (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy. Definition and Classification of CP. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 109, 8-14.
- Rosenbaum, L.P., Palisano, R.J., Bartlett, D.J., Galuppi B.E., & Russel, D.J. (2008). Development of the Gross Motor Function Classification System for cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50, 249-53.
- Rumeau-Rouquette, C., Grandjean, H., Cans, C., du Mazaubrun, C., & Verrier A. (1997). Prevalence and time trends of disabilities in school-age children. *International Journal of Epidemiology*, 26, 137-45.
- Savelsberg, G., von Hofsten, C., & Jonsson, B. (1997). The coupling of head, reach and grasp movement in nine months old infant prehension. *Scandinavian Journal of Psychology*, 38, 325-33.
- Santos, J.M., Kanekar, N., & Aruin, A.S. (2010). The role of anticipatory postural adjustments in compensatory control of posture: 1.electromyographic analysis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20, 388-97.

- Santos, A.N., Pavão, S.L., Campos, A.C., & Rocha, N.A.F.C. (2012). International classification of functioning, disability and health in children with cerebral palsy. *Disability & Rehabilitation*, 34(12), 1053-58.
- Sampaio, R.F., & Luz, M.T. (2009). Human functioning and disability: exploring the scope of the World Health Organization's international classification. *Caderno de Saúde Pública*, 25(3), 475-83.
- Simeonsson, R.J., Lollar, D., Hollowell, J., & Adams, M. (2000). Revision of the International classification of Impairments, Disabilities, and Handicaps: developmental issues. *Jornal Clinico de Epidemiologia*, 53, 113-24
- Stucki, G. (2005). International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICF): a promising framework and classification for rehabilitation medicine, *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 84(10), 733-40.
- Vining, E.P.G., Accardo, P.J., Rubenstein, J.E., Farrell, S.E., & Roizen, N.J. (1976). Cerebral palsy. a pediatric developmentalist's overview. *American journal of diseases of children*, 130, 643-49.
- Valdez, J.M. (2007). Paralis cerebral. *Medicina*, 67 (6/1), 586-92.
- Wilson, J.E. (1916). Diseases of the Nervous System, 2nd edn. Boericke & Tafel, New York, NY, USA, pp. 462–473.
- Witherington, D. C., Von Hofsten, C., Rosander, K., Robinete, A., Woollacott, M. H., & Bertenthal, B.I. (2002). The development of anticipatory postural adjustments in infancy. *Infancy*, 3(4), 495-517.
- Woollacott, M., & Shumway-Cook A. (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture*, 16(1), 1–14.
- Woollacott, M.H., Burtner, P., Jinsen, J., Josiewicz, J., Roncevalles, N., & Sveistrup, H. (1998). Development of posture responses during standing in healthy children and children with spastic diplegia. *Neuroscience and Biobehavioral reviews*, 22, 583-89.
- World Health Organization. International Classification of Functioning, Disability and Health: ICF. Geneva: WHO; 2001

Estudo I

Título: Avaliação e caracterização do alcance manual em crianças com paralisia cerebral: revisão sistemática.



Estudo baseado no artigo: Visicato, L.P., da Costa, C.S.N., Damasceno, V.M., de Campos, A.C., Rocha, N.A.F.C. (2015). Evaluation and characterization of manual reaching in children with cerebral palsy: a systematic review. *Research in Developmental Disabilities*, 36, 162-174 (Apendice A).

1. Introdução

A Paralisia Cerebral (PC) é descrita como uma lesão não progressiva que ocorre no cérebro durante o desenvolvimento fetal ou infantil, levando a um grupo de distúrbios no desenvolvimento do movimento e da postura (Rosenbaum, Bax, Goldstein, & Paneth, 2005; Rosembaum, Paneth, Levinton, Goldstein, & Bax, 2007).

Uma limitação da atividade em crianças com PC envolve a realização de alcance manual (Van der Heide et al., 2004), que é essencial para o desenvolvimento de atividades de manipulação e da rotina diária (de Campos, Savelsbergh, & Rocha, 2012; SAVELSBURG, von Hofsten, & Jonsson, 1997). Estudos verificaram que os movimentos de alcance manual em crianças com PC apresentam alterações espaço-temporais (Ju, You, & Cherng, 2010). Outros estudos confirmaram alterações eletromiográficas (Bigongiari et al., 2011) e déficit de controle postural (Ju, Hwang, & Chergn, 2012). Estas alterações são susceptíveis de contribuir para as dificuldades em realizar atividades como alimentação, vestuário, escrita e brincar com outras crianças, levando assim à reduzida participação em contextos sociais (Eliasson et al., 2006). Anormalidades em alcançar objetos são observadas principalmente quando são impostas restrições pela tarefa e exigem que as crianças se ajustem em suas atividades.

Em crianças com PC durante o alcance, as mudanças na postura corporal (Hadders-Algra et al, 2007; Hadders-Algra, Fits, Stremmelar, & Touwen, 1999), as variações de propriedades do objeto (Chang, Wu, Wu, & Su, 2005) e no posicionamento do objeto (Ju et al., 2010) são exemplos de restrições testadas. Dada à relevância das restrições da tarefa para o desempenho, é necessário avaliar o alcance em crianças com PC para identificar os fatores específicos que afetam o desempenho da tarefa e determinar estratégias de intervenção. Embora estudos de revisão sobre alcance manual

fossem encontrados em crianças em situação de risco (de Campos, Rocha, & Savelsbergh, 2009) e em crianças com PC hemiplégicos (Jaspers et al., 2009), não houve revisões sistemáticas do alcance manual em crianças com outros tipos de PC e sobre o papel das diferentes classificações topográficas e funcionais de PC no desempenho do alcance.

Assim, o objetivo da presente revisão sistemática é reunir estudos que avaliaram o alcance manual em crianças com PC para identificar as variáveis analisadas, rever e discutir suas descobertas. As principais questões do estudo são: Quais métodos têm sido utilizados para avaliar o alcance manual em PC? Em quais restrições da tarefa o alcance foi avaliado? Quais são as características do alcance manual em crianças com PC de acordo com seu nível funcional? Qual é a qualidade metodológica dos estudos revisados?

2. Materiais e Métodos

2.1 Identificação e seleção dos estudos

Uma busca na literatura foi realizada da menor data de publicação referente ao assunto a maio de 2013, nas seguintes bases de dados: PubMed, Science Direct, SciELO, ERIC e Web of Science. Como filtros de busca foram utilizados palavras-chave: “reaching”, “children” em combinação com o termo "cerebral palsy", nos idiomas português e inglês, sendo os termos utilizados na estratégia de busca mapeados a partir do Medical Subjects Headings (MeSH). Outros trabalhos foram selecionados a partir das referências bibliográficas dos artigos selecionados.

Tabela 1 – Filtros de busca

Data Base	Termo	Resultados
Pubmed	(((((reaching) AND "cerebral palsy") AND children) NOT elderly) NOT adults) NOT intervention) NOT rehabilitation	47
Web of science	"reaching" AND "cerebral palsy" AND "children"NOT "elderly" NOT "adults" NOT "intervention" NOT "rehabilitation" NOT "training"	69
Science direct	Reaching and (cerebral palsy) AND LIMIT TO (topics “cerebral palsy, child”)	191
Scielo	"reaching" and "cerebral palsy"	3
ERIC	"cerebral+palsy"+AND+"reaching"+AND+"children"	9

2.2 Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão consistiram em: (1) avaliação do alcance em crianças com PC e (2) idade das crianças avaliadas entre 0 e 18 anos.

2.3 Critérios de não-inclusão

Não foram incluídos estudos que: (1) avaliaram a eficácia de intervenção, (2) utilizavam o alcance apenas como atividade funcional e não avaliaram especificadamente o movimento dos membros superiores, (3) estudos de revisão e (4) população com alterações neurológicas diversas não relacionadas a PC ou não definidas. Também foram excluídos estudos de casos e revisões, de acordo com as recomendações da Cochrane sobre a elaboração de revisões sistemáticas (Higgins & Green, 2006).

2.4 Extrações e análises dos dados

Para esta revisão foi elaborada uma ficha de análise bibliográfica contendo os seguintes dados dos artigos selecionados: 1) Caracterização dos participantes: diagnóstico PC, presença ou ausência de um grupo controle com crianças típicas ou adultas; dimensão da amostra; idade dos participantes; topografia da lesão; tônus muscular e dos sistemas de classificação, como o *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS), *Manual Ability Classification System* (MACS) e outras classificações utilizados para categorizar a funcionalidade de crianças com PC; (2) Natureza do estudo: transversal ou longitudinal; (3) Medidas e procedimentos dos estudos: se a atividade avaliada foi apenas o alcance ou alcance seguido de preensão; métodos de avaliação (cinemática, cinética, eletromiografia e variáveis); (4) escalas de avaliação; (5) membro superior testado; (6) número de tentativas válidas e (7) apresentação do estímulo e a tarefa manipulada nos estudos (por exemplo, propriedades do objeto, adição de carga para membros superiores durante o alcance, e manipulação da velocidade de tarefa).

A pontuação referente à qualidade metodológica dos estudos foi avaliada por meio de uma lista de verificação adaptada usada em revisões sistemáticas anteriores (da Costa, Batistão, & Rocha, 2013; Soh, Morris, & McGinley, 2011; Venkadesan, Roy, & Jeevananthan, 2012). As questões foram escolhidas de acordo com a diretriz STROBE (Fortalecimento do Relatório de Estudos observacionais em Epidemiologia) (von Elme, 2007) e na literatura sobre o desenvolvimento de critérios de qualidade descrito no Manual de Revisão Sistemática Cochrane (Higgins & Green, 2006) e Critical Appraisal Skills Programme (CASP) developed by the Public Health team in Oxford (Milne, Donald, & Chambers, 1995).

Esta lista foi contemplada por: 1) apresentação dos objetivos do estudo; 2) fundamentação das hipóteses geradas pelo estudo; 3) uso de design apropriado para atender aos objetivos; 4) detalhamento dos participantes; 5) critérios de inclusão proposto pelo estudo; 6) exposição do recrutamento dos voluntários; 7) descrição do tipo de amostragem; 8) aspectos éticos; 9) voluntários excluídos ou não participantes do estudo; 10) cálculo amostral para seleção dos voluntários; 11) descrição das variáveis utilizadas; 12) utilização do método estatístico apropriado para a análise dos resultados; 13) apresentação descritiva das medidas de precisão ou variabilidade dos resultados do estudo; 14) apresentação da validade externa do trabalho; 15) apresentação clara e objetiva das conclusões e 16) exposição das limitações do estudo. A pontuação é referente à clareza da descrição dos dados do estudo, sendo 1, o estudo que apresenta estes requisitos e 0 o artigo que não contempla os mesmos. Esta lista apresenta um total de 16 pontos máximos, sendo que a pontuação de 12 a 16 pontos o estudo demonstra poucas limitações metodológicas, considerado de boa qualidade, 7 a 11 pontos o artigo contém moderadas limitações metodológicas, considerado de qualidade regular e inferior a 7 pontos o artigo demonstra grandes/importantes limitações metodológicas, considerado de pobre/baixa qualidade.

1. Resultados

Foram selecionados inicialmente 318, após a apreciação dos artigos recrutados nas bases de dados anteriormente citadas foi realizada a leitura do título e resumo foram removidos 302 estudos devido a duplicação ou não atenderem aos critérios de inclusão, sendo assim foi realizada a leitura do título, do resumo e do texto por completo, 16

estudos foram introduzidos nesta revisão. Foram excluídos artigos que avaliaram eficácia de intervenção (Kim et al., 2012; Kluzik, Fetter, & Coryeli, 1990), estudos que não avaliaram as características do alcance (Cherng, Lin, Ju, & Ho, 2009; Janssen & Steenbergen, 2011; Liu, Zaino, & Mccoy, 2007; Salén & Hirschfeld, 1999; Steenbergen, Charles, & Gordon, 2008) e estudos de revisão (Boyd, Morris, & Graham, 2001; Jaspers et al., 2009) (Figura 1).

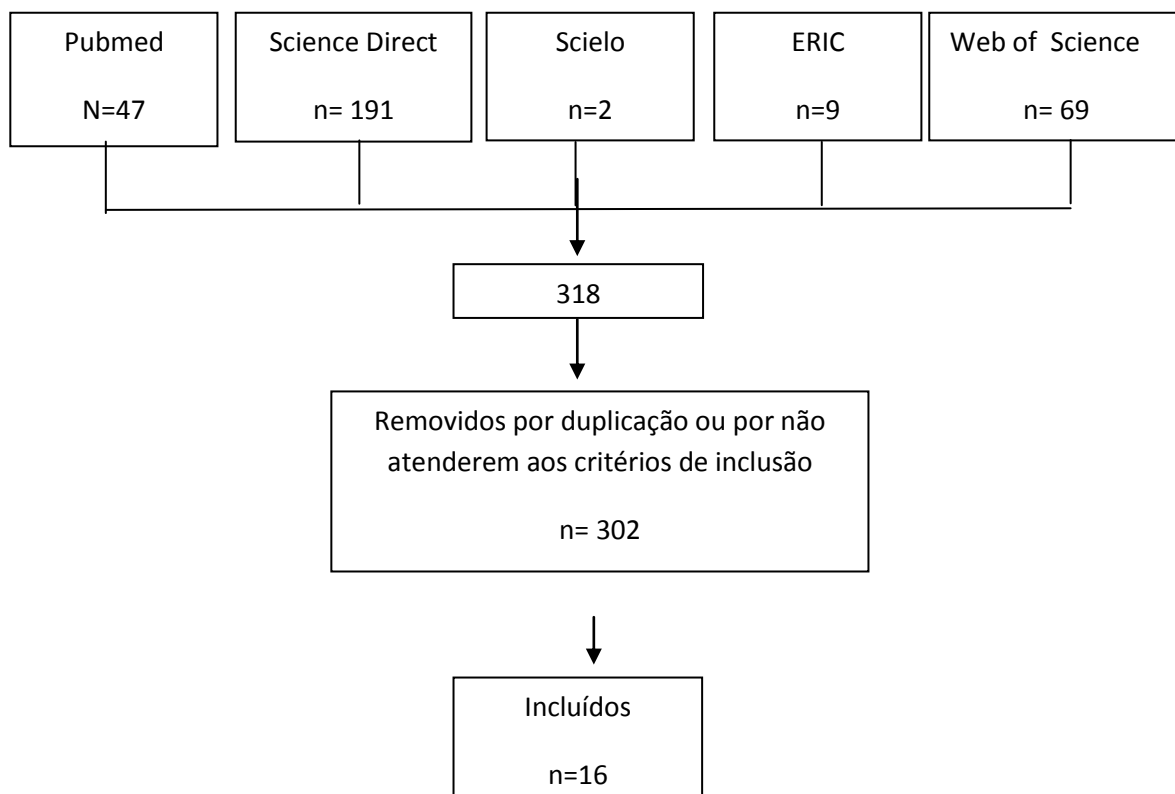


Figura 01: Fluxograma de inserção de artigos no estudo

Tabela 2 – Descrição dos participantes e design dos estudos.

Estudos	Grupo	N. amostral	Idade (Média(SD))	Design	Classificação PC	Tônus	GMFCS	MACS	Outras medidas
Hadders-Algra et al. (1999)	PC	7	4 - 18 m	C		Espástica, atetoide	-	-	-
Hadders-Algra et al. (2007)	PC	58	2-11 a	C	D, H	Espástica, discinética e ataxica	I-II, III e IV-V	-	-
	DT	29	2-11 a						
Ju et al. (2010)	PC	8	(9.1(2.0) a)	T	D	Espástica	II, III eIV	-	GMFM
	DT	16	(9.5(1.6) a)						
van der Heide et al. (2005a)	PC	58	2-11 a	T	-	-	I –II, III IV	-	-
	DT	26	2-11 a						
van der Heide et al. (2004)	PC	58	2-11 a	T	H, D	Espástica	I, II, III, IV	-	-
	DT	29	2 -11 a						
Chang et al. (2005)	PC	10	6.1 -14.5 (9.6 a)	T	H, D, Q	Espástica	-	-	-
	DT	10	7.0-14.2 (10.7 a)						
Ronnqvist and Rosblad (2007)	PC	11	5–12 (8.5 a)	T	H	-	-	-	-
	DT	11	5–12 (8.1 a)						
Jaspers et al. (2011)	PC	20	(10.9 (2.9) a)	T	-	-	-	I, II e III	HFC
	DT	20	(10.9 (3.0) a)						

Coluccini et al. (2007)	PC	10	(11.3 a)	T	H	Espástica e discinética	-	-	Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function;
	AD	5	(22.0 a)						
	DT	5	(11.0 a)						
Domellof et al. (2009)	PC	11	(8,6 a; (27m))	T	H	-	-	-	Approach of Claeys
	DT	12	(8,3 a; (25m))						
Schneiberg et al. (2010)	PC	13	(9 (1.6a))	L	H, D, Q	Espástica	-	II, III e IV	-
van der Heide et al. (2005b)	PC	58	2 - 11 a	T	.	Discinética, Espástica e ataxica	I–II, III, IV	-	-
	DT	29	2 - 11 a						
Utley and Sugden (1998)	PC	12	5 - 12 a	T	H	Espástica e Atetoide		-	-
Butler & Rose (2012)	PC	24	5- 18 a		H,T,Q	Espástica, discinética e ataxica		I–IV	PULMI
	DT	25	5- 18 a						
Butler et al. (2010a)	PC	2	14 - 15 a	T	H	Espástica	-	-	-
	DT	25	5 - 18 a						
Butler et al. (2010b)	PC	12	5 - 17 a	T	H	Espástica , discinética e ataxica	-	I,II, III e IV	-
	DT	25	5 - 18 a						

PC: paralisia cerebral; DT: desenvolvimento típico; a: anos; m: meses; GMFCS: Classificação do nível da função motora grossa; L: longitudinal; T: transversal; MACS: Classificação da habilidade manual; PRT: Teste de alcance funcional; GMFM: medida da função motora grossa; D: diplegia; H: hemiplegia; T: triplegia; Q: quadriplegia, HFC: classificação funcional da casa; n: número

Tabela 3 - Medidas e procedimentos utilizados nos estudos.

Estudo	Atividade	Cinemática	EMG	Variáveis	Outras medidas	Lado testado	n. treino
Hadders-Algra et al. (1999)	Alcance	-	EMG de superfície dos músculos: DE, PM, BB, TB, NF, NE, RA, LE, RF, HAM.	Idade de aquisição do alcançar, sentar e andar. EMG Amplitude e latências entre DE e musc. posturais		U	10
Hadders-Algra et al. (2007)	Alcance em 3 posições	ELITE optoelectronic movement recording system	Surface EMG recorded from DE, BB, SC, NE, RA, TE, LE, RF e HAM.	AP e movimento inicial, deslocamento angular, duração do alcance, MV, CI, duração e amplitude de MU, EMG; ordem de recrutamento e latências.		D	3
Ju et al. (2010)	Alcance em 3 posições	Qualisys Tracker Manager (QTM) software	-	MT, SR, PV e MU	PRT	D	
van der Heide et al. (2005a)	Alcance	ELITE opto-electronic	EMG amplitude de NE e TE	Duração do alcance, MV, CI, MU de duração do primeiro UM	PEDI	D	10- 20
van der Heide et al. (2004)	Alcance	ELITE opto-electronic movement recording system	EMG activity recorded continuously with POLY	Latências manifestação; MV, posições angulares no início do movimento e deslocamentos angulares	PEDI	D	10 - 20
Chang et al. (2005)	Alcance	ExpertVision motion analysis system	-	MT, MV, MEAV. Porcentage de tempo de MV, PTMEAV, MU and NJS	-	A	10

Ronnqvist and Rosblad (2007)	Alcance preensão	e	ProReflex system	-	Tempo de alcance, amplitude e duração de MV, MD, TMD, UM e SR.	-	A/ND U/D.	-
Jaspers et al. (2011)	Alcance preensão	e	Vicon MX camera system	-	MD, PMD, PV, % tempo of MV, CI, oscilção angular máxima e mínima, amplitude ativa total de ângulos de movimento e conjuntos.	-	ND	2
Coluccini et al. (2007)	Alcance, preensão, transporte e soltar	e	Optoelectronic motion analysis system	-	TTD, duração das fases, deslocamento angular, ADM, repetibilidade entre os diferentes movimentos.	-	D/A; ND/ U	3
Domellof, et al. (2009)	Alcance preensão	e	ProReflex, Qualisys	-	MD, PV, SR, MU, fase de desaceleração	-	A/ND, U/D	2-4
Schneiberg, et al. (2010)	Alcance		Optotrak 3020 or a Vicon motion analysis system	-	MU, CI, ponto de retidão, deslocamento tronco, ombro e cotovelo	-	A	10
van der Heide et al. (2005b)	Alcance		ELITE opto- electronic movement	-	MV, IC, MU e comprimento da primeira UM	PEDI	D	10- 20
Utley and Sugden (1998)	Alcance e preensão		Panasonic video recorder	-	Média/PV; velocidade		A/U	3
Butler & Rose (2012)	Alcance preensão	e	Motion Analysis Corporation	-	Movimentos de tronco, RMS, IC, A-D,AV, MT. MU e PV.	PULMI	ND	1-2

Butler et al. (2010a)	Alcance e preensão	e	Motion Analysis Corporation,	-	TTD e duração das fases, PV, MV, CI e MU.	A	1-2
Butler et al. (2010b)	Alcance e preensão	e	Motion Analysis Corporation,	-	TTD e duração das fases, PV, MV, CI e MU.	A	1-2

EMG: eletromiografia; COP: centro de pressão; MU: unidade de movimento; MT: tempo de movimento; V: velocidade; SR: relação de linearidade; PV: pico de velocidade; MEAV: máxima velocidade angular do cotovelo; MV: velocidade máxima; PTMEAV: porcentagem de tempo de cotovelo e máxima velocidade angular; NJS: pontuação normalizada; MD: duração do movimento; CI: índice de curvatura; TMD: distância total do movimento; PMD: duração pico do movimento. MV: velocidade máxima, TTD: duração total da tarefa; ADM: amplitude de movimento; A-C: aceleração e desaceleração do movimento; PEDI: Inventário de avaliação de Pediatric Evaluation of Disability Inventory; AV: velocidade angular PULMI: Pediatric Upper Limb Motion Index; ABC: Achenbach Child Behavior Checklist; AP: posição angular; A: afetado; U: não afetado; D: dominante; ND: não dominante; DE: músculo deltoide; PM: músculo peitoral maior; BB: músculo biceps braquial; TB: músculo tríceps braquial; NF: músculo flexor do pescoço; NE: músculo extensor do pescoço RA: músculo reto abdominal; LE: músculo extensor lombar; RF: músculo reto femoral; HAM: músculo isquiotibiais; SC: sternocleidomastoid; TE: extensor torácico.

Tabela 4 - Condições de apresentação dos estímulos e tarefas que foram manipuladas.

Estudos	Apresentação do estímulo e posição	Manipulação da tarefa
Hadders-Algra et al. (1999)	Objeto pequeno atraente posicionado no comprimento do braço da linha média	Deitado, supino, sentado semi reclinado (45°), sentado verticalmente, sentado com as pernas estendida
Hadders-Algra et al. (2007)	Objeto pequeno atraente posicionado no comprimento do braço da linha média de cada sujeito.	3 posições sentado: superfície horizontal, assento inclinado para a frente 15°, assento inclinado 15° para trás.
Ju et al. (2010)	O objeto foi apresentado a uma distância de 120% do comprimento do braço de cada sujeito. Sentado	Alcance em três direções: anterior a mão dominante, desviado a 40 ° lateralmente e desviado 40 ° medial ao plano sagital
van der Heide et al. (2005a)	Objeto pequeno posicionado na linha média e comprimento do braço de cada sujeito. Sentado	-
van der Heide et al. (2004)	Objeto Pequeno posicionado na linha média, comprimento do braço de cada sujeito. Sentado	Uso de pulseira com peso - 0,5% do peso corporal do participante
Chang et al. (2005)	Sentado	Alcançando com precisão: alta restrição (diâmetro tamanho do botão: 1,6 centímetros, altura: 1.5 cm); baixa precisão restrição (diâmetro tamanho do botão: 6 cm, altura: 1,5 cm).
Ronnqvist and Rosblad, (2007)	O objeto oferecido foi uma bola Sentado	-
Jaspers et al. (2011)	-	2 apresentações diferentes do objeto exigindo pronação do antebraço exigindo e supinação do antebraço. Três tarefas alcance (frente, cima e lados) e 3 tarefas motoras grossas (mão à boca, cabeça mão e a mão no ombro contralateral).
Coluccini et al. (2007)	Bloco posicionado lateralmente ao lado testado	Velocidade auto-selecionado e velocidade rápida

Domellof et al. (2009)	Sentado	
Schneiberg et al. (2010)	Tabela ajustada a altura do cotovelo decada sujeito Sentado com os pés apoiados no chão.	T1: 2/3 do comprimento do braço; T2: 1 comprimento do braço; e T3: comprimento de dois terços do braço;
van der Heide et al.(2005b)	Pequeno boneco atraente (comprimento de 6 cm Largura 2 cm) na linha média Sentado	-
Utley, and Sugden (1998)	Pequeno pedaço de cartão, dois centímetros quadrados, ou cubo de madeira.	-
Butler e Rose (2012)	Copo cilíndrico colocado em 75% do alcance máximo Sentado	T1: transportar o copo de volta para seu local original; T2: liberar o copo, e retornar à posição inicial.
Butler et al. (2010a)	Copo cilíndrico posicionado a 75% do alcance máximo Sentado, pés apoiados no chão	T1: transportar o copo de volta para seu local original; T2: liberar o copo, e retornar à posição inicial.
Butler et al. (2010b)	Copo cilíndrico posicionado a 75% do alcance máximo Sentado, pés apoiados no chão	T1: transportar o copo de volta para seu local original; T2: liberar o copo, e retornar à posição inicial.

Tabela 5- Qualidade metodológica dos estudos.

	Objetivo			Desenho	Participantes			Metodologia/ Análise estatística			Resultados			Discussão			Score	Qualidade
	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Subitens	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL	Classificação
Hadders – Algra et al. (1999)	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	12	Bom
Hadders-Algra et al. (2007)	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	11	Regular
Ju et al. (2010)	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	9	Regular
van der Heide et al. (2005a)	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	11	Regular
van der Heide et al. (2004)	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	10	Regular
Chang et al. (2005)	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	12	Bom
Ronqvist and Rosblad (2007)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	10	Regular
Jaspers et al. (2011)	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	11	Regular
Coluccini et al. (2007)	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	9	Regular
Domellof et al. (2010)	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	10	Regular
Schneiberg et al. (2010)	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	10	Regular
van der Heide et al. (2005b)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	9	Regular
Utley and Sudgen (1998)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	10	Regular
Butler and Rose, 2012	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	10	Regular
Butler et al. (2010a)	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	9	Regular
Butler et al. ((2010b)	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	10	Regular

4. Discussão

O objetivo desta revisão sistemática foi analisar estudos que avaliaram o alcance manual em crianças com PC para identificar as características dos participantes avaliados, os detalhes dos métodos utilizados, os resultados apresentados e a qualidade metodológica dos estudos. Dezesesseis estudos foram encontrados, os quais especificadamente avaliaram o alcance em crianças com PC durante um período de 15 anos. Os dados referentes aos seguintes tópicos serão abordados: caracterização dos participantes, natureza do estudo, medidas e procedimentos, manipulação de tarefa e de qualidade metodológica.

4.1 Caracterização dos participantes e natureza do estudo

Com relação à população de interesse, 13 estudos compararam o desempenho de alcance manual em crianças com PC com o de crianças típicas da mesma idade, sendo que um também comparou crianças com PC com crianças e adultos (Coluccini, Maini, Martelloni, Sgandurra, & Cioni, 2007). Três estudos avaliaram exclusivamente crianças com PC. Schneiberg, Mckinley, Gisel, Sveistrup, & Levin (2010) avaliaram crianças com topografias distintas (hemiplegia, diplegia e tetraplegia) e níveis do MACS (II-IV).

Como se observa, a maioria dos estudos comparou crianças com PC com crianças de desenvolvimento típico. De acordo com Butler, Ladd, & Louise (2010), incluir grupos típicos como ponto de referência para normalidade permite padronização e identificação de semelhanças e distinções.

A maioria dos estudos mostrou que as crianças com PC apresentam características diferentes de movimentos dos membros superiores em comparação com

as crianças típicas (Coluccini et al, 2007; Ju et al, 2010; Van der Heide et al, 2004; Van der Heide, Fock, Otten, Stremmelaar, & Hadders-Algra, 2005a; Van der Heide, Fock, Otten, Stremmelaar, & Hadders-Algra, 2005b), como o maior número de unidades de movimento (UM) e índice de retidão alterado (SR). Por outro lado, pico de velocidades equivalentes (Ju et al., 2010) são também observados.

O tamanho amostral variou 7-58 crianças. Nove estudos avaliaram 7- 13 crianças por grupo, ou seja, um grupo experimental com crianças com PC e um grupo controle com crianças típicas. O número reduzido de crianças com PC avaliadas nesses estudos pode ser justificado pelas dificuldades no recrutamento de uma grande amostra homogênea, visto que há grande variabilidade de características clínicas entre as crianças com PC (Pavão, Santos, Woollacott, & Rocha, 2013). Quatro estudos foram realizados por um grupo de pesquisadores que avaliaram entre 52 e 58 crianças com PC. Este elevado número possivelmente é devido os estudos serem realizados em multicentros de pesquisas que permite o avanço das pesquisas com um número maior de participantes.

Entre os 16 estudos que avaliaram crianças com PC, a idade dos participantes variou de 4 meses a 18 anos, com a maioria dos estudos avaliando crianças com idades entre 2 a 11 anos (Coluccini et al, 2007; Jaspers et al, 2011; van der Heide et al, 2004; van der Heide et al. 2005a, b). Um estudo também avaliou adultos típicos, além de crianças típicas e com PC (Coluccini et al., 2007). Os autores demonstram que as crianças típicas de até 10 anos de idade não apresentam padrão de alcance maduro, realizando grande amplitude de movimento, principalmente da cabeça e de tronco no plano frontal, transversal e sagital durante o alcance. Hadders- Algra et al. (2007) e van der Heide et al. (2005a, b) demonstraram que as crianças PC com idade entre 2-11 anos mostraram movimentos de alcance tortuosos e sem ajustes apropriados, quando

comparadas com crianças típicas da mesma idade. Portanto, a avaliação de crianças de diferentes idades nos permite verificar as diferenças entre elas e informar sobre como as habilidades são aprimoradas ao longo do tempo.

Dois estudos avaliaram crianças longitudinalmente. Hadders-Algra et al. (1999) acompanharam crianças de 4, 8, 10, 12, 15 e 18 meses de idade e Schneiberg et al. (2010) realizaram três avaliações ao longo de um período de cinco semanas. Por meio de estudos longitudinais, é possível entender a natureza do desenvolvimento da criança, fornecendo explicações para mudanças ao longo do tempo (Thelen & Smith, 1998). Nesta revisão, houve um predomínio de delineamento transversal com 14 estudos de avaliação de crianças em um único ponto no tempo. Estudos transversais, por sua vez, descrevem o comportamento em um determinado momento, mas não relatam mudanças ao longo do tempo (Thelen & Smith, 1998). Fatores como o aumento da probabilidade de perda amostral, maior demanda de tempo e recursos financeiros e as dificuldades em manter os pais e cuidadores participantes durante todo o período do estudo são desafios de estudos longitudinais (Chang et al, 2005; Ju et al, 2010; Kraemer, Yesavage, Taylor, & Kupfer, 2000).

A classificação de PC foi heterogênea entre os estudos, com variações de topografia (Chang et al., 2005; Domellöf, Rosblad, & Rönnqvist, 2009; Rönnqvist & Rosblad, 2007), tônus muscular (Hadders-Algra et al., 1999) e capacidade funcional pelos níveis de GMFCS (Van der Heide et al., 2005a) e MACS (Jaspers et al., 2011). Combinações de classificações foram realizadas em alguns estudos, que descreveram a topografia, tônus muscular, nível GMFCS (Hadders-Algra et al, 2007; Ju et al, 2012; Van der Heide et al., 2004), topografia e o tônus muscular (Butler & Rose, 2012; Butler et al, 2010a; Butler, Ladd, Lamont, & Rose, 2010; Chang et al, 2005; Coluccini et al,

2007; Utley & Sugden, 1998); topografia, tônus muscular e MACS (Schneiberg et al., 2010) e do tônus muscular e GMFCS (Van der Heide et al., 2005b).

Em relação à topografia do comprometimento motor, estudos avaliaram predominantemente crianças com hemiplegia, seguido de diplegia, quadriplegia e menos frequente triplegia (Butler & Rose, 2012). Heyrman et al. (2013) verificaram que as crianças com hemiplegia apresentam um melhor controle postural em comparação com crianças com outras distribuições topográficas durante o alcance. Van der Heide et al. (2005a) descreveram que crianças com PC diplégica têm limitações no alcance devido à dificuldade de modular as respostas dos músculos posturais cervicais e lombares. Estes resultados mostram que as crianças com PC de diferentes topografias têm limitações no alcance com base em suas deficiências motoras, entretanto mais estudos são necessários para elucidar os aspectos de cada topografia e correlacionar com características do alcance.

Poucos estudos compararam o desempenho de crianças com diferentes transtornos de tônus muscular, o que restringe a compreensão do efeito dessa limitação intrínseca no desempenho do alcance. Chang et al. (2005) relatam que a espasticidade demonstra relações significativas com limitações do alcance, levando mais tempo para a sua realização e maior número de UMs. Menegoni et al. (2009) demonstraram que pacientes com ataxia tem menos precisão, suavidade e velocidade de movimentos dos membros superiores durante o alcance em comparação com indivíduos saudáveis. Rand, Shimansky, Stelmach, Bracha, & Bloedel (2000) relataram que alcances em pacientes com ataxia demonstram menor velocidade e maior número de UMs. Além disso, Butler, & Rose (2012) observaram que crianças com PC atáxica apresentam maior número de UMs que as crianças com PC discinético. Note-se que poucos estudos têm procurado estabelecer as diferenças entre crianças com PC espástica, discinético e atáxicas. A

maioria dos estudos se concentra em um tipo específico de distúrbio de movimento e nível funcional (Butler & Rose, 2012).

No que diz respeito à classificação funcional, cinco estudos utilizaram o GMFCS para descrever os participantes do estudo (Hadders-Algra et al, 2007; Ju et al, 2010; Van der Heide et al, 2004, 2005a, b). O GMFCS demonstra os níveis de função motora grossa de crianças com PC, proporcionando a compreensão da capacidade de mobilidade com e sem assistência em ambientes internos e externos (Palisiano et al., 1997). Van der Heide et al. (2004) verificaram que as crianças com níveis de GMFCS nível III (moderada) e IV (grave) apresentaram limitações no controle postural e, conseqüentemente, diminuição da qualidade de alcançar, caracterizada pela diminuição da linearidade na trajetória do movimento. Apesar de ser evidenciado o déficit no controle postural durante o alcance, ainda carece de mais estudos para compreender os ajustes posturais em crianças com PC com diferentes comprometimentos da função motora grossa.

A MACS foi empregada em apenas quatro estudos (Butler & Rose, 2012; Butler et al., 2010b; Jaspers et al., 2011; Schneiberg et al., 2010) para classificar a função manual de crianças com PC. Este sistema de classificação reflete a capacidade da criança de lidar com objetos e necessidade de assistência na realização de atividades de vida diária (Butler & Rosa, 2012; Butler et al., 2010b; Jaspers et al., 2011; Palisiano et al., 1997). De fato, crianças com comprometimento motor mais grave têm dificuldades em controlar os membros superiores, que podem levar a movimentos mais rápidos e não controlados. Assim, limitações em tarefas que exigem alta precisão, tais como a alimentação, escrita, atividades de lazer, entre outros podem ocorrer.

Outras escalas, como a Classificação Funcional em Casa e avaliação de Melbourne Unilateral de Membro Superior (Jaspers et al., 2011), abordagem de Claeys

(Domellöf et al., 2009) e o índice de movimento do membro superior Pediátrico (Butler & Rose, 2012) foram utilizados para descreverem a função da mão e da gravidade do comprometimento motor do membro superior em crianças com PC. No entanto, eles não foram usados para demonstrar as relações com as características de alcançar e apreender.

Há uma variedade de instrumentos utilizados para avaliar e descrever a funcionalidade da mão em indivíduos com desenvolvimento típico e PC (McCarthy et al, 2002;. & Sposito Riberto, 2010). Sabe-se que essa heterogeneidade cria um desafio para pesquisas futuras (Rönnqvist & Rosblad, 2007), no entanto, é importante ressaltar que a escolha e a utilização de ferramentas de medição dependerão dos objetivos a serem alcançados pelo estudo (Sposito & Riberto, 2010).

4.2 Medidas e procedimentos

4.2.1 Fases de ações manuais

As ações manuais podem ser divididas em fases, como alcançar, agarrar, transportar e soltar o objeto (Coluccini et al., 2007). Nesta revisão oito estudos avaliaram a fase de alcançar, sete incluíram alcance e prensão e apenas um avaliou todo o processo de manipulação de objetos do alcançar ao soltar o objeto.

Coluccini et al. (2007) estudaram a manipulação de objetos em várias fases, incluindo alcançar, transportar, segurar e soltar o objeto com o membro superior comprometido. Coluccini et al. (2007) descrevem que crianças com PC apresentam limitações durante toque, apreender e transportar o objeto, no entanto apresentam maior limitação na fase de soltar o objeto, pois levou maior tempo para concluir esta atividade.

A capacidade de transportar, apreender e soltar os objetos requer capacidade sensorial, motora e cognitiva (de Campos et al., 2012; Taylor, 2003) e é fundamental para a aquisição de atividades de manipulação e para o desempenho de atividades da vida diária (de Campos et al., 2012; Savelsberg et al., 1997; Schneiberg et al., 2002). Portanto, as limitações em qualquer fase pode afetar o desempenho de uma ampla variedade de atividades com impacto sobre a qualidade de vida das crianças com PC.

Os estudos utilizaram diferentes metodologias para análise do alcance, descrito na seção 4.2.2.

4.2.2. Análise cinemática e eletromiográfica

Onze estudos avaliaram a cinemática dos membros superiores e de tronco, permitindo, assim, a avaliação das variáveis espaço-temporais do alcance. Quatro estudos utilizaram uma combinação de análise cinemática e eletromiográfica (EMG) dos membros superiores e do tronco.

A análise cinemática das tarefas dos membros superiores é o padrão ouro para a avaliação do movimento (Gage & Novacheck, 2001) e fornece dados precisos, confiáveis, quantitativos, válidos e sensíveis para quantificar o nível de desempenho motor de indivíduos com distúrbios do movimento (Chang et al., 2005; Menegoni et al., 2009; Reid, Elliott, Alderson, Lloud, & Elliott, 2010). Cinemática permitiu que os autores dos estudos incluídos nesta revisão identificassem deslocamentos angulares e variáveis espaço-temporais, como UMs, tempo de movimento (MT), velocidade (V), índice de curvatura (IC), e pico de velocidade em diferentes populações durante o alcance (Butler et al., 2010b;. Chang et al., 2005).

Análise eletromiográfica permite a interpretação de condições normais e patológicas, por meio de estudos do sinal elétrico dos músculos (De Luca et al., 2006). Esta técnica está sendo amplamente aplicado para avaliar a atividade muscular, pois fornece resultados válidos e precisos (Ankrum, 2000; Soderberg e Knutson, 2000). Usando esta técnica, Hadders-Algra et al. (1999) mostrou que as crianças com PC têm reduzidas capacidades de modular as respostas posturais às perturbações durante o alcance manual, evidenciando déficit no controle postural. Van der Heide et al. (2004) relataram que crianças com PC têm grande ativação dos músculos extensores do pescoço, enquanto há pouca ativação dos músculos extensores torácicos e lombar. Estudos identificaram a amplitude da atividade muscular, latência e ordem de recrutamento muscular. Infere-se que a EMG oferece a oportunidade de examinar muitas variáveis e fornecer uma compreensão da atividade muscular durante o movimento.

4.2.3. Avaliação das disfunções neurológicas, motoras e estado funcional durante atividades manuais

Para descrever as limitações dos participantes referente ao estado neurológico, motor e funcional, diferentes escalas foram utilizadas, tais como o Inventário de avaliação Pediátrica de Incapacidade (PEDI) (Van der Heide et al., 2004, 2005a, b), o índice de mobilidade de membro superior em crianças (PULMI) (Butler & Rose, 2012) foram usadas. Van der Heide et al. (2004) expõem que as crianças PC com menor déficit no controle postural durante o alcance demonstravam maior pontuação no desempenho funcional segundo a PEDI, evidenciando maior independência nas atividades. No entanto, ainda são necessários mais estudos que verifiquem o controle

postural durante o alcance manual em crianças com diferentes níveis de funcionalidade. O PULMI foi utilizado para quantificar a gravidade dos déficits neuromusculares que afetam os membros superiores e apresentaram menores escores em crianças com PC espástica e discinético, o que poderia explicar as limitações no movimento de alcance, em comparação com as crianças típicas (Butler & Rose, 2012).

Para avaliar o alcance, alguns autores testaram o membro dominante ou não afetado, outros avaliaram apenas o membro não-dominante ou afectado, enquanto os demais avaliaram ambos os membros dominantes e não dominantes, ou seja, afetados e não afetados. Utley & Sudgen (1998) descreveram que quando as crianças espásticas e atetóides realizam movimentos bimanuais, o membro não afetado auxilia no movimento do membro afetado durante o alcance. Domellöf et al. (2009) observaram que as crianças com hemiplegia executaram com maior número de UMs, maior amplitude e maior tempo os movimentos com o membro afetado durante alcance e preensão em comparação com o membro não afetado. Coluccini et al. (2007) compararam a velocidade de alcançar entre os membros e relataram que o membro superior não afetado é mais rápido do que o afetado durante o alcance. A avaliação de ambos os membros em crianças com PC durante o alcance pode permitir a análise das diferenças entre os membros e auxiliar na terapêutica. Assim, são sugeridos novos estudos comparando os lados durante a atividade do alcance.

O número de tentativas válidas variou de 1 a 20 entre os estudos. Wright, Hunt, & Stanley (2001) relataram que após três repetições da atividade do alcance, ajustes foram observados, na velocidade e duração do movimento do alcance. Por conseguinte, acredita-se que a repetição dos movimentos pode conduzir a alterações nas suas características. Portanto, sugere-se a realização de estudos para determinar o número ótimo de tentativas necessárias da capacidade da criança na execução de atividades,

para que não haja efeito do treino na avaliação por meio do número elevado de tentativas.

4.3 Apresentação do estímulo, condição e manipulação da tarefa

Foi possível identificar os diferentes fatores que influenciaram o alcance manual, como a postura da criança, tipo de estímulo apresentado, exigência de velocidade na execução da tarefa. Apenas quatro estudos não manipularam a tarefa (Rönnqvist & Rosblad, 2007; Van der Heide et al., 2005 a, b; Utley, & Sugden, 1998).

Os estudos manipularam a tarefa de alcance por meio do posicionamento dos participantes em diferentes posturas (Hadders-Algra et al., 1999, 2007), posicionando do objeto a diferentes distâncias (Ju et al., 2010; Schneiberg et al., 2010), adicionando pulseiras com peso nas extremidades superiores (Van der Heide et al., 2004) e por meio da manipulação das propriedades física dos objetos (Chang et al., 2005) ou a velocidade do alcance (Coluccini et al., 2007). Outros estudos avaliaram os movimentos dos membros superiores ao longo de diferentes atividades, tais como o alcance do copo na mesa, levar à boca e retorno do copo a mesa (posição inicial) (Butler & Rose, 2012; Butler et al., 2010a, b; Jaspers et al., 2011).

4.3.1 Postura durante o alcance

A postura da criança durante a avaliação do alcance variou entre os estudos. Quatorze estudos avaliaram as crianças em uma postura sentada sem apoio de tronco, dois estudos avaliaram as crianças em uma postura sentada com inclinação do assento

(Hadders-Algra et al., 2007; Hadders-Algra et al., 1999) e um estudo avaliou as crianças na postura supina (Hadders-Algra et al., 1999).

Estudos que avaliaram a inclinação do assento demonstraram que as crianças com PC espástica, atetose e discinético quando sentados sem apoio e com o assento em inclinação anterior apresentaram melhor controle postural, com menor ativação dos músculos extensores torácicos (Hadders-Algra et al., 1999). Os autores também encontraram que a partir de 4 meses de idade, as crianças típicas e com PC em posturas sentadas e semi-reclinadas demonstraram uma preferência para a ativação dos músculos extensores do pescoço e esternocleidomastóideo. Portanto, diferentes inclinações de assento interferem na atividade muscular de maneiras diferentes durante o alcance. Com base nos resultados dessa avaliação, uma estratégia recomendada para pacientes que apresentam limitações do alcance é a inclinação anterior do assento, uma vez que reduz as exigências biomecânicas da postura e possivelmente adéquam as sinergias musculares facilitando assim a atividade. A avaliação de crianças em diferentes posturas permite a identificação da melhor posição para as crianças executarem a tarefa, auxiliando na terapia e aumentando a participação das crianças com PC em atividades de vida diária.

4.3.2 Apresentação do objeto

Durante a manipulação da apresentação do objeto, Ju et al.(2010) verificaram que crianças com PC apresentam maiores limitações dos movimento dos membros superiores durante o alcance. Houve menor linearidade do movimento quando o objeto era apresentado com desvio de 40° na direção medial e lateral à linha média, do que na apresentação do objeto posicionado anteriormente a criança, na linha média. Em tais

posições laterais, eram exigidas que as crianças realizassem maiores rotações de tronco e necessitassem realizar maiores ajustes posturais não compatíveis com as capacidades de controle postural da criança com PC. Schneiberg et al. (2010) apresentaram o objeto em três diferentes distâncias em relação a linha média do corpo da criança com PC. Quando o objeto foi apresentado a dois terços do comprimento do braço (T1), ou seja, na posição intermediária e no comprimento do braço (T2) houve maiores graus de movimento de flexão tronco e de membro superior para alcançarem e apreenderem. Quando o objeto foi posicionado a uma distância de dois terços do braço, mais próxima a criança (T3) estas apresentaram um movimento mais linear e harmônico. Os movimentos de alcance do objeto na linha média e na distância do braço demonstraram-se mais lineares e suaves, com menores graus de liberdade para serem controlados e menores demandas de sinergias musculares o que permitiu que as crianças apresentassem maior controle frente aos movimentos dos membros superiores.

Chang et al. (2005) manipularam a tarefa, por meio da apresentação de dois objetos de diferentes tamanhos (botões), um com reduzido diâmetro (objeto de alta precisão) e um com maior diâmetro (objeto de baixa precisão). Foi constatado que crianças com PC apresentaram maior tempo e maior número de UMs no alcance para botões menores. O alcance de objetos menores requer maior planejamento do movimento, sinergias musculares e maior coordenação motora fina. Quanto maior o objeto mais fácil é o alcançar e agarrar, considerando que a maioria das crianças com PC têm limitações de movimentos finos, bem como limitações para gerar maior amplitude de movimentos dos dedos para a execução da atividade. Ao adicionar um bracelete com um peso de 0,5% do peso corporal da criança, van der Heide et al. (2004) não encontraram qualquer limitação ou facilitação dos movimentos de alcance em crianças com PC espástica entre 2 e 11 anos. Neste sentido, a adição de carga não

alterou a atividade muscular ou as características espaço-temporais do alcance. Em um estudo com crianças típicas, Rocha, Costa, Savelsbergh, & Tudella (2009), usaram peso adicional de 0,7% relacionado ao peso corporal da criança e verificaram que as crianças apresentaram capacidade de adaptação ao peso adicional, realizando movimentos mais sincronizados. Assim, parece que as crianças com PC são menos sensíveis a cargas de peso adicionais. Para conclusões mais precisas, mais estudos são necessários com crianças mais velhas e com diferentes pesos aplicados aos membros superiores.

Além disso, outras atividades manuais foram analisadas nos estudos incluídos nesta revisão. Jaspers et al. (2011) solicitaram que as crianças típicas e com PC realizassem três tarefas motoras, levassem o membro superior não afetado a boca, cabeça e ao ombro. Crianças com PC MACS I, II, e III apresentaram diferentes estratégias de movimento para realizar essa atividade, com pequena extensão de cotovelo, supinação do antebraço e aumento da flexão do tronco em relação a crianças com desenvolvimento típico. Movimentos compensatórios de tronco foram realizados pelas crianças com PC, devido à limitada capacidade de estender os membros superiores. Três estudos (Butler & Rose, 2012; Butler et al., 2010a, b) solicitaram que as crianças com PC atáxica e discinética com níveis de GMFCS I a IV alcançassem um copo (fase T1), em seguida, deveriam trazê-lo até a boca e posteriormente transportá-lo para a mesa e soltá-lo, assim retornando o membro superior ao ponto de partida (fase T2). Butler et al. (2010b) descreveram que as crianças com PC apresentaram maior velocidade e maior índice de curvatura em T1 quando comparado a T2, evidenciando maiores limitações durante o alcance. Butler et al. (2010a) relataram diferenças biomecânicas entre crianças típicas e PC durante a fase T1. As crianças com PC apresentaram reduzida rotação externa de ombro, extensão do cotovelo, aumento da flexão do punho e do tronco e supinação do antebraço durante T1. Crianças com PC

apresentam alterações biomecânicas, no qual desempenham o alcance com menores amplitudes de movimentos de membros superiores e isso pode ser compensado com aumento de amplitude de movimentos de tronco, que ilustram os deficits no controle postural.

4.3.3 Manipulação da velocidade do alcance

Ao manipular a velocidade do alcance Coluccini et al. (2007) demonstraram que as crianças com PC, ao executar o alcance em alta velocidade apresentaram menor repetibilidade dos padrões de movimento, sendo necessários maiores ajustes posturais durante o alcance.

Em síntese, os estudos incluídos nesta revisão identificaram que crianças com PC levam maior tempo para execução do alcance (Ju, *et al.*, 2010), apresentam maior pico de velocidade, diminuição da linearidade (Butler & Rose, 2012) e maior número de UMs em comparação com crianças com desenvolvimento típico (Chang et al, 2005; Van der Heide et al., 2005a,b). Os resultados indicam diminuição da suavidade dos movimentos de alcance em crianças com PC (Chang et al., 2005; Jaspers et al., 2011; Ju et al., 2010; Ramos, Latash, Hurvutz, & Brown, 1997; Rau, Klug & Schmidt, 2000). Com relação à mobilidade articular, crianças com PC apresentam aumento da flexo-extensão e rotação de tronco, flexo-extensão de cotovelo durante o alcance (Butler et al., 2010a). Todos esses fatores podem reduzir a funcionalidade, limitando assim as interações e participação das crianças em atividades de vida diária.

4.4 Qualidade metodológica dos estudos

A qualidade metodológica é apresentada na Tabela 4. Dois estudos apresentaram poucas limitações (Hadders-Algra et al., 1999; Chang et al., 2005), demonstrando boa qualidade metodológica. Os demais estudos evidenciam limitações moderadas. Estas limitações se dão principalmente devido a ausência da descrição dos cálculos realizados para estimar o tamanho da amostra, descrição do tipo de amostragem, descrição dos sujeitos excluídos ao longo do estudo, apresentação da validade externa do estudo, assim como a apresentação das limitações do mesmo. Sendo assim, evidencia-se que há necessidade de maior clareza na apresentação da metodologia e da validade externa dos estudos, pois com ausência destas informações dificulta a replicabilidade e compreensão do estudo, assim como o direcionamento para a intervenção de crianças com PC. Sugere-se que estudos futuros apresentem informações mais detalhadas proporcionando maior coerência e clareza dos métodos de análise e apresentação dos resultados, facilitando assim a interpretação dos resultados.

5. Conclusão

As crianças com PC têm dificuldades para executar ações manuais, os quais refletem reduzida suavidade e linearidade dos movimentos de alcance. Determinantes de tarefas, tais como posturas corporais, tamanho e posição do objeto, cargas adicionais e velocidade do alcance devem ser considerados no planejamento de intervenções para crianças com PC. Apesar dos diferentes métodos e variáveis analisadas nos estudos, é possível indicar que as crianças com PC apresentam limitações na execução de ações manuais. Mais estudos que avaliem o desempenho do alcance em crianças com PC são

necessários para enfatizar as limitações quanto às variáveis espaço-temporais, bem como às limitações do controle postural para propiciar maiores oportunidades de estratégias terapêuticas para facilitação desta atividade. Além disso, a maioria dos estudos tem qualidade moderada, exigindo que em futuros estudos sejam realizados descrições mais detalhadas dos métodos, para facilitar a comunicação entre os grupos de pesquisa e na prática clínica.

6. Referências

- Ankrum, D.R. (2000). Questions to ask when interpreting surface electromyography (SEMG) research. Proceedings of the IEA2000/HFES 2000, congress.
- Barela, A.M., & Duarte, M. (2006). Biomechanical characteristics of elderly individuals walking on land and in water. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 28, 446-454.
- Bigongiari, A., Souza, A.F., Franciulli, P.M., Razi, S.N., Araujo, R.C., & Mochizuki, L. (2011). Anticipatory and compensatory postural adjustments in sitting in children with cerebral palsy. *Human Movement Science*, 30, 648-657.
- Boyd, R.N., Morris, M.E., & Graham, H.K. (2001). Management of upper limb dysfunction in children with cerebral palsy: a systematic review. *European Journal of Neurology*, 8(4), 150-166.
- Brogren, E., Hadders-Algra, M., & Forssberg, H. (1998). Postural control in sitting children with cerebral palsy. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 2(4), 591-596.
- Butler, E.E., Ladd, A.L., & Louise, S.A. (2010). Three-dimensional kinematics of the upper limb during a reach & grasp cycle for children. *Gait & Posture*, 32, 72-77.
- Butler, E.E., Ladd, A.L., Lamont, L.E., & Rose, J. (2010). Temporal-spatial parameters of the upper limb during a reach & grasp cycle for children. *Gait & Posture*, 32, 301-306.
- Butler, E.E., & Rose, J. (2012). The pediatric upper limb motion Index and a temporal-spatial logistic regression: Quantitative analysis of upper limb movement disorders during the reach & grasp cycle. *Journal of Biomechanics*, 45, 945-951.
- de Campos, A.C., Rocha, N.A.F.C., & Savelsberg, G.J.P. (2009). Reaching and grasping movements in infants at risk: a review. *Research in developmental disabilities*, 30, 819-826.
- de Campos, A.C., Savelsbergh, G.J.P., & Rocha, N.A.C.F. (2012). What do we know about the atypical development of exploratory actions during infancy? *Research in developmental disabilities*, 33, 2228-2235.
- Chang, J.J., Wu, T.I., Wu, W.L., & Su, F. (2005). Kinematical measure for spastic reaching in children with cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*, 20, 381-388.

- Cherng, R.J., Lin, H.C., Ju, Y.H., & Ho, C.S. (2009). Effect of seat surface inclination on postural stability and forward reaching efficiency in children with spastic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 30, 1420-1427.
- Coluccini, M., Maini, E.S., Martelloni, C., Sgandurra, G., & Cioni, C. (2007). Kinematic characterization of functional reach to grasp in normal and in motor disabled children. *Gait & Posture*, 25, 493-501.
- Costa, C.S, Batistão, M.V., & Rocha N.A.C.F. (2013). Quality and structure of variability in children during motor development: a systematic review. *Research in developmental in Disabilities*, 34(9), 2811-2829.
- Domellof, E., Rosblad, B., & Ronnqvist, L. (2009). Impairment severity selectively affects the control of proximal and distal components of reaching movements in children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental medicine & child neurology*, 51, 807–816.
- Eliasson, A.C., Sundholm, L.K., Rösblad, B., Arner, M., Öhrvall, A.M., & Rosenbaum, P. (2006). The manual ability classification system (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Developmental medicine & child neurology*, 48(7), 549-554.
- Gage, J.R., & Novacheck, T.F. (2001). An update on the treatment of gait problems in cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 10, 265-274.
- Hadders-Algra, M., Fits, I.B.M., Stremmelar, E., & Touwen, B.C.L. (1999). Development of postural adjustments during reaching in infants with CP. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 41, 766-776.
- Hadders-Algra, M., Heide, J.C., Fock, J.M., Stremmelar, E., Eykern, L.A., & Otten, B. (2007). Effect of seat surface inclination on postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Physical therapy*, 87, 861-871.
- Higgins, J.P.T., & Green, S. (2006). Chocrane handbook for systematic review of interventions. The Cochrane library issue 4. Chichester, UK: John Wiley, Sons, Ltd.
- Heyrman L. Desloovere, K. Molenaers G, Verheyden G., Klingels K., Monbaliu E., Feys H. (2013). Clinical characteristics of impaired trunk control in children with spastic cerebral palsy, *Research in Developmental Disabilities*, 34, 327–334.
- Janssen, L., & Steenbergen, B. (2011). Typical and atypical (cerebral palsy) development of unimanual and bimanual grasp planning. *Research in developmental disabilities*, 32, 963-971.

- Jaspers, E., Desloovere, K., Bruynincky, H., Molenaers, G., Klingels, K., & Feys. (2009). Review of quantitative measurements of upper limb movements in hemiplegic cerebral palsy. *Gait & Posture*, 30, 395-404.
- Jaspers, E., Desloovere, K., Bruyninckx, H., Klingels, K., Molenaers, G., Aertbelien, E., Gestel, L.V. et al. (2011). Three dimensional upper limb movement characteristics in children with hemiplegic cerebral palsy and typically developing children. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 2283-2294.
- Ju, Y.H., You, J.Y., & Chergn, R.J. (2010). Effect of task constraint on reaching performance in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 31, 1076–1082.
- Ju, Y.H., Hwang, I.S., & Chergn, R.J. (2012). Postural adjustment of children with spastic diplegic cerebral palsy during seated hand reaching in different directions. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93, 471-479.
- Kim, D.A., Lee, J.A., Hwang, P.W., Lee, M.J., Kim, H.K., Park, J.J, You, J.H., et al. (2012). The effect of comprehensive hand repetitive intensive strength training (CHRIST) using motion analysis in children with cerebral palsy. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 36, 39-46.
- Kluzik, J., Fetter, L., & Coryeli J. (1990). Quantification of control: a prehmmary study of effect of neurodevelopmental treatment on reaching in children with spastic cerebral palsy. *Physical Therapy*, 70(2), 65-76.
- Kraemer, H.C., Yesavage, J.A., Taylor, J.L., & Kupfer, D. (2000). How can we learn about developmental processes from cross-sectional studies, or can we? *The American Journal of Psychiatry*, 157(2), 163-171.
- Liu, W.Y., Zaino, C.A., & Mccoy, S.W. (2007). Anticipatory postural adjustments in children with cerebral palsy and children with typical development. *Pediatric Physical Therapy*, 188-195.
- de Luca C.J., Adam A., Wotiz R., Gilmore D., Nawab S.H., Decomposition of Surface EMG Signals, *Journal of Neurophysiology*, 2006, 1646–1657.
- McCarthy, M., Silberstein, C.E., Atkins, E.A., Harryman, S.E., Sponseller P.D., & Miller, N.A.H. (2002). Comparing reliability and validity of pediatric instruments for measuring health and well-being of children with spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 44, 468-476

- Menegoni, F., Milano, E., Trotti C., Galli, M., Bigoni, M., Baudo, S. et al. (2009). Quantitative evaluation of functional limitation of upper limb movements in subjects affected by ataxia. *European Journal of Neurology*, 16, 232-239.
- Milne, R., Donald, A., Chambers, L. (1995) Piloting short workshops on the critical appraisal of reviews. *Health Trends*, 27, 120-123.
- Palisiano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russel, D., Wood, E., & Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 39(4), 214-223.
- Pavão, S.L., Santos, A.N., Woollacott, M.H., & Rocha, N.A.C.F. (2013). Assessment of postural control in children with cerebral palsy: A review. *Research in Developmental Disabilities*, 34, 1367-1375.
- Ramos, E., Latash, M.P., Hurvutz, E.A., & Brown, S.H. (1997). Quantification of upper extremity function using kinematic analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78(5), 491-496.
- Rand, M.K., Shimansky Y., Stelmach G.E., Bracha V., Bloedel J.R. (2000). Effects of accuracy constraints on reach-to-grasp movements in cerebellar patients. *Experimental Brain Research*.135(2), 179-88.
- Rau, G., Klug, D.C., & Schimidt, R. (2000). Movement biomechanics goes upwards: from the leg to the arm. *Journal of Biomechanics*, 33(10), 207-1216.
- Reid, S., Elliott, C., Alderson, J., Lloud, D., & Elliott, B. (2010). Repeatability of upper limb kinematics for children with and without cerebral palsy. *Gait & Posture*, 32, 10-17.
- Rocha, N.A.F.C., Costa, C.N.S., Savelsbergh, G., & Tudella, E. (2009). The effect of additional weight load on infant reaching. *Infant Behavior and Development*, 32(2), 234-237.
- Ronnqvist, L., & Rosblad, B. (2007). Kinematic analysis of unimanual reaching and grasping movements in children with hemiplegic cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*, 22(2), 165-175.
- Rosenbaum, P., Bax, M., Goldstein, M., & Paneth, N. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47(8), 571-576.
- Rosenbaum, P., Paneth, N., Levinton, A., Goldstein, M., & Bax, M. (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy. Definition and Classification of CP. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 109, 8-14.

- Salén, M., & Hirschfeld, H. (1999). Forward leaning reaching task in sitting (FLRS): a new measure for clinical evaluation of hamstring length in children. *Physiotherapy Research International*, 4(4), 262-277.
- Savelsberg, G., Von Hofsten, C., & Jonsson, B. (1997). The coupling of head, reach and grasp movement in nine months old infant prehension. *Scandinavian Journal of Psychology*, 38, 325-333.
- Schneiberg, S., Mckinley, P., Gisel, E., Sveistrup, H., & Levin, M.F. (2010). Reliability of kinematic measures of functional reaching in children with cerebral palsy. *Developmental medicine & child neurology*, 52(7), 167-173.
- Schneiberg, S., Sveistrup, H., McFadyen, B., McKinley, P., & Levin, M.F. (2002). The development of coordination for reach-to-grasp movements in children. *Experimental Brain Research*, 146, 142–154.
- Soderberg, G.L., & Knutson, L.M. (2000). A guide for use and interpretation of kinesiologic electromyographic data. *Physio Therapy*, 80(5), 485-498.
- Sposito, M.M.M., & Riberto, M. (2010). Avaliação da funcionalidade da criança com paralisia cerebral espástica. *Acta Fisiatrica*, 17(2), 50-61.
- Soh, S., Morris, M. E., & McGinley, J. L. (2011). Determinants of health-related quality of life in Parkinson's disease: A systematic review. *Parkinsonism and Related Disorders*, 17, 1–9.
- Steenbergen, B., Charles, J., & Gordon, A.N. (2008). Fingertip force control during bimanual object lifting in hemiplegic cerebral palsy. *Experimental Brain Research*, 186, 191–201.
- Taylor, B.H. (2003) Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function: construct validity and correlation with the Pediatric Evaluation of Disability Inventory. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 45, 92-96.
- Thelen, E., & Smith, L. B. (1998). Dynamic system theories. In PH Mussen (Series Ed) & RM Lerner (Vol Ed.) hand book of psychology: Vol. 1 Theoretical models of human development (5th ed.). New York: John Willy e sons.
- Utley, A., & Sugden, D. (1998). Interlimb coupling in children with hemiplegic cerebral palsy during reaching and grasping at speed. *Development Medicine & Child Neurology*, 10, 396-404.
- Van der Heide, J.C., Begeer, C., Fock, J.M., Otten, B., Stremmelaar, E., Eykern, L.A.V., & Hadders-Algra, M. (2004). Postural control during reaching in preterm

- children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46, 253-266.
- Van der Heide, J.C., Fock, J.M., Otten, B., Stremmelaar, E., & Hadders-Algra, M. (2005a). kinematic characteristics of postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Pediatric Research*, 58(3), 586-593.
- Van der Heide, J.C., Fock, J.M., Otten, B., Stremmelaar, E., & Hadders-Algra, M. (2005b). kinematic characteristics of reaching movements in preterm children with cerebral palsy. *Pediatric Research*, 57(6), 883-889.
- Von Elm, E., Altman, D.G., Pocock, S.J., Gøtzsche, P.C., & Vandenbrouckef, J.P. (2007) The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: guidelines for reporting observational studies. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(11), 867-871.
- Wright, M.G., Hunt, L.P., & Stanley, O.H. (2001). Quantification of object manipulation in children with cerebral palsy. *Pediatric Rehabilitation*, 4(4), 187-95.
- Woollacott, M.H., Burtner, P., Jinsen, J., Josiewicz, J., Roncevalles, N., & Sveistrup, H. (1998). Development of posture responses during standing in healthy children and children with spastic diplegia. *Neuroscience and Biobehavioral reviews*, 22, 583-58.

Estudo II.

Oscilação corporal no momento dos ajustes posturais antecipatórios e compensatórios durante o alcance manual de crianças com Paralisia Cerebral e desenvolvimento típico



1. Introdução

O controle postural relaciona-se ao controle do posicionamento dos segmentos corporais em relação ao espaço, a fim de manter o alinhamento dos segmentos corporais e a estabilidade (Brogren, Hadders-Algra, Forsberg, 1998). A estabilidade corporal refere-se a manutenção do centro de massa posicionado sobre a base de suporte e alinhado ao centro de pressão (COP) sem perder o equilíbrio (Santos Kanekar & Aruin 2010; Westcoot & Burtner, 2004). Para manter o equilíbrio e adequado alinhamento é necessário gerar ajustes posturais antecipatórios (APA) e compensatórios (APC) frente à desestabilização (Ferrari, Tersì, Ferrari, Sghedoni, Chiari, 2010; Massion, 1998; Mochizuki & Amadio 2007). O APA refere-se a reações pré-programadas (Arui, Forrest & Latash, 1998) que mantêm a estabilização da postura antes da perturbação e após o início da atividade (Massion, 1998; Ramos & Stark, 1990) e auxiliam no sucesso da tarefa (Massion, 1998). O APC, por sua vez, é uma reação reflexa que ocorre durante e após a execução de uma tarefa (Massion, 1998; Witherington, 2002). Disfunções sensório motoras, como observadas nas crianças com paralisia cerebral (PC) podem gerar alterações nestes ajustes, bem como afetar a execução de atividades funcionais (Pavão, Barbosa, Sato, & Rocha, 2014), especialmente o alcance manual (Heide et al. 2005; Ju et al., 2012).

Os estudos que avaliaram o controle postural durante o alcance na postura sentada identificaram que crianças com PC apresentam instabilidade, sendo identificado por maior pico de velocidade de deslocamento do COP (ântero-posterior e médio-lateral), maior oscilação do COP ântero-posterior (Ju et al., 2012) e menor modulação da atividade muscular (van der Heide et al., 2005), quando comparado a crianças com desenvolvimento típico (DT).

Existem poucos estudos que verificaram o comportamento do COP durante APA em crianças com PC, bem como há controvérsias nos resultados. Ferrari et al. (2010) verificaram que as crianças com PC apresentam maior deslocamento ântero-posterior do COP no APA em relação às crianças DT. Estes autores avaliaram o alcance na postura sentada com objeto desviado lateralmente e medialmente em relação à linha média e a distância de 120% e 140% do comprimento do braço. No entanto, Liu, Zaino, & Mccoy (2007) verificaram que no alcance na postura em pé com o objeto posicionado a 120% da distância do braço, as crianças com PC com níveis de GMFCS I, II e III apresentaram menores deslocamento ântero-posterior em APA em relação às DT. Os autores atribuíram os resultados ao congelamento dos graus de liberdade de tronco e membros durante o movimento em direção ao alvo. Assim, verifica-se que o controle postural varia de acordo com a postura, apresentação do objeto e as características clínicas. No entanto, não foram encontrados estudos que avaliaram o comportamento de COP em APC em crianças com PC.

Evidencia-se a escassez de estudos que avaliaram o controle postural em crianças com PC (van der Heide et al., 2005; Fahimi, Hosseini, Rassafiani, Farzad & Haghgoo, 2012), bem como o comportamento do COP durante APA e APC em crianças com PC (Mochizuki et al., 2007). Assim, são necessários mais estudos, especialmente em crianças com PC com diferentes características funcionais e crianças com desenvolvimento típico de mesma faixa etária. A realização deste estudo irá propiciar maior compreensão das características da oscilação corporal no APA e APC durante o alcance manual nas crianças com PC. A partir disso, será possível identificar as reais necessidades terapêuticas e direcionar estudos para avaliar a eficácia de estratégias terapêuticas que facilitem o controle postural durante o alcance, visto que esta habilidade manual é de suma importância para realização de atividades de vida diária

como alimentação, vestimenta, brincadeiras e atividades escolares (Visicato, da Costa, Damasceno, de Campos, Rocha, 2015).

Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar a oscilação corporal por meio da análise do comportamento do COP no APA e APC durante o alcance manual de crianças PC com diferentes características da função motora grossa (comprometimento leve e moderado-grave) e função manual (comprometimento manual leve e moderado-grave), comparando-as com crianças com DT. A hipótese do presente estudo é de que crianças com PC apresentem menor estabilidade postural no APA e APC do que crianças com DT, evidenciado por maior amplitude de deslocamento, área de oscilação e velocidade média de oscilação do COP. Acredita-se ainda que, os grupos com comprometimento leve da função motora grossa e manual apresentarão maior estabilidade postural no APA e APC do que as crianças com comprometimento moderado-grave durante o alcance manual na postura sentada.

2. Métodos

2.1. Participantes

Para compor o grupo de crianças com PC foram selecionadas por conveniência 44 crianças, por meio da análise dos prontuários dos centros terapêuticos das cidades do interior do Estado de São Paulo. Dentre estas crianças, 4 desistiram previamente e 11 foram excluídas por inadequação metodológica, tais como, recusa na participação do estudo, não compreensão de comandos verbais simples e presença de deficiência auditiva não corrigida por aparelho auditivo. Desta forma, foram incluídas no estudo 29 crianças com PC, sendo 18 meninos e 11 meninas e média de idade 9,58 anos (DP= 3,4).

As crianças com PC foram alocadas em grupos referentes ao *Gross Motor Function Classification System for Cerebral Palsy* (GMFCS): comprometimento leve da função motora grossa, composto por crianças com nível GMFCS I e II, e comprometimento moderado-grave da função motora-grossa, formado por crianças com nível GMFCS III e IV (Chagas, Defilipo, Lemos, Mancini & Carvalho, 2008; Reid, Carlin, & Reddihough, 2011). Estas mesmas crianças também foram alocadas em grupos referentes à classificação da função manual pela *Manual Ability Classification System* (MACS), sendo o grupo com comprometimento leve, formado por crianças com nível MACS I e comprometimento moderado-grave constituído por crianças com nível MACS II e III (Chagas et al., 2008).

Para composição do grupo de crianças com DT foram selecionadas crianças em instituições de ensino regular, nas cidades do interior do Estado de São Paulo. Inicialmente foram selecionadas 30 crianças, sendo que 2 desistiram previamente do estudo e duas apresentavam obesidade. Deste modo, o grupo de crianças com DT foi composto por 26 crianças, sendo 12 meninas e 14 meninos.

Os critérios de inclusão no estudo para ambos os grupos (PC e DT) foram: a) idade entre 5 e 14 anos (Reily, Woollacott, Donkelaar, & Saavedra, 2008), pois possuem atenção suficiente para desempenhar atividades e apresentam aprimoramento da integração sensorial para o controle postural (Shumway-cook & Wollacott, 1985; Rinaldi, Polastri, & Barela, 2009).

Para as crianças com PC os critérios de inclusão foram: a) diagnóstico de PC espástica; b) nível de GMFCS: I, II, III e IV (Palisano, Rosenbaum, Walter, Russel, Wood, Galuppi, 1997); c) nível de MACS I, II e III (Eliasson et al., 2005); d) criança que permanecia sentada com independência por 20 segundos e alcançava objetos na

linha média com pelo menos uma das mãos; e) estar em tratamento fisioterapêutico regular por no mínimo seis meses.

Os critérios de não-inclusão para ambos os grupos (PC e DT) foram: a) deficiência visual sem correções por uso de óculos, b) deficiência auditiva sem correções por uso de dispositivos auditivos; c) obesidade e, d) deformidades fixas de tronco (cifose, escoliose, hiperlordose ou retificação de curvas).

Para as crianças com PC os critérios de não inclusão foram: a) tônus muscular com discinesia, ataxia, distonia e coreatetose e b) criança ter sido submetida à aplicação de bloqueios químicos e processo cirúrgico no período de seis meses antes do estudo.

As características das crianças incluídas no estudo encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Características das crianças típicas e com PC incluídas no estudo

Idade	DT			PC													
	Sexo			Sexo			Topografia			GMFCS				MACS			
	N	F	M	N	F	M	H	D	Q	I	II	III	IV	I	II	III	
5	1		1	3	2	1	3				2	1			2	1	
6	1	1		3		3	1	1	2		1		1	1	2	1	
7	3	2	1	3	1	2	1	1	1				3		2	1	
8	2		2	3	1	2	2	1			1		2		3		
9	3	1	2	1		1		1					1			1	
10	4	2	2	4	2	2	2	1	1		2	1		1	3	1	
11	6	3	3	2	2		1	1			1		1		2		
12	1	1		1	1		1					1					1
13	4	3	1	8	2	6	4		2		4	2	1	1	5	2	1
14	1	1		1		1	2					1			1		
Total	26	14	12	29	11	18	17	6	6		11	6	6	6	18	8	3

DT: desenvolvimento típico; PC: Paralisia cerebral; N: número de sujeitos; M: masculino; F: feminino; H: Hemiplegia; D: Diplegia; Q: Quadriplegia e GMFCS: Gross motor Function Classification System, MACS: Manual Ability Classification.

O estudo foi realizado de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras das Pesquisas Envolvendo Seres Humanos (Resolução 196/1996, Conselho Nacional de

Saúde) e foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com seres humanos (Parecer nº 159.07) (ANEXO A).

2.2 Procedimentos gerais

Os pais ou responsáveis das crianças selecionadas foram esclarecidos em relação aos objetivos e métodos da pesquisa e foram convidados a participar do estudo. Os pais assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B), ratificando a participação da criança no estudo.

Para controlar os critérios de inclusão e não-inclusão das crianças no estudo, foi realizada uma avaliação inicial (APÊNDICE C), com a coleta de dados sobre o desenvolvimento da criança e as condições atuais de saúde.

As crianças foram despidas pela mãe ou por elas mesmas, as meninas permaneciam com short e top e os meninos permaneciam com *short*. Um marcador esférico foi colocado no punho das crianças, no ponto médio entre os processos estiloides do rádio e da ulna do membro superior direito e esquerdo (Rocha, Silva, & Tudella, 2006) com o intuito de identificar o início e o final do movimento de alcance e para realizar a sincronização das imagens (Figura 1).



Figura 1: Marcadores de punho

2.3 Procedimento de Teste

A criança foi posicionada sentada sobre a plataforma (Kyvelidou et al., 2011, Ferrari et al., 2010) de força que estava disposta sobre um banco de altura regulável, de modo que mantinha 90° de flexão de quadril e permanecia com toda região glútea e posterior da coxa apoiadas sobre a plataforma e não havia apoio para os pés e para as costas (van der Heide et al., 2004; Bigongiari et al., 2011; Ferrari et al., 2010; Ju et al., 2010; Ju, 2012).

Foram realizadas três tentativas para cada membro para a adaptação a atividade e 20 tentativas de alcance para a análise dos dados, no qual a criança realizava 10 tentativas do alcance para cada membro superior, com velocidade auto selecionada pela criança (Hadders-Algra et al., 1999; Chang, Wu, Wu, & Su, 2005). O membro primeiramente avaliado foi definido randomicamente por meio de um sorteio realizado pela criança. A criança foi orientada a permanecer o mais inerte possível, no qual realizasse o alcance apenas com um dos membros superiores, sem realização de movimentos de tronco e de membros inferiores.

O objeto oferecido para a realização do alcance foi um hidrocor (canetinha jumbo) apresentando dimensões de 11 cm de comprimento e circunferência de 6 cm (Figura 2).



Figura 2: Objeto oferecido à criança para a realização do alcance

O objeto alvo foi apresentado à frente da criança, na linha média do seu corpo e na altura do seu ombro. A distância do posicionamento do alvo correspondia ao comprimento do membro superior em extensão máxima alcançada pelo movimento ativo de cotovelo e punho na posição neutra (Hadders-Algra et al., 1999; Hadders-Algra et al., 2007; van der Heide et al., 2005; van der Heide et al., 2004; Rocha, 2006).

2.4 Procedimento experimental

O procedimento experimental foi registrado por duas câmeras filmadoras HDR-XR150 sem a utilização de zoom, com frequência de aquisição de 30 Hz, que registravam imagens no formato HDD. Essas foram acopladas sobre tripés posicionados em vista anterior e lateral direita e esquerda da criança de acordo com o membro avaliado, com intuito de visualizar os movimentos de alcance por meio do deslocamento do marcador do punho.

2.4.1 Avaliação do comportamento do COP

A análise do comportamento do COP durante o alcance na postura sentada foi realizada por meio de medidas da plataforma de força (BERTEC portátil - modelo FP4060-05), que foi posicionada sobre o assento do banco.

A plataforma de força é do tipo de células de carga que utiliza quatro transdutores do tipo “*strain gages*”, dispositivos que apresentam resistência elétrica variada em função de alterações mecânicas, sendo posicionadas nos quatro cantos da plataforma. O sistema ortogonal da plataforma de força representa x, y e z. Os sensores de forças estão arranjados para medir os componentes de força F_x , F_y e F_z e os componentes de momentos de força são M_x , M_y e M_z . Sendo x, y e z as direções médio-lateral, ântero-posterior e vertical respectivamente. A plataforma é capaz de mensurar o componente de reação ao solo para estimar o COP, ponto de atuação da resultante de forças verticais agindo sobre a superfície de suporte. A mensuração da oscilação postural durante a atividade é realizada por meio da verificação da localização e da trajetória do COP (Barela & Duarte, 2006; Kyvelidou, Harbourne, Shostrom, & Stergiou, 2010).

2.4.2 Análise das imagens

As imagens das câmeras foram abertas no sistema Dvideow (Digital vídeo for biomechanics for Windows 32 bits) versão 5.0 (Figuroa, Leite, & Barros, 2003), para a determinação do período do início e final do alcance.

O início do movimento foi marcado como o primeiro deslocamento do marcador do punho em direção ao objeto e o final foi determinado pelo quadro em que a mão

tocava o objeto (Rocha, Silva, & Tudella, 2006; Rocha, 2006; Thelen & Coberta, 1996; Out, Van Soest, Savelsbergh, & Hopkins, 1998). Posteriormente, o início e final do alcance foram informados manualmente à rotina do software Matlab (Mathworks Inc, National, MA, USA) para processamento dos dados.

2.5 Análise dos dados

Os dados obtidos pela plataforma de força com frequência de aquisição de 1.000Hz foram processados e filtrados com o filtro digital Butterwoth de 4ª ordem, passa baixa com frequência de 5Hz, por meio do software Matlab.

O APA foi determinado pela janela temporal de 100 ms antes do início do movimento e 50 ms após o início do movimento ($T_0 - 100$, $T_0 + 50$) ms e APC foi determinado pela janela temporal de 50 ms a 200 ms após o início do movimento ($T_0 + 50$, $T_0 + 200$) ms, no qual t_0 refere-se ao Tinicial, ou quadro de início (Bigongiari et al., 2011; Shiratori & Latash, 2000; Aruin & Latash, 1996).

As variáveis foram calculadas em cada janela temporal de APA e APC, sendo estas:

Variáveis dependentes do comportamento do COP

- a) Amplitude de deslocamento ântero-posterior (cm): corresponde à variação dos valores de COP entre o deslocamento máximo e mínimo na direção ântero-posterior. Segundo Shumway-Cook & Woollacott, (2003) quanto menor a amplitude dos deslocamentos do COP, maior é a estabilidade e consequentemente maior é o equilíbrio.

- b) Amplitude de deslocamento médio-lateral (cm): corresponde à variação dos valores do COP entre o deslocamento máximo e mínimo na direção médio-lateral.
- c) Área de oscilação (cm²): estima a dispersão dos dados do COP por meio da área do deslocamento na direção ântero-posterior e médio-lateral, baseado em 95% dos pontos formados em uma elipse (Braga et al., 2012).
- d) Velocidade média total da oscilação (cm/s): reflete o quão rápido ocorreram às oscilações na direção ântero-posterior e médio-leteral, no domínio do tempo (Maures & Peterka, 2005). Menores valores de velocidade média de oscilação tem relação com maior independência das crianças com PC (Pavão et al., 2014).

2.6 Análise estatística

Foram testadas a normalidade e homocedasticidade dos dados, por meio do teste de Shapiro-Wilk. De acordo com o teste, os dados do comportamento de COP não apresentaram normalidade.

Assim, o teste de Kruskal-Wallis com correção de Bonferroni foi utilizado para comparar os grupos de crianças com DT e PC de diferentes comprometimentos da função motora grossa (PC comprometimento motor leve x PC comprometimento motor moderado-grave x DT) e manual (PC comprometimento manual leve x PC comprometimento manual moderado-grave x DT). Caso houvesse diferença significativa entre os grupos seria utilizado o teste de Mann Whitney para comparação entre as crianças com comprometimento moderado-grave e leve da função motora grossa, crianças com comprometimento moderado-grave e DT, assim como entre crianças com comprometimento manual leve e DT.

Foram efetuadas correções de Bonferroni, assim o nível de significância foi considerado $p < 0,016$. Para as análises foi utilizado o software SPSS 17.0.

3. Resultados

As 29 crianças com PC e 26 com DT realizaram 3 tentativas de alcance para adaptação à atividade para cada membro e 10 tentativas válidas de alcance com cada membro superior. Assim, as crianças realizaram 330 tentativas de alcance para adaptação e 1100 tentativas válidas. Dessas, 38 foram perdidas devido a erros experimentais, como início precoce da realização da atividade. Dessa forma, 1062 tentativas foram utilizadas nas análises.

3.1 Comportamento do COP de crianças típicas e com PC de acordo com o nível de comprometimento da função motora grossa

Constatou-se diferença significativa entre as crianças com comprometimento da função motora grossa leve, moderado-grave e DT nas variáveis amplitude de deslocamento ântero-posterior do COP no APA ($K2=35,8$; $p < 0,001$) e APC ($K2=25,7$; $p < 0,001$), amplitude de deslocamento médio-lateral do COP no APA ($K2=45,8$; $p < 0,001$) e APC ($K2=38,0$; $p < 0,001$); área de oscilação do COP no APA ($K2=27,0$; $p = 0,001$) e APC ($K2=14,2$; $p < 0,001$); velocidade média total de oscilação do COP no APA ($K2=20,8$; $p < 0,001$) e APC ($K2=12,7$; $p = 0,002$).

Na comparação entre PC com comprometimento leve e DT houve diferença significativa na amplitude ântero-posterior de deslocamento do APA ($U = -5,5$; $p < 0,001$) e APC ($U = -4,9$; $p < 0,001$), amplitude médio-lateral do APA ($U = -6,1$; $p < 0,001$) e APC

($U=-5,5$; $p < 0,001$, $p < 0,001$), área de oscilação de COP no APA ($U=-4,9$; $p < 0,001$) e APC ($U=-3,5$; $p < 0,001$), velocidade média total de oscilação do COP no APA ($U=-4,5$; $p < 0,001$) e APC ($U=-3,4$; $p < 0,001$) apresentando maiores valores na criança com PC em relação à criança com DT.

As crianças com comprometimento moderado-grave da função motora grossa quando comparado às crianças DT, apresentaram diferença para os valores de amplitude de deslocamento ântero-posterior do COP no APA ($U=-3,7$; $p < 0,001$) e APC ($U=-2,6$; $p=0,007$), amplitude de deslocamento médio lateral do COP no APA ($U=-4,1$; $p < 0,001$) e APC ($U=-4,0$; $p < 0,001$), área de oscilação do COP no APA ($U=-3,3$; $p < 0,001$) e APC ($U=-2,3$; $p=0,002$) e velocidade média de oscilação total do COP no APA ($U=-2,3$; $p < 0,01$), evidenciando maiores valores nas crianças com PC em relação às com DT. No entanto, não houve diferença para velocidade média de oscilação do COP no APC ($U=-1,9$; $p=0,05$).

Na análise comparando grupo comprometimento leve e moderado-grave da função motora grossa não foi evidenciado diferenças significativas para nenhuma das variáveis.

A Figura 3 demonstra os valores da amplitude de deslocamento do COP ântero-posterior e médio-lateral, área de oscilação do COP e velocidade média total de oscilação do COP das crianças com PC, com comprometimento leve e moderado-grave da função motora grossa e crianças com DT.

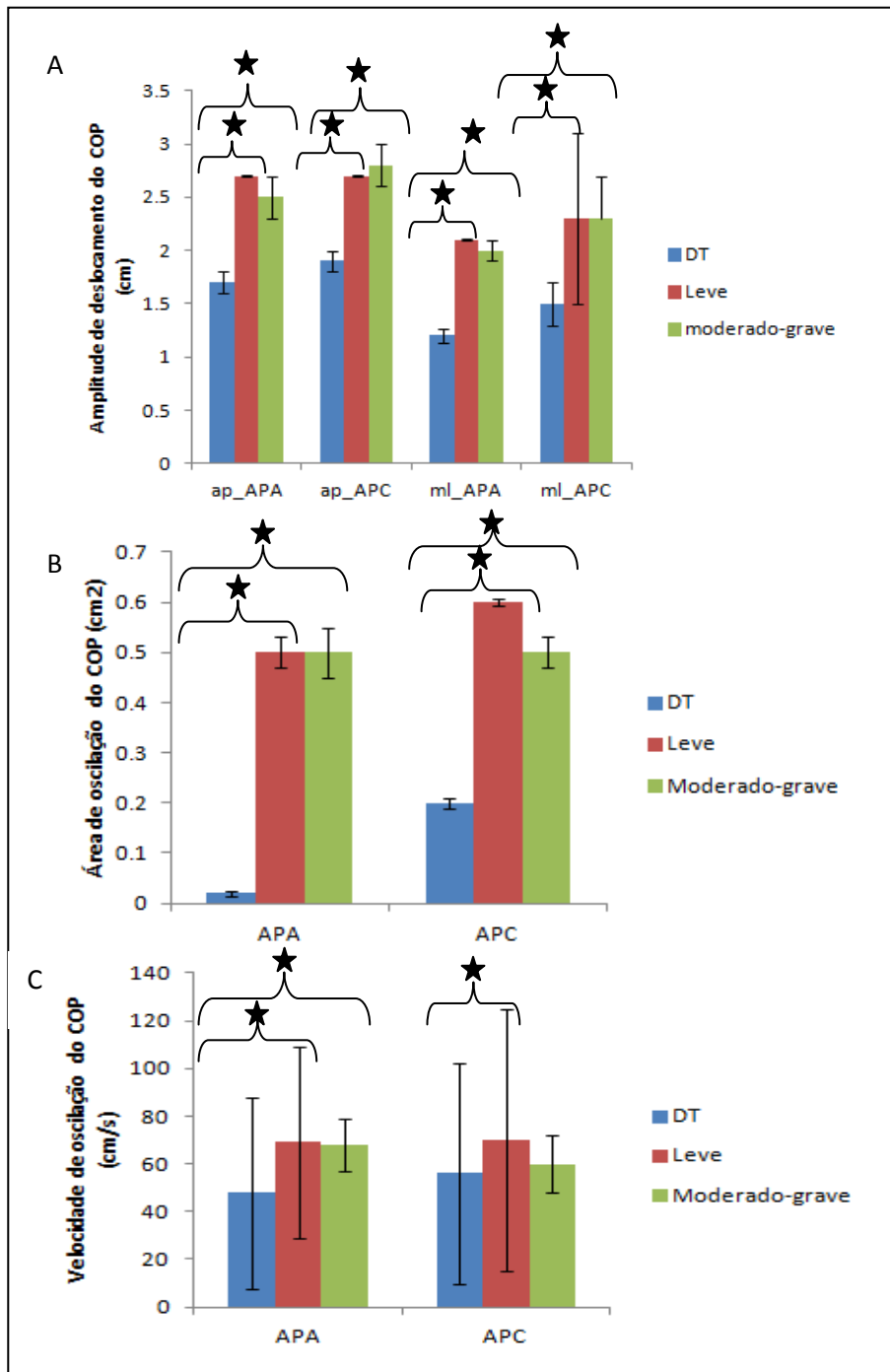


Figura 3: Valores da mediana e desvio padrão da (A): amplitude de deslocamento do COP no APA e APC; (B): área de oscilação do COP e (C) velocidade média do COP em APA e APC para grupo PC com comprometimento leve, moderado-grave da função motora grossa e DT. ap_APA: ântero-posterior no ajuste antecipatório; ap_APC: ântero-posterior no ajuste compensatório; ml_APA: médio-lateral no ajuste antecipatório; APA: ajuste antecipatório; APC: ajuste compensatório.

3.2 Comportamento do COP de crianças típicas e com PC de acordo com o nível de comprometimento da função manual

Constatou-se diferença significativa entre as crianças com comprometimento da função manual leve, moderado-grave e crianças com DT em todas as variáveis: amplitude de deslocamento ântero-posterior do COP no APA ($K^2=34,6$; $p<0,001$) e APC ($K^2= 24,9$; $p<0,001$), amplitude de deslocamento médio-lateral do COP no APA ($K^2=46,1$; $p<0,001$) e APC ($K^2=40,6$; $p<0,001$); área de oscilação do COP no APA ($K^2=28,8$; $p<0,001$) e APC ($K^2= 17,2$; $p<0,001$); velocidade média total de oscilação do COP no APA ($K^2=24,1$ $p<0,001$) e APC ($K^2= 17,1$; $p<0,001$).

Há diferença entre o grupo com comprometimento manual leve e crianças com DT, na amplitude de deslocamento ântero-posterior do COP no APA ($U=-4,7$; $p<0,001$) e APC ($U= -3,6$; $p<0,001$) na amplitude de deslocamento médio-lateral do COP no APA ($U=5,3$; $p<0,001$) e APC ($U=-4,8$; $p<0,001$), área de oscilação do COP no APA ($U= -3,8$; $p<0,001$) e APC ($U= -2,5$; $p<0,001$) e velocidade média total de oscilação do COP no APA ($U=-2,9$; $p<0,001$). No entanto, não houve diferença nos valores de velocidade de oscilação do COP em APC ($U=-1,9$; $p=0,05$).

Constatou-se diferença significativa em relação aos valores das crianças com comprometimento moderado-grave da função manual e das crianças DT, na amplitude de deslocamento ântero-posterior do COP no APA ($U=-3,9$; $p<0,001$) e APC ($U= -3,4$; $p<0,001$), na amplitude de deslocamento médio-lateral do COP no APA ($U=4,8$; $p<0,001$) e APC ($U=-4,4$; $p<0,001$), área de oscilação do COP no APA ($U= -3,9$; $p<0,001$) e APC ($U= -3,1$; $p=0,001$) e velocidade média total de oscilação do COP no APA ($U=-3,4$; $p<0,001$) e APC ($U=-2,9$; $p<0,001$). Constatou-se que as crianças com

comprometimento moderado-grave apresentaram maiores valores em relação a crianças com DT.

Na comparação entre os grupos leve e moderado-grave da função manual não foi verificada diferença significativa em nenhuma variável.

A Figura 4 ilustra os valores das variáveis de amplitude de deslocamento ântero-posterior e médio-lateral do COP, área de oscilação do COP e velocidade média total de oscilação do COP no APA e APC das crianças com PC com comprometimento leve e moderado-grave da função manual, bem como das crianças com DT.

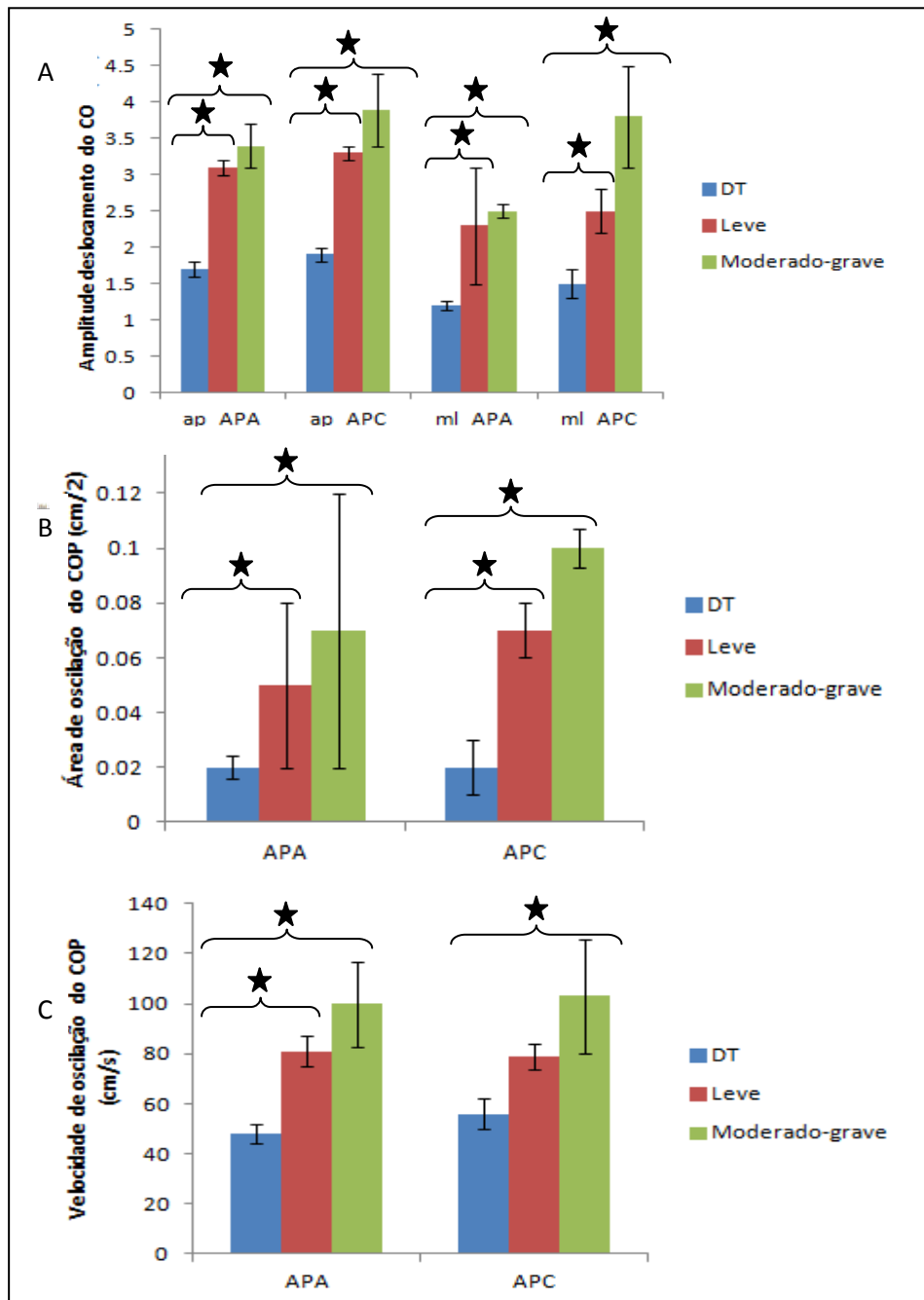


Figura 4: Valores da mediana e desvio padrão da (A): amplitude deslocamento do COP no APA e APC; (B): área de oscilação do COP e (C) velocidade média do COP em APA e APC para grupo PC com comprometimento leve e comprometimento moderado-grave da função manual. ap_APA: ântero-posterior no ajuste antecipatório; ap_APC: ântero-posterior no ajuste compensatório; ml_APA: médio-lateral no ajuste antecipatório; APA: ajuste antecipatório; APC: ajuste compensatório.

4. Discussão

O objetivo do presente estudo foi verificar a oscilação corporal, por meio da análise do comportamento do COP no APA e APC durante o alcance manual de crianças PC com diferentes características da função motora grossa (comprometimento leve e moderado-grave) e função manual (comprometimento manual leve e moderado-grave), comparando-as com crianças com DT e entre si.

Observa-se que tanto crianças com comprometimento leve, quanto as crianças com comprometimento moderado-grave apresentaram maior instabilidade na postura sentada ao alcançar um objeto, do que crianças com DT. No entanto, não foi encontrada distinção entre as crianças com comprometimento leve e moderado-grave da função motora grossa e manual.

4.1 Comportamento do COP de crianças típicas e com PC de acordo com o nível de comprometimento da função motora grossa

Identificou-se que as crianças com comprometimento leve e moderado-grave da função motora grossa apresentaram maiores valores de amplitude de deslocamento ântero-posterior e médio-lateral e área de oscilação do COP no APA e APC do que crianças com DT. Estes resultados indicam que as crianças com PC apresentam maior instabilidade no APA e APC comparadas às crianças com DT durante o alcance manual na postura sentada, como hipotetizado. A instabilidade postural pode estar relacionada a déficits sensoriais, como déficits no sistema vestibular e somatosensorial presentes em criança com PC. Estes sistemas desempenham papéis importantes na seleção de estratégias de movimentos apropriados em relação à atividade e aos contextos

ambientais (Barela, 2000, Graaf-Peters et al., 2007; Rinaldi et al., 2009). Estudos prévios descrevem que as crianças com PC têm limitações em reconhecer o posicionamento do corpo em relação ao espaço, (Barela, 2000, Ferrari et al., 2011, Rocchi, Chiari, Cappello, 2004, Horack, Nashner, & Diener, 1990), o que pode interferir na realização dos ajustes posturais necessários perante a instabilidade provocada pelo movimento de alcance.

Além das limitações sensoriais, as crianças com PC apresentam alterações na atividade muscular como observado por Heide et al.(2005). Estes autores relatam que as crianças com níveis de GMFCS I a IV apresentam limitações na modulação dos músculos extensores cervicais e torácicos, conferindo maior instabilidade postural durante o alcance. Além disso, Brogren et al. (1997) expõem que as crianças com PC apresentam desarmonia nas sinergias musculares, pois apresentam maior ativação dos músculos ventrais em relação aos músculos dorsais do tronco, gerando déficit no controle postural na postura sentada. Portanto, acredita-se que durante o alcance manual as crianças com comprometimento leve e moderado-grave da função motora grossa demonstram desarmonia na modulação muscular com excesso de coativação da musculatura agonista e antagonista de tronco. No entanto, são necessários estudos dos músculos posturais, a fim de verificar a coativação destes durante a atividade do alcance, assim gerando esclarecimento acerca das estratégias musculares durante a atividade, bem como a relação desta com a instabilidade demonstrada pelas crianças com comprometimentos da função motora grossa.

Referente à velocidade média de oscilação do COP, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre as crianças com comprometimento motor grosso moderado-grave e DT. No entanto, na análise descritiva, as crianças com PC apresentavam maior velocidade de oscilação em relação às com DT. Estes resultados

estão de acordo com os resultados de Liu et al. (2007), que apesar de não terem verificado diferença significativa velocidade de oscilação do COP no APA em crianças com PC, verificaram tendência de maior velocidade de oscilação nas crianças com PC em relação às com DT, conferindo instabilidade na postura. Porém, futuros estudos devem verificar o desempenho da tarefa e a biomecânica dos movimentos de tronco e membros associados ao controle postural de crianças com PC e DT. Dessa forma, será possível explorar as consequências sobre a tarefa e estratégias motoras utilizadas por crianças com PC e DT para manter a estabilidade.

Apesar de terem sido encontrados maior oscilação corporal no APA e APC durante o alcance em crianças com PC quando comparadas as crianças típicas, não houve diferenças entre os grupos de comprometimento leve e moderado-grave da função motora grossa, o que contraria as hipóteses levantadas. A classificação da função motora grossa indica restrições e limitações durante atividades, focando o movimento auto iniciado com ênfase no controle de tronco na postura sentada e no decurso da deambulação (Palisano et al., 1997; Palisano et al., 2000; Palisano et al., 2008). Assim, esperava-se que as crianças com PC com diferentes classificações da função motora grossa apresentassem diferenças nos ajustes posturais entre si, especialmente devido às limitações da estabilidade de tronco (Heyrman et al., 2013). Por exemplo, Heyrman et al. (2013) afirmam que as crianças com níveis de GMFCS III a IV apresentam maiores limitações na estabilidade de tronco e região pélvica durante a execução de movimentos no plano sagital em relação as criança com comprometimentos leve (I e II). No presente estudo pode-se identificar que há predominio de crianças com comprometimento leve da função motora grossa, esta predominância pode ter gerado a ausência de diferença entre o grupo de comprometimento leve em relação ao moderado-grave da função motora-grossa. Outro fator que pode ter causado a ausência de diferença entre os grupos

é o nível da demanda da tarefa, visto que o posicionamento do objeto na linha média, em uma distância alcançável não exige o movimento de flexão de tronco. Assim, todas as crianças, independente do comprometimento motor, poderiam apresentar movimentos de alcance semelhantes (Palisano et al., 1998) e conseqüentemente apresentaram oscilações posturais também semelhantes. Estudos descrevem que o posicionamento do objeto influencia a estabilidade de tronco e membros, visto que objetos posicionados distante da criança induz a necessidade de maiores graus de movimento de flexão de tronco e de membro superior para alcançar e apreender (Schneiberg et al., 2010). No entanto, mais estudos com maiores demandas da tarefa são necessários, pois a simples tarefa de alcance utilizada no presente estudo, pode ter obscurecido possíveis diferenças entre os grupos.

4.2 Comportamento do COP em crianças típicas e com PC de acordo com o nível de comprometimento da função manual

O grupo de crianças com PC de comprometimento leve e moderado-grave da função manual demonstram maior amplitude de deslocamento ântero-posterior e médio-lateral, maior área de oscilação no APA e APC e maior velocidade média total de oscilação do COP no APA, quando comparados às crianças com DT durante o alcance manual. A habilidade manual e o controle postural são intrinsicamente ligados, tendo sido referido na literatura que quanto melhor o controle postural mais coordenado será o movimento do alcance, visto que a estabilidade proximal é requisito para a movimentação acurada do membro superior (Ju et al. 2012; Ju et al. 2010). Crianças com PC apresentam diversas limitações espaço temporais do alcance, que podem ser consequência da instabilidade postural, além de limitações da amplitude de movimento

de membros superiores, como aumento da rotação interna do ombro, reduzida extensão do cotovelo e punho em flexão, que podem gerar compensações e ampliar a instabilidade postural. Como tais características são observadas em crianças com diversos níveis de comprometimento manual (Coluccini et al., 2005), elas podem explicar o fato de ambos os grupos de crianças PC terem sido diferentes das crianças típicas.

Diferentemente do esperado, não foram evidenciadas diferenças na velocidade média de oscilação do COP no APC entre as crianças com comprometimento leve da função manual e crianças DT. Embora as crianças com PC apresentem limitações no controle postural no alcance manual, crianças com comprometimento motor leve têm menores dificuldades em controlar os membros superiores durante o alcance (Visicato et al., 2015). Assim, acredita-se que este resultado seja devido às crianças com comprometimento leve apresentarem maior controle dos membros em direção ao alvo, gerando uma menor velocidade de oscilação do COP após 50ms do início do movimento.

Não foram encontradas diferenças entre as crianças com comprometimento leve e moderado-grave da função manual nas variáveis de amplitude de deslocamento do COP, área de oscilação e velocidade média total do COP no APA e APC. A classificação da função manual enfatiza a habilidade das crianças de manusear objetos (Eliasson et al., 2006). As crianças com comprometimento leve (MACS I) podem ter limitações para manipular objetos muito pequenos, pesados ou frágeis, o que requer controle motor fino minucioso, ou coordenação eficaz entre as mãos. As crianças com comprometimento moderado-grave (MACS II e III) manipulam objetos com maiores limitações e lentamente, com menor qualidade dos movimentos (Eliasson et al., 2006). Além disso, autores verificaram que associado às limitações do alcance, há os déficits

do controle postural (Ju et al., 2012). Assim, esperava-se que as crianças com comprometimento moderado grave da função manual apresentariam maior oscilação postural do que crianças com comprometimento leve. Um fator que pode ter gerado a ausência de diferenças entre os grupos foi não ter avaliado o controle postural em relação à execução da atividade com membros superiores separadamente (dominante/menos afetado e não dominante/afetado). Segundo Coluccini et al. (2007), crianças apresentam maiores debilidades do alcance com o membro afetado e isso poderia revelar maior instabilidade postural no APA e APC durante o alcance.

5. Limitações do estudo

O trabalho apresenta como limitações: a) ausência da avaliação da biomecânica dos movimentos e da atividade muscular de tronco e membros superiores, o que pode limitar as inferências sobre a influência dos mesmos sobre o controle postural durante o alcance; b) número reduzido de participantes em cada grupo, bem como disparidade entre o número de sujeitos incluídos em cada grupo de criança com PC.

6. Conclusão

Os resultados do estudo conferem que as crianças com PC apresentam maior instabilidade na oscilação postural, evidenciados no APA e APC quando comparadas as crianças com DT. No entanto, crianças com PC com níveis de comprometimento leve e moderado-grave da função motora grossa e manual são semelhantes entre si quanto à oscilação postural no APA e APC durante o alcance. Diante disso, é necessário verificar estratégias que melhoram o controle postural de crianças com PC.

7. Referencias

- Aruin, A.S., & Latash, M.L. (1996). Anticipatory postural adjustments during self-initiated perturbations of different magnitude triggered by a standard motor action. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 101, 497-503.
- Barela, A. M., Godoi, D., Freitas, P.B.J., Polastri, P.F. (2000). Visual information and body sway coupling in infants during sitting acquisition. *Infant Behavior & Development*, 23, 285-297.
- Barela, A. M., & Duarte, M. (2006). Biomechanical characteristics of elderly individuals walking on land and in water. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 28, 446-454.
- Bigongiari, A., Souza, A.F., Franciulli, P.M., Razi, S.N., Araujo, R.C., & Mochizuki, L. (2011). Anticipatory and compensatory postural adjustments in sitting in children with cerebral palsy. *Human Movement Science*, 30, 648-657.
- Butler, E.E. & Rose, J. (2002). The Pediatric Upper Limb Motion Index and a temporal-spatial logistic regression: Quantitative analysis of upper limb movement disorders during the Reach & Grasp Cycle. *Journal of Biomechanics*, 45, 945-51.
- Braga, A.B., Rodrigues, A.C.M.A, de Lima, G.V.M.P; Melo, L.R., de Carvalho, A.R., Bertolini, G.R.F. (2012). Comparação do equilíbrio postural estático entre sujeitos saudáveis e lombálgicos. *Acta ortopédica Brasileira*, 20(4), 210-12.
- Brogren, E., Hadders-Algra, M. & Forssberg, H. (1996). Postural control in children with spastic diplegia: Muscle activity during perturbations in sitting. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 38, 379-88.
- Chagas, P.S.C., Defilipo, E.C., Lemos, R.A., Mancini, M.C., Frônio, J.S., & Carvalho, R.M. (2008). Classificação da função motora e do desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 12 (5), 409-16.
- Chang, J.J., Wu, T.I., Wu, W.L., & Su, F.S. (2005). Cinematical measure for spastic reaching in children with cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*, 20, 381-88.
- Coluccini, M., Maini, E.S., Martelloni, C., Sgandurra, G., Cioni, G. (2007). Kinematic characterization of functional reach to grasp in normal and in motor disabled children. *Gait & Posture*, 25, 493-501
- Eliasson, A.C., Sundholm, L.K., Rösblad, B., Arner, M., Öhrvall, A.M., & Rosenbaum, P. (2006). The manual ability classification system (MACS) for children with

- cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Developmental medicine & child neurology*, 48(7), 549-54.
- Fahimi, N.A. Hosseini, S., Rassafiani, M., Farzad, M., & Haghgoo, H.A., (2012). The Reactive Postural Control in Spastic Cerebral Palsy Children. *Iranian Rehabilitation Journal*, 10(15).
- Ferrari, A., Tersì, L., Ferrari, A., Sghedoni, A., & Chiari, L. (2010) Functional reaching discloses perceptive impairment in diplegic children with cerebral palsy. *Gait & Posture*, 32, 253-58.
- Figueroa, P.J., Leite, N.J., & Barros, R.M. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. *Comput methods Programs biomed*, 75(2), 155-65.
- Graaf-Peters, V.B., Blouw-Hospers, C.H., Dirks, T., Bakker, H., Boss, A.F., & Hadders-Algra, M. (2007). Development of postural control in typically developing children and children with cerebral palsy: Possibilities for intervention? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 31, 1191-1200.
- Hadders-Algra, M., Fits, I.B.M., Stremmelar, E., & Touwen, B.C.L. (1999). Development of postural adjustments during reaching in infants with CP. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 41, 766-76.
- Hadders-Algra, M., Heide, J.C., Fock, J.M., Stremmelar, E., Eykern, L.A., & Otten, B. (2007). Effect of seat surface inclination on postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Physical therapy*, 87, 861-71.
- Hadders-Algra, M., Brogren, E., & Forssberg, H., (1996). Training affects the development of postural adjustments in sitting infants. *Journal of Physiology*. 493, 289-98.
- Heyrman, L., Desloovere, K., Molenaers, G., Verheyden, G., Klingels, K., Monbaliu, E., & Feys, H. (2013). Clinical characteristics of impaired trunk control in children with spastic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 34, 327-34
- Horack, F.B., Nashner, L.M., Diener, H. (1990). Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Experimental Brain Research*, 82(1):167-77.
- Ju, Y.H., Hwang, I.S., & Chergn, R.J. (2012). postural adjustment of children with spastic diplegic cerebral palsy during seated hand reaching in different directions. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93, 471-79.

- Ju, Y.H., You, J.Y., & Cherng, R.J. (2010). Effect of task constraint on reaching performance in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 31, 1076-82.
- Kyvelidou, A., Harbourne, R.T., Shostrom, V.S., & Stergiou, S. (2010). Reliability of center of pressure measures for assessing the development of sitting postural control in infants with or at risk of cerebral palsy. *Archives of physical Medicine and Rehabilitation*, 91(10), 1593-1601.
- Liu, W.Y., Zaino, C.A., & McCoy, S.W. (2007). Anticipatory postural adjustments in children with cerebral palsy and children with typical development. *Pediatric Physical Therapy*, 188-95.
- Maurer, C., & Peterka, R. J. A. (2005). New Interpretation of Spontaneous Sway Measures Based on a Simple Model of Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology*, 93, 189-200.
- Massion, J. (1998). Postural control system in developmental perspective. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22, 465-72.
- Mochizuki, L. & Amadio, A. C. (2007). A aplicação da análise dos componentes principais para o estudo do controle postural. *Revista Brasileira de Educação Física*, 21(1), 69-80.
- Out, L., Van Soest, A.J., Savelsbergh, G.J., & Hopkins, B. (1998). The effect of posture on early reaching movements. *Journal of Motor Behavior*, 30(3), 260-72.
- Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russel, D., Wood, E., & Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 39, 214-23.
- Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. (2008) Development of the Gross Motor Function Classification System (1997). *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50, 5-5.
- Palisano, R.J., Hanna, S.E., Rosenbaum, P.L., Russell, D.J., Walter, S.D., Raina, P.S., Galuppi, B.E. (2000). Validation of a Model of Gross Motor Function for Children With Cerebral Palsy. *Journal physical therapy*, 80,974-985.
- Pavão, S.L., Barbosa, K.A.F., Sato, T.D.O., & Rocha, N.A.C.F. (2014). Functional balance and gross motor function in children with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 35, 2278-83.

- Ramos, C.F. & Stark, L.W. (1990). Postural maintenance during fast forward bending: a model simulation experiment determines the reduced trajectory. *Experimental Brain Research*, 82, 651-7.
- Reid, S.A., John B. Carlin, J.B., & Reddihough, D.S. (2011). Classification of topographical pattern of spasticity in cerebral palsy: A registry perspective. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 2909-15.
- Reilly, D.S., Woollacott, M.H., van Donkelaar, P., Saavedra, S. (2008). The Interaction Between Executive Attention and Postural Control in Dual-Task Conditions: Children With Cerebral Palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89, 834- 41.
- Rinaldi, N.M., Polastri, P.F., & Barela, J.A. (2009). Age-related changes in postural control sensory reweighting. *Neuroscience Letters*, 467, 225-29.
- Rocchi, L., Chiari, L., Cappello, A. (2004). Feature selection of stabilometric parameter based on principal component analysis. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 42, 71-79.
- Rocha, N.A.F.C. O impacto das propriedades físicas dos objetos nos movimentos de alcance de lactentes saudáveis de 4 a 6 meses. Tese de doutorado, Programa de pós graduação da Universidade Federal de São Carlos, 2006.
- Rocha, N.A.C.F., Silva, F.P.S. , & Tudella, E. (2006). The impact of object size and rigidity on infant reaching. *Infant Behavior & Development*, 29, 251-61.
- Santos, M.J., Kanekar, N., Aruin, A.S. (2010). The role of anticipatory postural adjustments in compensatory control of posture: 2. Biomechanical analysis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20, 398–405.
- Schneiberg, S., Sveistrup, H., McFadyen, B., McKinley, P., & Levin, M.F. (2002). The development of coordination for reach-to-grasp movements in children. *Experimental Brain Research*, 146, 142–154.
- Shiratori, T., & Latash, M. (2000). The roles of proximal and distal muscles in anticipatory postural adjustments under asymmetrical perturbations and during standing on rollerskates. *Clinical Neurophysiology*, 111, 613-23.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, A. *Controle motor: teoria e aplicações práticas*. São Paulo: Manole, 2003.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, A. (1985). The growth of stability: postural control from a development perspective. *Journal of Motor Behavior*, 17(2), 131-47.

- Thelen, E., Corbetta, D., & Spencer, J.P. (1996). Development of reaching during the first year: role of movement speed. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22(5), 1059-76.
- Van der Heide, J.C. Begeer, C., Fock, J.M., Otten, B., Stremmelaar, E., Eykern, L.A.V., & Hadders-Algra, M. (2004). Postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46, 253-66.
- Van der Heide, J.C., Fock, J.M., Otten, B., Stremmelaar, E., & Hadders-Algra, M. (2005a). Kinematic characteristics of postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Pediatric Research*, 58(3), 586-93.
- Visicato, L.P., da Costa, C.S.N., Damasceno, V.A.M., De campos, A.C., & Rocha, N.A.C.F. (2015). Evaluation and characterization of manual reaching in children with cerebral palsy: A systematic review. *Research in Developmental Disabilities*, 36, 162-74.
- Witherington, D.C., Von Hofsten, C., Rosander, K., Robinete, A., Woollacott, M. H., & Bertenthal, B.I. (2002). The development of anticipatory postural adjustments in infancy. *Infancy*, 3(4), 495-517.
- Westcoot, S L., Burtner, P. (2004). Postural control in children: implications for pediatric practice, 24(1-2), 5-55.

Estudo III

Efeito da colocação da órtese *Pediasuit* no controle postural sentado durante o alcance manual em crianças com Paralisia Cerebral



1. Introdução

O controle postural é importante para garantir a estabilidade, posicionamento do corpo em relação ao espaço e alinhamento corporal a partir da manutenção da projeção do centro de gravidade, representado pelo centro de pressão (COP), dentro dos limites da base de suporte (Graaf-Peters et al., 2007; Massion, 1998). Durante atividades dinâmicas, para manter o equilíbrio e adequado alinhamento corporal é necessário gerar ajustes posturais antecipatórios (APA), os quais preparam o corpo para o movimento a ser realizado e ajustes posturais compensatórios (APC), que são reações posturais durante e após a execução de uma tarefa (Massion, 1998; Witherington et al., 2002).

Os déficits de APA e APC podem ser evidenciados durante a realização de atividades funcionais como o alcance manual em crianças com disfunções neuromotoras como a Paralisia Cerebral (PC) (Bigongiari et al., 2011). A PC leva a um grupo de distúrbios no desenvolvimento do movimento e da postura, com diferentes níveis de limitações em atividades (Rosenbaum, Bax, Goldstein, & Paneth, 2005; Rosembaum, Paneth, Levinton, Goldstein, & Bax, 2007). Assim, crianças com PC apresentam menor amplitude de deslocamento ântero-posterior do COP no APA, durante o alcance na postura em pé (Liu, Zaino & McCoy, 2007) e na postura sentada (Ferrari et al., 2010). Em estudo prévio (ESTUDO II) foi constatado que crianças com PC com comprometimento leve e moderado-grave da função motora grossa e manual demonstraram instabilidade postural tanto no APA, como no APC, quando comparado com as crianças com DT, durante o alcance manual.

Considerando tais evidências, se faz necessário estudar estratégias terapêuticas a fim de melhorar a sua funcionalidade. Uma das estratégias é verificar a efetividade de dispositivos auxiliares, tal como a utilização das órteses estáticas e dinâmicas. A ISO 9999:2007 define órtese como um sistema de apoio ou dispositivo externo aplicado ao

corpo, objetivando modificar os aspectos funcionais e estruturais do sistema neuromuscular e esquelético para obtenção de aprimoramento das funções mecânica.

De acordo com Howle (2002) e Morris (2002), as órteses possibilitam menor gasto energético durante atividades funcionais. Apesar do reconhecido benefício funcional da órtese, não foram encontrados na literatura pesquisada estudos que verificassem o efeito de órtese de tronco no controle postural em crianças com PC.

Recentemente, a órtese *Suit*, também conhecida como *Pediasuit* tem sido utilizada para treino intensivo dentro do método *Suit Therapy*. A órtese *Pediasuit* é uma órtese dinâmica composta por capacete, colete, short, joelheira e sapato, ambos os componentes são interligados por cordas elásticas, fixadas e adaptadas a cada criança (Bailes et al., 2011, Bailes, Greve, & Schmitt, 2010). A órtese associada ao treino intensivo apresenta função de realizar o alinhamento biomecânico, favorecer a reorganização muscular, aumentar a força muscular e o ciclo entre informações sensoriais e respostas motoras, conseqüentemente facilitando o desenvolvimento de habilidades motoras (Bailes et al., 2011).

Bailes et al., (2011) e Bailes et al. (2010) verificaram o efeito do tratamento intensivo utilizando o *Pediasuit* nas funções motora grossa em PC com níveis de *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS) de II a IV. No entanto, estes estudos não verificaram a eficácia imediata da utilização da *Suit*, o que não se refere diretamente ao efeito da órtese no desempenho de atividades funcionais imediatas. A esta técnica são atribuídos inúmeros efeitos sobre o sistema sensorial e motor, porém seus mecanismos ainda não são claros. Também não há informações a respeito da efetividade da órtese frente ao método de intervenção, necessitando de mais estudos que verifiquem a eficácia da mesma.

Assim, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da colocação da órtese *Pediasuit* na oscilação corporal no momento dos ajustes posturais antecipatórios e compensatórios durante o alcance manual na postura sentada em crianças com PC espástica. Considerando que crianças com PC apresentam déficit de controle postural e que a órtese *Pediasuit* pode propiciar melhora da propriocepção, estabilização externa e correção do alinhamento biomecânico, acredita-se que a mesma conduzirá a um efeito imediato positivo na oscilação postural dessas crianças. Acredita-se que haverá menor amplitude de deslocamento do COP, menor área de oscilação e velocidade média de oscilação de COP no APA e APC, após a colocação da órtese.

2. Métodos

2.1. Participantes

Foram selecionadas por conveniência 44 crianças com PC, por meio da análise dos prontuários dos centros terapêuticos das cidades do interior do Estado de São Paulo. Dentre estas crianças, 4 desistiram previamente e 11 não foram incluídos por inadequação metodológica, tais como: a órtese não estava adequada ao tamanho e tipo físico da criança, criança recusou a vestir a órtese, ou não compreensão de comandos verbais simples. Desta forma, foram incluídas no estudo 29 crianças com PC (18 meninos e 11 meninas; média da idade 9,58 anos +/- 3,4).

Os critérios de inclusão no estudo foram: a) idade entre 5 a 14 anos (Reily, Woollacott, Donkelaar, & Saavedra, 2008), pois possuem atenção suficiente para desempenhar atividades e apresentam aprimoramento da integração sensorial para o controle postural (Shumway-cook & Wollacott, 1985; Rinaldi, Polastri, & Barela,

2009); b) diagnóstico de PC espástica; c) nível de GMFCS: I, II, III e IV (Palisano et al., 1997); d) nível de MACS: I, II e III (Eliasson et al., 2005); e) criança que permanecia sentada com independência por 20 segundos e alcançava objetos na linha média com pelo menos uma das mãos; f) estarem em tratamento fisioterapêutico regular por no mínimo seis meses.

Os critérios de não inclusão foram: a) criança ter sido submetida a processo cirúrgico ou aplicação de bloqueios químicos no período de seis meses antes do estudo; b) subluxação de quadril maior que 35%; c) deformidades fixas de tronco (cifose, escoliose, hiperlordose ou retificação de curvas); d) doenças cardíacas congênitas; e) resistência para vestir a órtese, f) órtese não ser adequada ao tamanho e tipo físico da criança, g) deficiência visual que limitava a criança a realizar a atividade e h) deficiência auditiva.

As características das crianças com PC incluídas no estudo encontram-se na Tabela 1.

O estudo foi realizado de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras das Pesquisas Envolvendo Seres Humanos (Resolução 196/1996, Conselho Nacional de Saúde) e foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com seres humanos (Parecer nº 159.07) (ANEXO A).

Tabela 1: Características das crianças com PC incluídas no estudo

Idade (anos)	N	Sexo		Topografia			GMFCS				MACS		
		F	M.	H	D	Q	I	II	III	IV	I	II	III
5	3	2	1	3			2	1			2	1	
6	3		3		1	2	1		1	1	2	1	
7	3	1	2	1	1	1				3		2	1
8	3	1	2	2	1		1		2		3		
9	1		1		1				1			1	
10	4	2	2	2	1	1	2	1		1	3	1	
11	2	2		1	1		1		1		2		
12	1	1		1				1					1
13	8	2	6	6		2	4	2	1	1	5	2	1
14	1		1	1				1			1		
Total	29	11	18	17	6	6	11	6	6	6	18	8	3

M: masculino; F: feminino; GMFCS: *Gross motor Function Classification System*; MACS: *Manual Ability Classification*; N: número de sujeitos; H: Hemiplegia; D: Diplegia; Q: Quadriplegia

2.2 Procedimentos gerais

Os procedimentos gerais foram os mesmos utilizados no Estudo II.

2.3 Procedimento experimental

O procedimento experimental se repete ao do Estudo II

2.4 Avaliação do comportamento do COP

A avaliação do comportamento de COP se apresenta idêntica ao Estudo II.

2.4.1 Análise das imagens

A análise das imagens é semelhante ao Estudo II.

2.5 Procedimento de Teste

A criança foi posicionada sentada sobre a plataforma de força que estava disposta sobre um banco de altura regulável, de modo que a criança permanecia sem apoio para os pés e para as costas e mantinha 90° de flexão de quadril (van der Heide et al., 2004; Bigongiari et al., 2011; Ferrari et al., 2010; Ju, Hwang, & Chergn, 2012; Kyvelidou et al. 2011).

Foram realizadas 3 tentativas iniciais para que a criança compreendesse a tarefa e mais 10 tentativas com cada membro superior (direito e esquerdo), na condição sem órtese e com a órtese, totalizando 20 tentativas válidas para análise de cada membro. O alcance era realizado com velocidade auto selecionada pela criança (Hadders-Algra et al., 1999; Chang et al., 2005). O membro primeiramente avaliado foi definido randomicamente por meio de um sorteio realizado pela criança.

O objeto oferecido para a realização do alcance foi um hidrocor (canetinhas jumbo) apresentando dimensões de 11 cm de comprimento e circunferência de 6 cm.

O objeto alvo foi apresentado à frente da criança, na linha média do seu corpo, na distância correspondente ao comprimento do seu membro superior em extensão máxima e na altura do seu ombro (Hadders-Algra et al., 1999; Hadders-Algra et al., 2007; van der Heide et al., 2005a; van der Heide et al., 2004; Rocha, 2006).

A avaliação do controle postural durante o alcance de crianças com PC foi realizada em dois momentos no mesmo dia de coleta. Inicialmente eram coletados os dados sem a utilização da órtese *Pediasuit* e posteriormente a avaliação era repetida com a utilização da órtese.

A órtese *Pediasuit* é composta por uma veste, joelheiras, sapatos, touca e o suporte de cabeça (Bailes et al., 2011). No presente estudo, as crianças utilizavam

apenas a veste, joelheiras e sapatos. Os componentes da órtese estavam interligados por cordas elásticas (Figura 2). A configuração e fixação dos elásticos eram padronizadas considerando tamanho e peso da criança e realizada por um profissional treinado pelo curso *Pediasuit*.



Figura 1: Órtese *Pediasuit*

2.6 Análises dos dados

A análise dos dados apresenta idêntica ao Estudo II.

2.7 Análise estatística

Foram testados a normalidade e a homocedasticidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk. De acordo com os testes, os dados do comportamento de COP não apresentaram normalidade. Perante a não normalidade dos dados, os mesmos foram transformados para uma distribuição normal pelo modelo aritmético do log natural (Ln).

Foi utilizado o teste T pareado para comparar as variáveis do comportamento do COP nas crianças com PC na condição com e sem órtese.

O valor de significância foi considerado $p < 0,05$. Para as análises foi utilizado o software SPSS 17.0.

3. Resultados

As 29 crianças com PC realizaram 3 tentativas de alcance para adaptação a atividade e 20 tentativas válidas de alcance com cada membro superior. Assim, as crianças realizaram 87 tentativas de adaptação e 1160 tentativas válidas. Das tentativas válidas, 29 foram perdidas devido a erros experimentais, como início precoce da realização da atividade. Dessa forma, 1131 tentativas foram utilizadas nas análises.

3.1 Efeito da órtese *Pediasuit* no comportamento do COP durante o alcance

A Figura 2 demonstra os valores das variáveis de amplitude de descolamento do COP ântero-posterior e médio-lateral, área de oscilação do COP e velocidade média de oscilação do COP nas condições com e sem a utilização da órtese *Pediasuit* de crianças com PC.

Constatou-se diferença significativa para as variáveis: amplitude de deslocamento ântero-posterior do COP no APA ($t=2,54$; $p=0,001$) e APC ($t= 2,26$; $p=0,002$) e para amplitude de deslocamento médio-lateral do COP no APA ($t=2,15$; $p=0,03$), com redução dos valores para condição com órtese. No entanto, constatou-se ausência de diferença significativa para amplitude médio-lateral de deslocamento do COP no APC, área de oscilação do COP no APA e no APC e na velocidade média total da oscilação do COP no APA e APC na condição com e sem órtese.

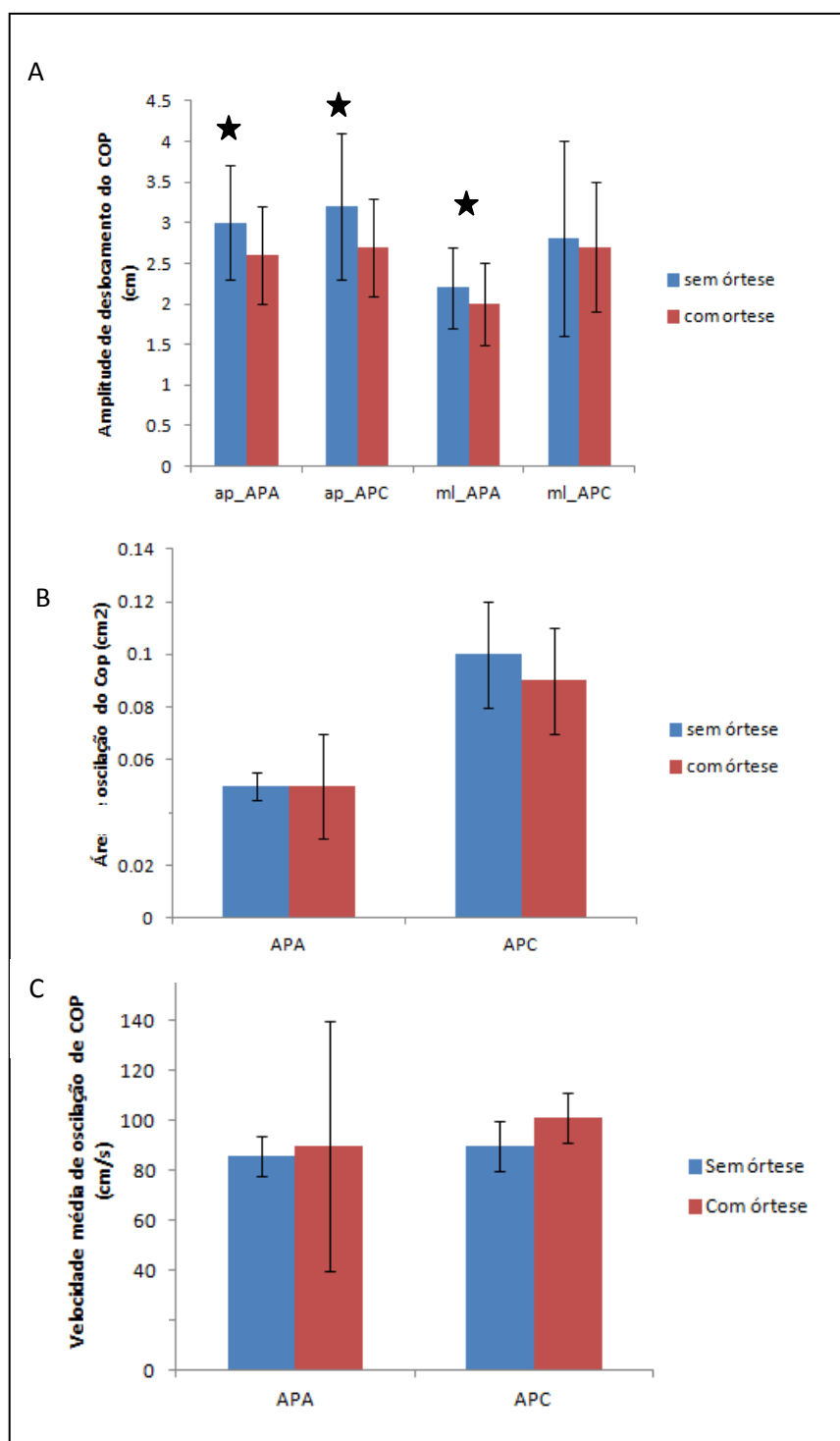


Figura 2. Valores de média e desvio padrão da (A): amplitude deslocamento do COP no APA e APC; (B): área de oscilação do COP e (C) velocidade média do COP em APA e APC para grupo PC sem e com a utilização da órtese *Pediasuit*. ap_APA: ântero-posterior no ajuste antecipatório; ap_APC: ântero-posterior no ajuste compensatório; ml_APA: médio-lateral no ajuste antecipatório; APA: ajuste postural antecipatório; APC: ajuste postural compensatório; * $p < 0.05$.

4. Discussão

O objetivo do estudo foi verificar o efeito imediato da órtese *Pediasuit* na oscilação corporal durante os ajustes posturais antecipatórios e compensatórios no alcance manual em crianças com PC espástica.

Foi possível identificar que a órtese *Pediasuit* conduziu a redução dos valores de amplitude de deslocamento ântero-posterior do COP no APA e APC e amplitude médio-lateral no APA, como hipotetizado. Estes resultados indicam que houve aumento da estabilidade na postura sentada durante o alcance do objeto. Apesar de não terem sido encontrados estudos que avaliassem o efeito da utilização de órtese de tronco na oscilação postural de crianças com PC. Foi identificado um estudo que avaliou o efeito do suporte de tronco nas crianças com PC, níveis de GMFCS I a III na postura sentada, sem execução de atividade. Os autores verificaram que o suporte que mantinha a pelve em posição neutra reduziu a amplitude e a velocidade da movimentação de cabeça e tronco. Os autores inferiram que houve aumento da atividade muscular de tronco, o que gerou diminuição dos graus de liberdade (Saavedra, Woollacott, & van Donkelaar, 2010). Dessa forma, pode-se inferir que as características da órtese, por meio da configuração dos elásticos que envolvem o tronco superior e inferior geraram maior estabilidade de tronco, reduzindo os graus de liberdade, assim conferindo menores deslocamentos de tronco e influenciando nos ajustes posturais antecipatórios e compensatórios.

Estudos descrevem que as órteses são utilizadas objetivando as correções de anormalidades (estrutura e função do corpo), assim influenciando na melhora no desempenho de AVD's e na participação ativa da criança na sociedade (Rauch et al. 2008; Santos et al., 2012; Cury et al., 2006). Portanto, considera-se que a maior

estabilidade propiciada pelo uso da órtese *Pediasuit* pode ser devido a modificações e correções de anormalidades da estrutura corporal, gerando maior alinhamento dos segmentos corporais e possivelmente aumentando a capacidade funcional da criança para alcançar o objeto.

O efeito da órtese *Pediasuit* foi observado pela redução da oscilação corporal no sentido ântero-posterior no APA e APC e médio lateral do APA. Parece que a órtese *Pediasuit* favorece a estabilidade na postura sentada reduzindo os deslocamentos ântero-posterior e médio-lateral antes e logo após o início do movimento de alcance (100 ms antes do início do movimento e 50 ms após o início do movimento). No entanto, após este período (50 ms a 200 ms após o início do movimento), a estabilidade é mantida no sentido ântero-posterior, seguindo a direção do deslocamento do corpo para alcançar o objeto posicionado a frente, na linha media do corpo e em uma distância alcançável. Assim, considerando que a órtese manteve a estabilidade do corpo no sentido antero-posterior, pode-se inferir que a criança realizou menos movimentos de deslocamento anterior do corpo e pode ter usado mais os movimentos de membros superiores para alcançar o objeto.

A órtese *Pediasuit* não levou a mudanças da área de oscilação do COP nos ajustes APA e APC em crianças com PC. Apesar de não terem sido encontrados estudos que analisassem esta variável na postura sentada, alguns estudos identificaram que crianças com PC para reduzirem a oscilação, necessitam de coativação dos músculos agonistas e antagonistas de membros inferiores em ortostatismo (Burtner, Qualls & Woollacott, 1998; Nasher, Shumway-Cook, Marin, 1983) e de músculos de tronco durante o alcance (Brogren, Hadders-Algra, & Forssberg, 1996). Assim, seria esperado que a órtese propiciasse redução da área de oscilação por meio da adequada coativação entre músculos agonistas e antagonistas (Bailes et al., 2011). Embora o presente estudo

não tenha analisado a atividade agonista-antagonista e tenha sido realizado com as crianças na postura sentada, possivelmente a órtese não gerou alterações imediatas significativas na coativação muscular. Assim, sugere-se que mais estudos verifiquem a atividade muscular, para determinar o comportamento da sinergia muscular com o uso da órtese *Pediasuit*.

A velocidade média de oscilação do COP tanto no APA como no APC não se alterou com a utilização da órtese, durante o alcance manual. Seria esperada uma redução da velocidade média de oscilação no APA e APC, uma vez que esta variável reflete maior estabilidade na postura (Burtner et al., 1998) e a órtese *Pediasuit* teria esse efeito imediato. Estudos prévios identificaram a sensibilidade da medida de velocidade média para captar mudanças em jovens e adultos quando submetidos à manipulação da informação da visão em ortostatismo (Prieto, Myklebust, Hoffman, Lovett, & Myklebust, 1996), sendo assim esperava-se que esta variável também fosse sensível a captar mudanças em relação à manipulação da informação somatosensorial com a utilização da órtese *Pediasuit*. No presente estudo, entretanto, observou-se que a manipulação da informação somatosensorial possivelmente não foi capaz de gerar mudanças nesta variável, visto que não foram encontradas alterações dos resultados com a órtese. Foi indenficado por Liu et al. (2007) que as crianças com PC (GMFCS II) apresentam similaridade em relação a velocidade de oscilação do COP no APA em relação crianças DT durante o alcance com o membro dominante. Os autores inferem que as crianças apresentaram maior rigidez de tronco e membros durante o alcance visando o controle dos graus de liberdade. No entanto, em estudo prévio (Estudo 2) os autores verificaram que as crianças com PC independente do nível de comprometimento motor e manual apresentaram maior velocidade de oscilação do COP no APA em relação as crianças com DT na postura sentada. Apesar do estudo demonstrar que

crianças apresentam instabilidade com maior velocidade de oscilação de COP no APA e APC, a órtese não gerou resultados significativos, possivelmente as crianças com PC apresentaram dificuldade em controlar os inúmeros graus de liberdade para controlar e reduzir a velocidade média de oscilação do COP, devido aos déficits sensoriais e motores.

A órtese *Pediasuit* levou a mudanças imediatas do controle postural, conferindo maior estabilidade na postura sentada durante o alcance manual. Apesar de não terem sido encontrados estudos que descrevam alterações fisiológicas com a colocação da órtese *Pediasuit* durante atividades, estudos descrevem que estímulos sensoriais geram informações ao sistema nervoso central, no qual há integração de diferentes modalidades destas informações que são processadas e geram respostas motoras adaptativas (Kandel, Schwartz & Jessel, 2000). Sendo assim, pode-se inferir que a configuração e tensão dos elásticos que ligam os componentes da órtese (short, joelheira e o tênis) causam maior coaptação articular propiciando maior ativação dos mecanorreceptores, estas informações podem ter sido responsáveis pela resposta motora observada e conseqüentemente ter gerado redução da oscilação postural.

5. Limitações do estudo

O trabalho apresenta como limitações: a) análise somente do efeito imediato do uso da órtese *Pediasuit*, o que limita as inferências em longo prazo; b) ausência de avaliação de características do alcance e da atividade muscular de tronco e membros superiores, o que restringiu as inferências sobre o efeito da órtese *Pediasuit* na funcionalidade e nas sinergias musculares durante a atividade do alcance em crianças com PC; c) número reduzido de participantes, uma vez que a variabilidade de

características encontradas em crianças com PC pode dificultar a identificação de diferenças significativas e, d) ausência de marcador no tronco para verificar o quanto a criança utilizada de estratégias de movimento de tronco para execução do alcance.

6. Conclusão

A órtese *Pediasuit* proporciona mudanças imediatas na oscilação postural sentado durante o alcance de crianças com PC, conferindo maior estabilidade do COP no APA e APC. Assim, recomenda-se o uso da órtese na prática clínica, visando obter mudanças imediatas na estabilidade postural.

No entanto, para melhor compreender a efetividade da órtese, sugere-se que mais estudos verifiquem o comportamento do COP e a atividade muscular de tronco durante e após a utilização da órtese.

7. Referências

- Aruin, A.S., & Latash, M.L. (1996). Anticipatory postural adjustments during self-initiated perturbations of different magnitude triggered by a standard motor action. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 101, 497-503.
- Bailes, A.F., Greve, K., Burch, C.K., Reder, R., Lin, L., & Huth, M.M. (2011). The effect of suit wear during an intensive therapy program in children with cerebral palsy. *Pediatric physical therapy*, 23(2), 139-142.
- Bailes, A.F., Greve, K., & Schmitt, L.C. (2010). changes in two children with cerebral palsy after intensive suit therapy: a case report. *Pediatric Physical Therapy*, 22(1), 76-85.
- Bigongiari, A., Souza, A.F., Franciulli, P.M., Razi, S.N., Araujo, R.C., & Mochizuki, L. (2011). Anticipatory and compensatory postural adjustments in sitting in children with cerebral palsy. *Human Movement Science*, 30, 648-57.
- Burtner, P.A., Qualls, C., & Woollacott, M.H. (1998). Muscle activation characteristics of stance balance control in children with spastic cerebral palsy. *Gait and Posture*, 8, 163-74.
- Brogren, E., Hadders-Algra, M. & Forssberg, H. (1996). Postural control in children with spastic diplegia: Muscle activity during perturbations in sitting. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 38, 379-88.
- Chang, J.J., Wu, T.I., Wu, W.L., & Su, F.S. (2005). Kinematical measure for spastic reaching in children with cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*, 20, 381-88.
- Eliasson, A.C., Sundholm, L.K., Rösblad, B., Arner, M., Öhrvall, A.M., & Rosenbaum, P. (2006). The manual ability classification system (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Developmental medicine & child neurology*, 48(7), 549-54.
- Ferrari, A., Tersì, L., Ferrari, A., Sghedoni, A., & Chiari, L. (2010) Functional reaching discloses perceptive impairment in diplegic children with cerebral palsy. *Gait & Posture*, 32, 253-58.
- Graaf-Peters, V.B., Blouw-Hospers, C.H., Dirks, T., Bakker, H., Boss, A.F., & Hadders-Algra, M. (2007). Development of postural control in typically developing children and children with cerebral palsy: Possibilities for intervention? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 31, 1191-1200.

- Hadders-Algra, M., Fits, I.B.M., Stremmelar, E., & Touwen, B.C.L. (1999). Development of postural adjustments during reaching in infants with CP. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 41, 766-76.
- Hadders-Algra, M., Heide, J.C., Fock, J.M., Stremmelar, E., Eykern, L.A., & Otten, B. (2007). Effect of seat surface inclination on postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Physical therapy*, 87, 861-71.
- Howle, J.M. Currente theoretical foundations IN: Nauro-developmental treat approach. Theoretical foundations and principles of clinical practice. Laguna Beach, NDTA, 1-70, 2002.
- ISO 9999:2007; Assistive products for persons with disability- Classification and terminology.
- Ju, Y.H., Hwang, I.S., & Chergn, R.J. (2012). postural adjustment of children with spastic diplegic cerebral palsy during seated hand reaching in different directions. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93, 471-79.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H. & Jessell, T. M. Principles of neural science. McGraw-Hill New York, 2000.
- Kyvelidou, A., Harbourne, R.T., Shostrom, V.S., & Stergiou, S. (2010). Reliability of center of pressure measures for assessing the development of sitting postural control in infants with or at risk of cerebral palsy. *Archives of physical Medicine and Rehabilitation*, 91(10), 1593-1601.
- Liu, W.Y., Zaino, C.A., & Mccoy, S.W. (2007). Anticipatory postural adjustments in children with cerebral palsy and children with typical development. *Pediatric Physical Therapy*, 19(3), 188-95.
- Maurer, C., & Peterka, R.J.A. (2005). New Interpretation of Spontaneous Sway Measures Based on a Simple Model of Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology*, 93, 189-200.
- Massion, J. (1998). Postural control system in developmental perspective. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22, 465-72.
- Morris, C., Newdick, H., & Johnson, A. (2002). Variation in the orthotic management of cerebral palsy. *Child: care, health and development*, 28(2), 139-47.
- Nashner, L.M., Shumway-Cook, A., & Marin, O. (1983). Stance posture control in select groups of children with cerebral palsy: deficits in sensory organization and muscular coordination. *Experimental Brain Research*, 49(3), 393-409.

- Nicholson, J.H., Mac Keith, R., Morton, R.E., Attfield, S., & Rennie, D. (2001). Assessment of upper limb function and movement in children with cerebral palsy wearing lycra garments. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 43, 384-91.
- Palisiano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russel, D., Wood, E., & Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 39, 214-23.
- Prieto, T.E., Myklebust, J.B., Hoffmann, R.G., Lovett, E.G., & Myklebust, B.M. (1996). Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. *Biomedical Engineering*, 43(9), 956-66.
- Pavão, S.L., Barbosa, K.A.F., Sato, T.D.O., & Rocha, N.A.C.F. (2014). Functional balance and gross motor function in children with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 35, 2278-83.
- Pavão, S.L. Controle postural e atividade de sentado para de pé em crianças. Dissertação de mestrado, Programa de pós graduação da Universidade Federal de São Carlos, 2012.
- Reily, D.S., Woollacott, M.H., van Donkelaar, P., Saavedra, S. (2008). The interaction between executive attention and postural control in dual-task conditions: children with cerebral palsy. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 89, 834-42.
- Rinaldi, N.M., Polastri, P.F., & Barela, J.A. (2009). Age-related changes in postural control sensory reweighting. *Neuroscience Letters*, 467, 225-29.
- Rocha, N.A.F.C. O impacto das propriedades físicas dos objetos nos movimentos de alcance de lactentes saudáveis de 4 a 6 meses. Tese de doutorado, Programa de pós graduação da Universidade Federal de São Carlos, 2006.
- Rocha, N.A.C.F., Silvam F.P.S., & Tudella, E. (2006). The impact of object size and rigidity on infant reaching. *Infant Behavior & Development*, 29, 251-61.
- Rosenbaum, P., Bax, M., Goldstein, M., & Paneth, N. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47(8), 571-76.
- Rosenbaum, P., Paneth, N., Levinton, A., Goldstein, M., & Bax, M. (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy. Definition and Classification of CP. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 109, 8-14.

- Saavedra, S., Woollacott, M., & van Donkelaar, P. (2010). Head stability during quiet sitting in children with cerebral palsy. *Experimental Brain Research*, 201, 213-23.
- de Santiago, H.A., Reis, J.G., Gomes, M.M., da Silva, C.F.H., Defino, H.L., & de Abreu, D.C. (2013). The influence of vision and support base on balance during quiet standing in patients with adolescent idiopathic scoliosis before and after posterior spinal fusion. *The Spine Journal*, 1470-6.
- Shiratori, T., & Latash, M. (2000). The roles of proximal and distal muscles in anticipatory postural adjustments under asymmetrical perturbations and during standing on rollerskates. *Clinical Neurophysiology*, 111, 613-23.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, A. *Controle motor: teoria e aplicações práticas*. São Paulo: Manole, 2003.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, A. (1985). The growth of stability: postural control from a development perspective. *Journal of Motor Behavior*, 17(2), 131-47.
- Van der Heide, J.C. Begeer, C., Fock, J.M., Otten, B., Stremmelaar, E., Eykern, L.A.V., & Hadders-Algra, M. (2004). Postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46, 253-66.
- Zaino, C.A. & McCoy, S.W. (2008). Reliability and comparison of electromyographic and kinetic measurements during a standing reach task in children with and without cerebral palsy. *Gait & Posture*, 27, 128-37.
- Witherington, D.C., Von Hofsten, C., Rosander, K., Robinete, A., Woollacott, M. H., & Bertenthal, B.I. (2002). The development of anticipatory postural adjustments in infancy. *Infancy*, 3(4), 495-517.

Considerações finais

O presente trabalho apontou os principais déficits dos movimentos de alcance e do controle postural em crianças com PC, por meio de uma revisão sistemática. O primeiro estudo experimental identifica que crianças com PC com diferentes níveis de comprometimentos da função motora grossa e função manual apresentam maiores oscilações posturais no APA e APC durante o alcance manual, quando comparadas a crianças típicas de mesma faixa etária. O segundo estudo experimental verifica o efeito da colocação da órtese *Pediasuit* no controle da oscilação postural durante o alcance de crianças com PC, o mesmo descreve que durante a utilização a órtese as crianças com PC apresentam menor oscilação corporal, conferindo maior estabilidade.



ANEXO

ANEXO A

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO CARLOS/UFSCAR



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito imediato da órtese Peditasuit no controle da postura sentado e variáveis espaço-temporais durante o alcançar de objetos em crianças com paralisia cerebral.

Pesquisador: Livia Pessarelli Visicato

Área Temática: Área 5. Novos procedimentos ainda não consagrados na literatura.

Versão: 1

CAAE: 09659712.9.0000.5504

Instituição Proponente: Departamento de Fisioterapia

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 159.077

Data da Relatoria: 13/11/2012

Apresentação do Projeto:

Sabe-se sobre a efetividade de inúmeras intervenções na criança com paralisia cerebral (PC), inclusive na utilização de órteses e dispositivos auxiliares do processo de reabilitação fisioterapêutica e durante a vida diária da criança. O mais recente programa é o método Suit Therapy que se baseia em um intenso e específico programa de exercícios, o qual inclui a utilização de uma órtese corporal que favorece o alinhamento biomecânico por meio de um sistema de cordas elásticas. Embora esse tipo de método esteja sendo utilizado, não há na literatura estudos que evidenciem a efetividade da órtese Peditasuit em crianças em diferentes níveis de GMFCS. Considerando, ainda, que crianças com PC possuem alteração nos mecanismos de controle postural, apresentando dificuldade na realização de atividades funcionais e em diferentes contextos da atividade diária, o objetivo do presente estudo é investigar os efeitos imediatos da utilização do Peditasuit no controle antecipatório e compensatório e variáveis espaço-temporais durante o alcance de crianças com PC de níveis de I a II de GMFCS. Os dados cinéticos serão coletados com uso da plataforma de força. Os dados eletromiográficos serão coletados com uso de eletromiógrafo portátil de 16 canais. Os dados cinemáticos serão registrados por meio do Qualisys ProReflex MCU. Serão realizadas dez coletas, sendo cinco alcance para lado (membro direito / membro esquerdo), sendo a condição experimental I sem a utilização da órtese e condição experimental II com a utilização da órtese. As variáveis obtidas pela análise cinética serão Amplitude de deslocamento e área de oscilação. As variáveis da análise de eletromiografia serão o

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

ANEXO A (continuação)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO CARLOS/UFSCAR



nível de atividade muscular (RMS) e coativação. As variáveis cinemáticas (espaço-temporais) serão Unidade de movimento, índice de retidão, velocidade média e tempo de ajuste. Os resultados descritivos serão obtidos por meio do cálculo de média e desvio padrão, e serão avaliadas por meio de Objetivo Primário.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo principal deste estudo é verificar o efeito imediato da órtese pediasuit nos ajustes posturais antecipatórios e compensatórios e variáveis espaço-temporais no movimento de alcance na postura sentada em crianças com paralisia cerebral de nível GMFCS I, II e III, visto que não há investigações quanto a efetividade isolada da órtese na melhora do controle postural em crianças com PC. Além disso, tais investigações são

essencialmente necessárias a fim de justificar o alto custo exigido pelas empresas que vendem tais órteses para um mercado de terapeutas e pais que desejam que os filhos utilizem-nas ao longo das atividades de vida diária.

Objetivo Secundário:

a) os ajustes antecipatórios e compensatórios na postura sentada durante o alcance manual em crianças com PC e crianças típicas. b) Verificar a relação entre os ajustes antecipatório e compensatórios no controle postural sentado e os ajustes espaço-temporais ao alcançar um objeto em crianças com PC e típicas. c) Verificar o efeito imediato da órtese Pediasuit nos ajustes antecipatório e compensatórios durante o alcance manual em

crianças com PC d) Verificar o efeito imediato da órtese Pediasuit nos ajustes espaço-temporais. e) Verificar o sucesso do alcance com a utilização da órtese Pediasuit em crianças com PC.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios foram avaliados de maneira adequada.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é pertinente e tem caráter científico.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de Rosto - adequada

TCLE - adequado

Recomendações:

Observar a conclusão do parecer.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GLIANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

ANEXO A (continuação)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO CARLOS/UFSCAR



Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

SAO CARLOS, 29 de Novembro de 2012

Maria Isabel R. Beretta

Assinador por:
Maria Isabel Ruiz Beretta
(Coordenador)

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

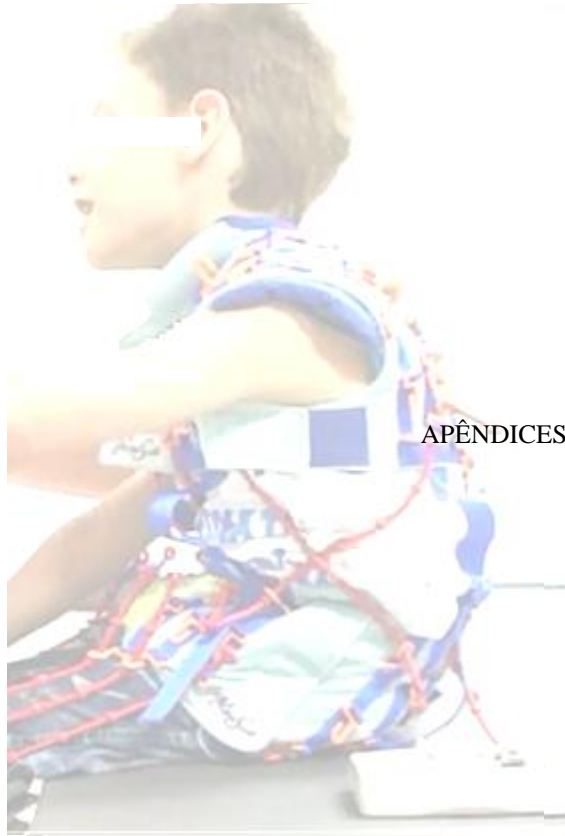
Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP **Município:** SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

CEP: 13.565-905

E-mail: cephumanos@ufscar.br



APÊNDICES



Contents lists available at ScienceDirect

Research in Developmental Disabilities



Review article

Evaluation and characterization of manual reaching in children with cerebral palsy: A systematic review



Lívia Pessarelli Visicato*, Carolina Souza Neves da Costa, Vanessa Almeida Maia Damasceno, Ana Carolina de Campos, Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

Department of Physiotherapy, Neuropediatric Research Unit, Federal University of São Carlos (UFSCar), Brazil

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received 21 May 2014
Received in revised form 5 September 2014
Accepted 9 September 2014
Available online

Keywords:

Reaching
Cerebral palsy
Children

Manual reaching is used daily to perform manipulative tasks and activities of daily routine. Children with cerebral palsy (CP) have limitations in this activity, with functional loss as a possible consequence. This review aimed to gather studies that evaluated and characterized manual reaching in children with CP, with the purpose of identifying the aspects analyzed, as well as review and discuss the results in the studies and its relationship to the children's level of functionality. 17 studies were selected for this systematic review from the search in electronic databases. The studies showed that children with CP show deficits in several spatio-temporal variables of reaching compared to typical children, such as longer time to perform the activity, higher peak velocity, lower index of curvature, and greater number of units of motion, which indicates lower smoothness and linearity of the movements of upper limbs. The performance is influenced by the level of motor impairment and various manipulations of the task. However, more studies are needed that help translating these results into treatment strategies that facilitate the performance of manual activities in children with CP.

© 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Contents

1. Introduction	163
2. Materials and methods	163
2.1. Identification and selection of studies	163
2.2. Inclusion criteria	163
2.3. Exclusion criteria	163
2.4. Data extraction and analysis	164
3. Results	164
4. Discussion	165
4.1. Participants characterization and research design	168
4.2. Measurement and procedures	170
4.2.1. Manual actions in phases	170
4.2.2. Kinematics, kinetics and electromyographic analysis	170

* Corresponding author at: Prudente de Moraes, 1075, Centro, CEP 14701 130 Bebedouro, São Paulo, SP, Brazil. Tel.: +55 17 98144 1312.
E-mail address: liviavisicato@gmail.com (L.P. Visicato).

4.2.3.	Assessing the role of neurological, motor and functional status on manual activities.....	171
4.3.	Stimulus presentation and task conditions that were manipulated across studies.....	171
4.3.1.	Posture during reaching.....	171
4.3.2.	Object presentation.....	172
4.3.3.	Manipulating reaching velocity.....	172
4.4.	Methodological quality.....	172
5.	Conclusion.....	173
	Acknowledgements.....	173
	References.....	173

1. Introduction

Cerebral palsy (CP) is described as a non-progressive injury that occurs in the brain during fetal or infant development, leading to a group of disorders in the movement and posture (Rosebaum, Paneth, Levinton, Goldstein, & Bax, 2007; Rosenbaum, Bax, Goldstein, & Paneth, 2005).

Movements in children with CP lack coordination and harmony due to changes such as spasticity, coactivation of agonist–antagonist muscles, muscle weakness, sensory disturbances and limitations in range of motion (Brogren, Hadders-Algra, & Forssberg, 1998; Woollacott et al., 1998).

One activity limitation in children with CP involves the performance of manual reaching (Van der Heide et al., 2004), which is essential to the development of manipulative activities and daily routine activities (de Campos, Savelsbergh, & Rocha, 2012; Savelsbergh, Von Hofsten, & Jonsson, 1997). Studies have found that reaching movements in children with CP present spatiotemporal changes (Ju, You, & Cherng, 2010). Other studies have confirmed electromyographic alterations (Bigongiari et al., 2011), and postural control deficits (Ju, Hwang, & Chergn, 2012). These changes are likely to contribute to difficulties in accomplishing activities such as feeding, dressing, writing, and playing with other children, thus leading to reduced participation in social contexts (Eliasson et al., 2006). Abnormalities in reaching are observed particularly when constraints imposed by the task require children to adjust their activities.

In children with CP during reaching movements, changes in body postures (Hadders-Algra et al., 2007; Hadders-Algra, Fits, Stremmelar, & Touwen, 1999), variations in object properties (Chang, Wu, Wu, & Su, 2005) and in object positioning (Ju et al., 2010) are examples of constraints tested. Given the relevance of task constraints to the performance, it is necessary to assess reaching in children with CP to identify specific factors affecting performance and determine intervention strategies. Although review studies on manual reaching were found in at-risk infants (de Campos, Rocha, & Savelsbergh, 2009) and in children with hemiplegic CP (Jaspers et al., 2009), no systematic reviews were found on manual reaching in children with other types of CP and on the role of different topographical and functional classifications of CP in reaching performance. Accordingly, the objective of the present systematic review is to gather studies that measured manual reaching in children with CP to identify the variables that they assessed, and to review and discuss their findings. The main questions of the study are: Which methods have been used to evaluate manual reaching in CP? Under which task constraints has reaching been evaluated? What are the characteristics of manual reaching in children with CP according to their functional level? What is the methodological quality of the studies reviewed?

2. Materials and methods

2.1. Identification and selection of studies

A literature search was performed from the earliest date of publication referring to the subject of interest up to May 2013, using the following databases: PubMed, Science Direct, SciELO, Medline, ERIC, Wiley Online Library, and Web of Science. The search strategy used the following keywords in English and Portuguese, mapped from the Medical Subjects Headings (MeSH), to filter the search: “reaching” and “children” in combination with the term “cerebral palsy.” Other studies were retrieved from the references list of the selected articles.

The inclusion criteria were applied to the article’s title; subsequently, the abstracts and full texts were read for all articles. If the article did not fit the inclusion criteria, it was excluded from the review.

2.2. Inclusion criteria

Inclusion criteria consisted of (1) evaluation of reaching in children with CP and (2) participants’ age ranging from 0 to 18 years.

2.3. Exclusion criteria

Exclusion criteria consisted of (1) the efficacy of intervention was assessed; (2) reaching was used only as a functional activity and movement of the upper limbs was not specifically evaluated; (3) review studies and (4) populations with various neurologic disorders that were undefined or not related to CP were excluded. In accordance with Cochrane’s

recommendations for the formulation of systematic reviews, case studies and reviews were also excluded (Higgins & Green, 2006).

2.4. Data extraction and analysis

For this review, a bibliographical analysis of the selected articles was recorded containing the following data: (1) participants' characterization: participants' CP diagnosis and presence or absence of a control group with typical children or adults; sample size; participants' age; lesion topography; muscle tone and of classification systems such as the Gross Motor Function Classification System (GMFCS), Manual Ability Classification System (MACS) and others used to categorize functioning in children with CP; (2) research design: the cross-sectional or longitudinal nature of the study; (3) studies' measurements and procedures: whether the assessed activity was reaching, or reaching followed by grasping; measurement tools (e.g., kinematics, kinetics, electromyography, variables); (4) rating scales; (5) tested side; (6) number of valid attempts; and (7) stimulus presentation and task conditions that were manipulated across studies were described (e.g., object properties, addition of load to upper limbs during reaching, and manipulation of task velocity).

The methodological quality of studies was assessed using a rating checklist adapted from previous systematic reviews (Costa, Batistão, & Rocha, 2013; Soh, Morris, & Mcginley, 2011). The questions were selected according to guidelines from Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE; Von Elm, Altman, Pocock, Gøtzsche, & Vandembrouck, 2007) from the literature on the development of quality criteria described in the Cochrane Handbook for Systematic Reviews (Higgins & Green, 2006), and from the Critical Appraisal Skills Programme (CASP), developed by the Oxford Regional Health Authority (Milne, Donald, & Chambers, 1995). This list considered the following aspects: (1) presentation of study objectives; (2) rationale for study hypotheses; (3) use of appropriate design to meet objectives; (4) participant delineation; (5) inclusion criteria proposed by the study; (6) exposition of volunteer recruitment; (7) description of sampling type; (8) ethical aspects; (9) volunteers not participating in or excluded from the study; (10) sample computation for volunteer selection; (11) description of variables; (12) use of appropriate statistical methods to analyze the result; (13) descriptive measures of precision or variability of study results; (14) the study's external validity; (15) findings in a clear, objective manner and (16) the study's limitations. The score refers to the clarity in the description of the study data, viz., 1 for a study that meets the requirement and 0 for one that does not address it; scores add up to a maximum of 16 points. A study scoring from 12 to 16 points has few methodological limitations and is considered to have good quality; another scoring 7 to 11 points presents moderate methodological limitations and is classified as fair; and a study scoring less than 7 points demonstrates significant methodological limitations and its quality is deemed poor.

3. Results

Following an appraisal of articles derived from the databases previously cited, 145 studies were found. After reading their titles, abstracts and full texts, 16 were selected for this review (Fig. 1). Studies assessing intervention efficacy

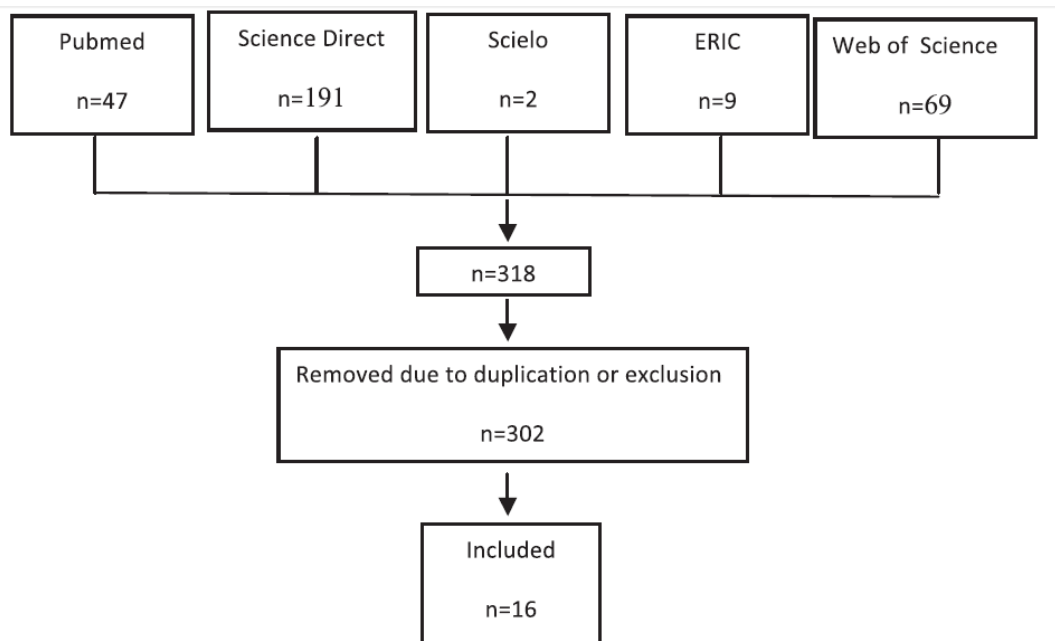


Fig. 1. Overview of the studies selection process.

Table 1
Subjects' description and study design.

Study	Groups	Sample size	Age (mean (SD))	Design	Cerebral palsy classification	Muscle tone	GMFCS	MACS	Outcome measurement
Hadders-Algra et al. (1999)	CP	7	4–18 months	C		Spastic, athetoid	–	–	–
Hadders-Algra et al. (2007)	CP	58	2–11 years (± 2.3 months)	C	D, H	Spastic, dyskinetic and ataxic	I–II (42), III (10) and IV–V (6)	–	–
Ju et al. (2010)	TD	29	2–11 years	C	–	–	–	–	–
	CP	8	(9.1 (± 2.0) years)	C	D	Spastic	II (1), III (4) and IV (3)	–	GMFM
	TD	16	(9.5 (± 1.6) years)	–	–	–	–	–	–
Van der Heide et al. (2005a)	CP	58	2–11 years	C	–	–	I–II (35), III (10) IV (6)	–	–
Van der Heide et al. (2004)	TD	26	2–11 years	–	–	–	–	–	–
	CP	58	2–11 years	C	H, D	Spastic	I, II, III, IV	–	–
Chang et al. (2005)	TD	29	2–11 years	–	–	–	–	–	–
	CP	10	6.1–14.5 years, (9.6 years)	C	H, D, Q	Spastic	–	–	–
	TD	10	7.0–14.2 years, (10.7 years)	–	–	–	–	–	–
Ronnqvist and Rosblad (2007)	CP	11	5.8–12 years, (8.5 years)	C	H	–	–	–	–
	TD	11	5.6–12 years, (8.1 years)	–	–	–	–	–	–
Jaspers et al. (2011)	CP	20	5–15 years	C	–	–	–	I (4), II (15) and III (1)	House functional classification
	TD	20	(10.9 (± 2.9) years)	–	–	–	–	–	–
Coluccini et al. (2007)	CP	10	5–15 years (10.9 (± 3.0) years)	C	H	Spastic and dyskinetic	–	–	Melbourne assessment of unilateral upper limb function
	Without disabilities – adults	5	(11.3 years)	–	–	–	–	–	Approach of Claeys
	TD	5	(11.0 years)	–	–	–	–	–	–
Domellof et al. (2009)	CP	11	(8.6 years; (27 mo))	C	H	–	–	–	–
	TD	12	(8.3 years (25 mo))	–	–	–	–	–	–
Schneiberg et al. (2010)	CP	13	6–11 years (9 (1.6) years)	L	H, D, Q	Spastic	–	II (5), III (4) and IV (4)	–
Van der Heide et al. (2005b)	CP	58	2–11 years	C	–	Dyskinetic, spastic and ataxic	I–II (35), III (10) IV (6)	–	–
	TD	29	2–11 years	–	–	–	–	–	–
Utley and Sugden (1998)	CP	12	5–12 years	C	H	Spastic and athetoid	–	–	–
Butler et al. (2010a)	CP	2	14 and 15 years	C	H	Spastic	–	–	–
	TD	25	5–18 years	–	–	–	–	–	–
Butler et al. (2010b)	CP	12	5–17 years	C	H	Spastic, dyskinetic, ataxic	–	I (3), II (4), III (4) and IV (1)	–
	TD	25	5–18 years	–	–	–	–	–	–

CP, cerebral palsy; TD, typically developing; GMFCS, gross motor function classification system levels; MACS, manual ability classification system; PRT, paediatric reaching test; GMFM, gross motor function measure; C, cross-sectional; D, diplegia; H, hemiplegia; T, triplegia; Q, quadriplegia.

(Kim et al., 2012; Kluzik, Fetter, & Coryeli, 1990), those not evaluating reaching characteristics (Cherng, Lin, Ju, & Ho, 2009; Janssen & Steenbergen, 2011; Liu, Zaino, & McCoy, 2007; Salén & Hirschfeld, 1999; Steenbergen, Charles, & Gordon, 2008) and review studies were excluded (Boyd, Morris, & Graham, 2001; Jaspers et al., 2009).

Table 1 presents data regarding subjects' description and study design.

Measurements and procedures used in the studies under review are presented in Table 2.

In Table 3 the studies are described regarding stimulus presentation and task conditions that were manipulated.

The methodological quality of the studies under review in all the rated sub items is presented in Table 4.

4. Discussion

The objective of this systematic review was to analyze studies that evaluated manual reaching in children with CP to identify the characteristics of the participants assessed, the details of the methods used, the results presented and the methodological quality of the studies. Sixteen articles were found that specifically evaluated reaching in children with CP over a period of 15 years. Data pertaining to the following topics will be discussed: participants' characterization, research design, measurements and procedures, task manipulation and methodological quality.

Table 2
Measurements and procedures used in the studies under review.

Study	Skill	Kinematics	Kinetics	Electromyography	Variables	Outcome measurement	Tested side	Number of trials
Hadders-Algra et al. (1999)	Reaching	–	–	Surface EMG from muscles: DE, PM; BB, TB, NF, NE, RA, LE, RF, HAM	Age of acquisition reaching, setting and gait, EMG activity, EMG amplitude, EMG latencies between deltoid activity and onset of postural muscles	–	U	10
Hadders-Algra et al. (2007)	Reaching movements in 3 sitting positions	ELITE optoelectronic movement recording system	–	Surface EMG recorded from DE, BB, sternocleidomastoid, NE, RA, thoracic extensor, LE, RF and HAM on the side of the reaching arm	Angular positions at movement onset, angular displacements, reaching duration, MV, CI, length of the first MU, EMG amplitude; recruitment order and onset latencies	–	D	3
Ju et al. (2010)	Reaching movements in 3 sitting positions	Qualisys Tracker Manager (QTM) software	–	–	MT, SR, PV and MU	PRT	D	–
Van der Heide et al. (2005a)	Reaching	ELITE optoelectronic movement recording system	–	Ability or not to modulate EMG amplitude of the dorsal postural muscles (NE and TE muscles) with respect to body	Reaching duration, MV, CI, MU and the length of the first MU	PEDI	D	10–20
Van der Heide et al. (2004)	Reaching	ELITE optoelectronic movement recording system	–	EMG activity recorded continuously with POLY	Onset latencies; MV of the wrist, angular positions at movement onset and angular displacements	PEDI	D	10–20
Chang et al. (2005)	Reaching	ExpertVision motion analysis system	–	–	MT, MV, MEAV, Percentage time to MV, PTMEAV, MU and NJS	–	A	10
Ronnqvist and Rosblad (2007)	Reaching and grasping	ProReflex system	–	–	Movement onset, time of hand-object, amplitude and duration of the MV, MD, TMD, MU, and SR.	–	A/ND U/D	–
Jaspers et al. (2011)	Reaching and grasping	Vicon MX camera system	–	–	MD, peak movement duration, PV, % timing of maximum velocity, CI, minimum and maximum joint angles, total active range of motion and joint angles.	–	ND	2
Coluccini et al. (2007)	Reaching, grasping, transporting and releasing	Optoelectronic motion analysis system	–	–	–	–	D/A; ND/U	3
Domellof et al. (2009)	Reaching and grasping	ProReflex, Qualisys	–	–	–	–	A/ND, U/D	2–4

Table 2 (Continued)

Study	Skill	Kinematics	Kinetics	Electromyography	Variables	Outcome measurement	Tested side	Number of trials
Schneiberg et al. (2010)	Reaching	Optotrak 3020 or a Vicon motion analysis system	–	–	MU, CI, endpoint trajectory straightness and smoothness, trunk displacement, angle displacement elbow extension, shoulder horizontal adduction and shoulder flexion	–	A	10
Van der Heide et al. (2005b)	Reaching	ELITE optoelectronic movement	–	–	MV, IC, MU and length of the first MU	PEDI	D	10–20
Utley and Sugden (1998)	Reaching and grasping	Panasonic video recorder	–	–	Mean/PV; velocity profiles and correlations within and across hands		A/U	3
Butler et al. (2010b)	Reaching and grasping	Motion analysis corporation	–	–	Total time the reaching, and duration of each phase, PV, MV, CI and MU		A	1–2

EMG, electromyography; COP, pressure center; MU, movement unit; MT, movement time; V, velocidade; SR, straightness ratio; PV, peak velocity; MEAV, maximal elbow angular velocity; MV, maximal velocity; PTMEAV, percentage time to maximal elbow angular velocity; NJS, normalized jerk score; MD, movement duration; CI, curvature Index; TMD, total movement distance; PEDI, Pediatric Evaluation of Disability Inventory; PULMI, Pediatric Upper Limb Motion Index; ABC, Achenbach Child Behavior Checklist; A, affected; U, unaffected; D, dominant; ND, non-dominant; DE, deltoid muscle; PM, pectoralis major muscle; BB, biceps brachii muscle; TB, triceps brachii muscle; NF, neck flexors muscle; NE, neck extensors muscle; RA, rectus abdominis muscle; LE, lumbar extensors muscle; RF, rectus femoris muscle; HAM, hamstrings muscle.

Table 3
Stimulus presentation and task conditions that were manipulated across studies.

Studies	Stimulus presentation	Task manipulation
Hadders-Algra et al. (1999)	Attractive small object in the midline arm's length of each subject	Lying, supine, sitting semireclined (45°), upright sitting, long-leg sitting
Hadders-Algra et al. (2007)	Attractive small object in the midline arm's length of each subject	3 sitting positions: horizontal seat surface, seat surface tilted forward 15°, seat surface tilted backward 15°
Ju et al. (2010)	The object was presented at a distance of 120% of the length of the upper limb	Reaching in three directions: anterior to the dominant (or preferred) hand, deviated 40° laterally deviated 40° medially from the sagittal
Van der Heide et al. (2005a)	Small object in midline, arm's length of each subject	–
Van der Heide et al. (2004)	Small object shown in the midline, arm's length of each subject	Use of bracelet with weight – 0.5% of the participant's body weight
Chang et al. (2005)	Sitting	Reaching under high-accuracy constraint (button size diameter: 1.6 cm, height: 1.5 cm)
	Sitting	Reaching under low-accuracy constraint (button size diameter: 6 cm, height: 1.5 cm)
Ronqvist and Rosblad (2007)	Object consisted of a ball	–
Jaspers et al. (2011)	Sitting	Two different presentations of the object requiring forearm pronation requiring forearm supination. Three reach tasks (forwards, upwards, and sideways)
	–	3 gross motor tasks (hand to mouth, hand head, and hand to contralateral shoulder)
Coluccini et al. (2007)	Blocks were placed laterally to the tested side	Self-selected speed (Ns), fast speed (Fs)
Domellof et al. (2009)	Sitting posture	–
Schneiberg et al. (2010)	Children sat on a chair with their feet supported on the floor or a bench in front of a table adjusted to elbow height	T1: 2/3 arm's length; middle target; T2: 1 arm's length; far target; T3: 1 2/3 arm's length
Van der Heide et al. (2005b)	Presented an attractive small puppet (length 6 cm, width 2 cm) in the midline, arm's-length distance of the subject	–
Utley and Sugden (1998)	Sitting	–
	The object was a small piece of card, 2 cm square, or wooden cube	–
Butler and Rose (2012)	A cylindrical cup was placed at 75% of maximum reach	T1: transport the cup back to its original location;
	Sitting	T2: release the cup, and return to the start position
Butler et al. (2010a)	Reaching and grasping	T1: transport the cup back to its original location;
	A cylindrical cup was placed at 75% of maximum reach	T2: release the cup, and return to the start position
	Sitting, feet flat on the ground	–
Butler et al. (2010b)	Reaching and grasping. A cylindrical cup was placed at 75% of maximum reach	T1: transport the cup back to its original location;
	Sitting with feet flat on the ground	T2: release the cup, and return to the start position

4.1. Participants characterization and research design

With regard to the population of interest, 13 studies compared the performance of manual reaching in children with CP with that of typical children of similar age and one study compared children with CP with typical children and adults (Coluccini, Maini, Martelloni, Sgandurra, & Cioni, 2007). Only one study solely evaluated children with CP. Schneiberg, Mckinley, Gisel, Sveistrup, and Levin (2010) evaluated children with distinct CP topographies (hemiplegia, diplegia and quadriplegia) and MACS levels (II–IV).

As observed, most studies compared children with CP with typically development children. According to Butler, Ladd, and Louise (2010), to include typical groups as a reference point for normality enables patterning and identifying similarities and distinctions.

Most of the studies showed that children with CP present different characteristics of upper limb movements compared with typical children (Coluccini et al., 2007; Ju et al., 2010; Van der Heide et al., 2004; Van der Heide, Fock, Otten, Stremmelaar, & Hadders-Algra, 2005a; Van der Heide, Fock, Otten, Stremmelaar, & Hadders-Algra, 2005b) such as higher number of movement units (MU) and altered movement straightness (SR). On the other hand, equivalent peak velocities (Ju et al., 2010) are also observed.

The sample sizes varied from 7 to 58 children. Ten studies evaluated 7–13 children per group, i.e., an experimental group and one control group with typical children. The reduced number of children with CP evaluated in these studies may be justified by difficulties in recruiting a large homogeneous sample, as there is great variability in clinical characteristics among these children (Pavão, Santos, Woollacott, & Rocha, 2013). Five studies by one research group evaluated between 52 and 58 children with CP. This elevated number is possibly due to multicenter studies that enable the advancement of research with a greater number of subjects.

Table 4
Methodological quality of the studies under review.

Subitems	Objective		Study design		Participants		Methodological/statistical analysis					Results		Discussion			Score	Quality
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Hadders-Algra et al. (1999)	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	12	Good
Hadders-Algra et al. (2007)	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	11	Regular
Ju et al. (2010)	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	9	Regular
Van der Heide et al. (2005a)	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	11	Regular
Van der Heide et al. (2004)	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	10	Regular
Chang et al. (2005)	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	12	Good
Ronnqvist and Rosblad (2007)	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	10	Regular
Jaspers et al. (2011)	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	11	Regular
Coluccini et al. (2007)	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	9	Regular
Domellof et al. (2009)	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	10	Regular
Schneiberg et al. (2010)	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	10	Regular
Van der Heide et al. (2005b)	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	9	Regular
Utley and Sugden (1998)	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	10	Regular
Butler and Rose (2012)	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	10	Regular
Butler et al. (2010a)	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	9	Regular
Butler et al. (2010b)	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	10	Regular

Among the 16 studies that evaluated only children, the age of the assessed subjects varied from 4 months to 18 years, with most studies assessing children with ages ranging from 2 to 11 years (Coluccini et al., 2007; Jaspers et al., 2011; Van der Heide et al., 2004; Van der Heide et al. (2005a,b)). One study also assessed typical adults in addition to typical children and children with CP (Coluccini et al., 2007). The authors found that typical children up to ten years of age do not exhibit the mature reaching pattern, performing large movements of the head and trunk during reaching. Children with CP, however, demonstrate larger amplitudes of trunk movement during reaching compared with typical children and adults. Hadders-Algra et al. (2007) and Van der Heide et al. (2005a,b) demonstrated that children with CP aged 2–11 years show tortuous reaching paths, without appropriate adjustments when compared with typical children of the same age. Therefore, assessing children of different ages enables us to verify the differences between them and informs about how this ability is refined over time.

Two studies evaluated children longitudinally. Hadders-Algra et al. (1999) followed infants at 4, 8, 10, 12, 15, and 18 months of age, and Schneiberg et al. (2010) performed three assessments over a five-week period. By means of longitudinal studies, it is possible to understand the nature of child development, providing explanations for the changes over time (Thelen & Smith, 1998). In this review, there was a predominance of cross-sectional design, with 15 studies evaluating children at a single point in time. Cross-sectional studies, in turn, describe behavior at a given time, but do not report changes over time (Thelen & Smith, 1998). Factors such as the increased probability of sample loss, the greater demand for time and financial resources, and the difficulties with keeping parents and caregivers participating throughout the study period are challenges of longitudinal studies (Chang et al., 2005; Ju et al., 2010; Kraemer, Yesavage, Taylor, & Kupfer, 2000).

The classification of CP was heterogeneous across studies, with variations in topography (Chang et al., 2005; Domellof, Rosblad, & Ronnqvist, 2009; Ronnqvist & Rosblad, 2007), muscle tone (Hadders-Algra et al., 1999) and functional capacity by GMFCS (Van der Heide et al., 2005a) and MACS (Jaspers et al., 2011). Combined classification was performed by some studies describing topography, muscle tone, GMFCS level (Hadders-Algra et al., 2007; Ju et al., 2012; Van der Heide et al., 2004), topography and muscle tone (Butler & Rose, 2012; Butler et al., 2010a; Butler, Ladd, Lamont, & Rose, 2010; Chang et al., 2005; Coluccini et al., 2007; Utley & Sugden, 1998); topography and muscle tone by functional capacity (MACS) (Schneiberg et al., 2010) and muscle tone and functional capacity by GMFCS (Van der Heide et al., 2005b).

Concerning the topography of the motor impairment, studies predominately evaluated children with hemiplegia, followed by diplegia, quadriplegia, and less frequently, triplegia (Butler & Rose, 2012). Heyrman et al. (2013) reported that children with hemiplegia have better postural control compared to children with other topographical distributions, which leads to reaching movements with better quality in the hemiplegic population. Van der Heide et al. (2005a) found that children with diplegic CP have limitations in reaching due to difficulties in modulating the responses of cervical and lumbar extension postural muscles during reaching. These results show that children with CP of different topographies have limitations in reaching based on their motor impairments, but further studies are needed to elucidate which aspects of each topography correlate with reaching characteristics.

Few studies have compared the performance of children with different tone disorders, which restricts the understanding of the effect of this intrinsic limitation on reaching performance. Chang et al. (2005) showed that spasticity demonstrates significant relationships with reaching deficits, leading to longer reaching time and a higher number of MUs. Menegoni et al. (2009) showed that patients with ataxia have less precision, smoothness, and velocity in upper limbs movements compared with healthy individuals. Rand, Shimansky, Stelmach, Bracha, and Bloedel (2000) reported that reaching in patients with ataxia shows increased velocity and MUs. In addition, Butler and Rose (2012) observed that children with ataxic CP present higher number of MUs than children with dyskinetic CP. It is noted that few studies have sought to establish the differences among spastic, dyskinetic, and ataxic children. Most studies focus on a specific type of movement disorder and specific functional levels (Butler & Rose, 2012).

Regarding to functional classification, five studies used the GMFCS to describe the study participants (Hadders-Algra et al., 2007; Ju et al., 2010; Van der Heide et al., 2004, 2005a,b). GMFCS demonstrates the levels of gross motor function of children with CP, providing comprehension of the mobility capacity with and without assistance in internal and external environments (Palisiano et al., 1997). Van der Heide et al. (2004) verified that children with more severe GMFCS levels, i.e., level III (moderate) and IV (severe), presented limitations in postural control and, consequently, decreased quality of reaching, characterized by reduced linearity in the trajectory of movement.

MACS was used in only four studies (Butler & Rose, 2012; Butler et al., 2010b; Jaspers et al., 2011; Schneiberg et al., 2010) to classify hand function of children with CP. This classification system reflects the child's ability to deal with objects and the need for assistance in performing activities of daily living (Butler & Rose, 2012; Butler et al., 2010b; Jaspers et al., 2011; Palisiano et al., 1997). According to Butler et al. (2010b), children classified as MACS II and III present higher reaching velocity compared with children at MACS I. In fact, children with more severe motor impairment have difficulties controlling the upper limbs, which may lead to faster, uncontrolled movements. Thus, limitations in tasks that require high accuracy such as feeding, writing, leisure activities, among others may occur.

Other scales, such as the House Functional Classification and Melbourne Assessment of Unilateral Upper Limb Function (Jaspers et al., 2011), the approach of Claeys (Domellof et al., 2009), and the Pediatric upper limb motion index (Butler & Rose, 2012) were used to describe hand function and the severity of upper limb motor impairment in children with CP. However, they were not used to compare characteristics of reaching and grasping.

There are a variety of instruments used to evaluate and describe hand functionality in individuals with typical development and CP (McCarthy et al., 2002; Sposito & Riberto, 2010). It is known that this heterogeneity creates a challenge for future research (Ronnqvist & Rosblad, 2007), however, it is important to emphasize that the choice and use of measurement tools will depend on the goals to be achieved by each study (Sposito & Riberto, 2010).

4.2. Measurement and procedures

4.2.1. Manual actions in phases

Manual actions can be divided into phases such as reaching, grasping, transporting, and releasing the object (Coluccini et al., 2007). In this review, nine studies assessed the reaching phase, seven included both reaching and grasping and only one evaluated the entire process of manipulating objects from reaching, to releasing.

Coluccini et al. (2007) studied object manipulation in several phases including reaching, transport, grasping and releasing with the affected arm. They found that reaching, grasping and transporting phases were limited, but the greatest limitation was in the releasing phase, which took the longest to be completed. The ability to reach, grasp, transport, and release objects requires complex perceptual, sensory, motor and cognitive capacities (de Campos et al., 2012; Taylor, 2003) and is critical to the acquisition of manipulative activities and to the performance of activities of daily living (de Campos et al., 2012; Savelsberg et al., 1997; Schneiberg et al., 2002). Therefore, limitations in any phase may affect the performance of a wide variety of activities, with impact upon quality of life of children with CP.

Studies in this review used different methodologies to assess reaching, described in Section 4.2.2.

4.2.2. Kinematics, kinetics and electromyographic analysis

Thirteen studies evaluated upper limb and trunk kinematics, thus enabling the evaluation of spatiotemporal variables of reaching. Three studies used a combination of kinematic and electromyographic analysis (EMG) of the upper limbs and trunk. One study used kinematics and kinetics to observe spatiotemporal variables in reach and postural control during reaching and another evaluated upper limbs and trunk by using only EMG.

Kinematic analysis of upper limb tasks is the gold standard for evaluation of motion (Gage & Novacheck, 2001) and provides accurate, reliable, quantitative, valid and sensitive data to quantify the level of motor performance of individuals

with movement disorders (Chang et al., 2005; Menegoni et al., 2009; Reid, Elliott, Alderson, Loud, & Elliott, 2010). Kinematics enabled the authors of studies included in this review to establish angular displacements and spatiotemporal variables such as MU, movement time (MT), velocity (V), curvature index (CI), and peak velocity in different populations during reaching (Butler et al., 2010b; Chang et al., 2005).

Electromyographic examination allows the interpretation of normal and pathological conditions through the study of muscles' electrical signal (De Luca et al., 2006). This technique is being widely applied to evaluate muscle activity because it provides valid and accurate results (Ankrum, 2000; Soderberg & Knutson, 2000). By using this technique, Hadders-Algra et al. (1999) showed that children with CP have reduced capacity to modulate postural responses to the postural perturbations caused by the task of manual reaching. Van der Heide et al. (2004) reported that children with CP have large activation of the neck's extensor muscles, while there is little activation of the thoracic and lumbar extensor muscles. Studies have identified the amplitude of muscle activity, latency, and order of muscle recruitment. It is inferred that EMG offers the opportunity to examine many variables and provide an understanding of muscle activity during movement.

The measurement of postural control during reaching was performed to check the trajectory of the center of pressure (COP) by use of the force platform, which provides quantitative data on total, mediolateral and anterior–posterior displacement (Barela & Duarte, 2006).

4.2.3. Assessing the role of neurological, motor and functional status on manual activities

To describe participants' neurological, motor and functional status, different scales used such as the Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI; Van der Heide et al., 2004, 2005a,b) and Pediatric Upper Limb Motion Index (PULMI; Butler & Rose, 2012) were used. Van der Heide et al. (2004) found a relationship between reduced displacement of the pelvis and elbow during reaching and higher PEDI functional performance. The PULMI was used to quantify the severity of neuromuscular deficits affecting upper limbs, and showed lower scores children with spastic and dyskinetic CP, which could explain limitations in reaching movements compared to typical children (Butler & Rose, 2012).

To evaluate reaching, some authors tested the dominant or unaffected limb; others evaluated only the non-dominant or affected member; while others evaluated both dominant and non-dominant, i.e., affected and unaffected, limbs. Utley and Sugden (1998) reported that when children with spastic and athetoid CP perform movements with the affected upper limb, the unaffected limb assists in the movement. Domellof et al. (2009) observed that children with hemiplegia perform reaches with a higher number of MUs, greater shoulder range of motion, and longer duration of movement of the affected hand during reach and grasping compared to the unaffected limb. Coluccini et al. (2007) compared the velocity of reaching between the limbs and reported that the unaffected upper limb is faster than the affected one. The evaluation of both limbs in children with CP may allow the analysis of the differences between limbs and assist in therapeutics. Thus, further studies comparing sides during activities are suggested.

In gait studies, Wright, Hunt, and Stanley (2001) reported that after a repetition of the activity, adjustments were observed in order to maintain velocity and duration of movement, thus masking the results in regard to initial trials. Accordingly, it appears that the repetition of movements can lead to changes in movement characteristics. Therefore, it is suggested that studies be conducted to establish the optimal number of attempts necessary to determine ability without the confounder of any training effect.

4.3. Stimulus presentation and task conditions that were manipulated across studies

It was possible to identify different factors influencing manual reaching, such as child's posture, type of stimulus presented, and task speed requirement. Four studies did not manipulate the reaching task (Ronnqvist & Rosblad, 2007; Van der Heide et al., 2005a,b).

The studies manipulated reaching tasks by positioning the participants in different postures (Hadders-Algra et al., 1999, 2007), by positioning the object at different distances (Ju et al., 2010; Schneiberg et al., 2010), by adding weighted cuffs on upper extremities (Van der Heide et al., 2004) and by manipulating object physical properties (Chang et al., 2005) or object speed (Coluccini et al., 2007). Other studies determined the effect of upper limb positioning over different activities such as transporting the cup back to its original location, releasing the cup, and returning to the start position (Butler & Rose, 2012; Butler et al., 2010a,b; Jaspers et al., 2011).

4.3.1. Posture during reaching

The child posture during manual actions was a factor that varied among studies. Fourteen studies evaluated children in a seated posture without trunk support; two studies evaluated children in a seated posture with seat tilt (Hadders-Algra et al., 2007); one study evaluated children in a supine posture (Hadders-Algra et al., 1999).

Studies that varied seat tilt demonstrated that children with spastic and dyskinetic CP and athetosis when seated without support and with anterior seat tilt had better postural efficiency because they showed less activation of the thoracic extensor muscles (Hadders-Algra et al., 2007, 1999). The authors also found that from 4 months of age, typical infants and those with CP in seated and semi-reclined postures showed a preference for activation of the extensor muscles of the neck and the sternocleidomastoid. Therefore, different seat inclinations interfere with muscular activity in different ways during manual actions. Based on the results of this review, one strategy recommended for patients whose postural control interferes with manual actions is reclining the seat, since it reduces the biomechanical requirements of the posture, thus facilitating

reaching. The evaluation of children in different postures enables the identification of the best position for children to perform the task, thus facilitating therapy and activities of daily life for children with CP.

4.3.2. Object presentation

Regarding object presentation object, [Ju et al. \(2010\)](#) found that children with CP presented decreased movement straightness when the object was presented with a deviation of 40° relative to the midline, compared with the presentation of the object at the midline. When the object was presented with a deviation, the task required larger trunk rotations and greater postural adjustments that were incompatible with the capacities of postural control in children with CP. [Schneiberg et al. \(2010\)](#) presented the object in midline at three different distances from the participant's body. When the object was presented at two-thirds of the arm's length (T1), and at arm's length (T2), there was a greater degree of flexion of the trunk and of the upper limb during reach and grasping. When the object was presented at a distance of one and two-thirds the arm's length, closer to the child (T3), the motion was more linear and harmonic. The results indicate that manual activities are facilitated when objects are placed within reaching distance, preferably at the child's midline and arm's length. This strategy should be considered when trying to promote the child's independence in activities of daily living such as feeding, and school activities.

[Chang et al. \(2005\)](#) manipulated the tasks by presenting two objects of different sizes with small and large diameters, high and low precision, respectively. It was found that children with CP take longer time and a greater MU when reaching for small goals. These results indicate that the larger the object, the easier it is to reach and grasp for it, considering that most children with CP have limitations of fine movements. Therefore, therapeutic strategies to facilitate reaching include presenting large objects and progressing to more challenging, smaller targets, as the patient refines reaching and grasping skills. By adding a cuff with a weight of 0.5% the child's body weight, [Van der Heide et al. \(2004\)](#) have not found any disruption or facilitation of reaching movements in children with spastic CP between 2 and 11 years. In this sense, adding load did not alter muscle activity or the spatiotemporal characteristics of the reach. In a study with typical infants by [Rocha, Costa, Savelsbergh, and Tudella \(2009\)](#), when using an additional 0.7% of the child's body weight, infants showed adaptability to additional weight, performing movements that were more synchronous. Thus, it appears that children with CP are less sensitive to additional weight loads. For more precise conclusions, further studies are required with older children and with different weights applied to the upper limbs.

Additionally, other manual activities were performed in the studies included in this review. [Jaspers et al. \(2011\)](#) requested that typical children and those with CP performed three gross motor tasks, i.e., taking the unaffected upper limb to the mouth, head, and shoulder. Children with CP classified at MACS I, II, and III presented different movement strategies to accomplish this activity, with small extension of the elbow, supination of the forearm, and increased flexion of the trunk compared to typically developing children. Compensatory trunk movements were performed in CP, due to the limited ability to extend the upper limbs. Three studies ([Butler & Rose, 2012](#); [Butler et al., 2010a,b](#)) asked children with spastic, ataxic, and dyskinetic CP classified as GMFCS levels I to IV to reach for a cup (T1), then to bring the cup to the mouth, then transport the cup to the table and release it, then return to the starting point (T2). [Butler and Rose \(2012\)](#) and [Butler et al. \(2010b\)](#) found different arm speeds during the T1 and T2 phases. [Butler et al. \(2010b\)](#) reported a reduced curvature index during T1 and T2 phases. [Butler et al. \(2010a\)](#) reported biomechanical differences between typical and CP children during the T1 phase. Children with CP showed a reduced elbow extension, increased wrist and finger flexion, external rotation of the shoulder, and forearm supination/pronation. Based in this result, it seems that reduced upper limb range of motion may lead to compensatory movement strategies such as increasing trunk motion, leading to postural instabilities. Therefore, the altered length of arm muscles is a factor that may cause further limitations that need to be addressed in therapy.

4.3.3. Manipulating reaching velocity

By manipulating reaching velocity, [Coluccini et al. \(2007\)](#) demonstrated that children with CP, when performing reaches at high speed, presented decreased movement pattern repeatability, since greater postural adjustments are required to complete the task.

Taking the results together, studies indicate that children with CP take longer time to reach for objects ([Ju et al., 2010](#)), and reaching movements have greater peak velocity, decreased straightness ([Butler & Rose, 2012](#)), and higher number of MUs compared with typically developing children ([Chang et al., 2005](#); [Van der Heide et al., 2005a,b](#)). Findings indicate decreased smoothness in reaching movements in children with CP ([Chang et al., 2005](#); [Jaspers et al., 2011](#); [Ju et al., 2010](#); [Ramos, Latash, Hurvut, & Brown, 1997](#); [Rau, Klug, & Schmidt, 2000](#)). Concerning joint mobility, children with CP have increased trunk flexion-extension and trunk rotation, and reduced flexion-extension of the elbow during the reach ([Utley & Sugden, 1998](#)). All these factors can reduce functionality, thus limiting children's interactions and participation in daily life activities.

4.4. Methodological quality

Regarding quality of the methodological procedures, three studies presented few limitations, showing overall good methodological quality. The remaining 14 studies evidenced moderate limitations, constituting average methodological quality. No study provided a description of the calculations performed to estimate sample size. Only one study, [Utley and Sugden \(1998\)](#), showed the type of sampling. Most studies used a methodology of moderate quality, thus presenting limitations. Accurate description of the methods allows replication of the studies, and easier translation of findings to clinical

practice. It is suggested that future studies present more detailed information providing greater consistency and clarity of the methods of analysis and presentation of results, thus facilitating the application of findings.

5. Conclusion

Children with CP have difficulties to execute manual actions, which reflect the reduced smoothness and straightness of their reaching movements. Task determinants such as body postures, object size and position and task constraints such as additional loads and task speed influence manual reaching and should be considered when planning interventions for children with CP. Despite the different methods and variables analyzed in the studies under review, overall the studies indicate limited capacity for manual actions in children with CP. Further studies evaluating reaching performance in children with CP are necessary for a better understanding of compensatory strategies used and opportunities to interfere in the dysfunctions. Furthermore, most of the studies have moderate quality, requiring more accurate description of methods in future studies which facilitate communication among research groups and translation into clinical practice.

Acknowledgement

Coordination of Improvement of Higher Education Personnel (CAPES).

Appendix A: Search protocol

Data Base	Search term	Results
Pubmed	(((((reaching) AND "cerebral palsy") AND children) NOT elderly) NOT adults) NOT intervention) NOT rehabilitation	47
Web of science	"reaching" AND "cerebral palsy" AND "children" NOT "elderly" NOT "adults" NOT "intervention" NOT "rehabilitation"	69
Science direct	Reaching and (cerebral palsy) AND LIMIT TO (topics "cerebral palsy, child")	191
Scielo	"reaching" and "cerebral palsy"	3

References

- Ankrum, D. R. (2000). Questions to ask when interpreting surface electromyography (SEMG) research. *Proceedings of the IEA2000/HFES 2000, congress*.
- Barela, A. M., & Duarte, M. (2006). Biomechanical characteristics of elderly individuals walking on land and in water. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 28, 446–454.
- Bigongiari, A., Souza, A. F., Franciulli, P. M., Razi, S. N., Araujo, R. C., & Mochizuki, L. (2011). Anticipatory and compensatory postural adjustments in sitting in children with cerebral palsy. *Human Movement Science*, 30, 648–657.
- Boyd, R. N., Morris, M. E., & Graham, H. K. (2001). Management of upper limb dysfunction in children with cerebral palsy: A systematic review. *European Journal of Neurology*, 8(4), 150–166.
- Brogren, E., Hadders-Algra, M., & Forssberg, H. (1998). Postural control in sitting children with cerebral palsy. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 2(4), 591–596.
- Butler, E. E., Ladd, A. L., & Louise, S. A. (2010). Three-dimensional kinematics of the upper limb during a reach and grasp cycle for children. *Gait & Posture*, 32, 72–77.
- Butler, E. E., Ladd, A. L., Lamont, L. E., & Rose, J. (2010). Temporal-spatial parameters of the upper limb during a reach and grasp cycle for children. *Gait & Posture*, 32, 301–306.
- Butler, E. E., & Rose, J. (2012). The pediatric upper limb motion index and a temporal-spatial logistic regression: Quantitative analysis of upper limb movement disorders during the reach & grasp cycle. *Journal of Biomechanics*, 45, 945–951.
- de Campos, A. C., Rocha, N. A. F. C., & Savelsberg, G. J. P. (2009). Reaching and grasping movements in infants at risk: A review. *Research in Developmental Disabilities*, 30, 819–826.
- de Campos, A. C., Savelsbergh, G. J. P., & Rocha, N. A. C. F. (2012). What do we know about the atypical development of exploratory actions during infancy? *Research in Developmental Disabilities*, 33, 2228–2235.
- Chang, J. J., Wu, T. I., Wu, W. L., & Su, F. (2005). Kinematic measure for spastic reaching in children with cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*, 20, 381–388.
- Cherng, R. J., Lin, H. C., Ju, Y. H., & Ho, C. S. (2009). Effect of seat surface inclination on postural stability and forward reaching efficiency in children with spastic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 30, 1420–1427.
- Coluccini, M., Maini, E. S., Martelloni, C., Sgandurra, G., & Cioni, C. (2007). Kinematic characterization of functional reach to grasp in normal and in motor disabled children. *Gait & Posture*, 25, 493–501.
- Costa, C. S., Batista, M. V., & Rocha, N. A. C. F. (2013). Quality and structure of variability in children during motor development: A systematic review. *Research in Developmental Disabilities*, 34(9), 2811–2829.
- De Luca, C. J., Adam, A., Wotiz, R., Gilmore, D., & Nawab, S. H. (2006). Decomposition of Surface EMG Signals. *Journal of Neurophysiology*, 96, 1646–1657.
- Domellof, E., Rosblad, B., & Ronnqvist, L. (2009). Impairment severity selectively affects the control of proximal and distal components of reaching movements in children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 51, 807–816.
- Eliasson, A. C., Sundholm, L. K., Rösblad, B., Amer, M., Öhrvall, A. M., & Rosenbaum, P. (2006). The manual ability classification system (MACS) for children with cerebral palsy: Scale development and evidence of validity and reliability. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 48(7), 549–554.
- Gage, J. R., & Novacheck, T. F. (2001). An update on the treatment of gait problems in cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 10, 265–274.
- Hadders-Algra, M., Fitts, I. B. M., Stremmelar, E., & Touwen, B. C. L. (1999). Development of postural adjustments during reaching in infants with CP. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 41, 766–776.
- Hadders-Algra, M., Heide, J. C., Fock, J. M., Stremmelar, E., Eykern, L. A., & Otten, B. (2007). Effect of seat surface inclination on postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Physical Therapy*, 87, 861–871.
- Heyrman, L., Desloovere, K., Molenaers, G., Verheyden, G., Klingels, K., Monbaliu, E., et al. (2013). Clinical characteristics of impaired trunk control in children with spastic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 34, 327–334.
- Higgins, J. P. T., & Green, S. (2006). *Cochrane handbook for systematic review of interventions*. The Cochrane library issue 4. Chichester, UK: John Wiley Sons Ltd.
- Janssen, L., & Steenbergen, B. (2011). Typical and atypical (cerebral palsy) development of unimanual and bimanual grasp planning. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 963–971.
- Jaspers, E., Desloovere, K., Bruyninck, H., Molenaers, G., Klingels, K., & Feys, H. (2009). Review of quantitative measurements of upper limb movements in hemiplegic cerebral palsy. *Gait & Posture*, 30, 395–404.

- Jaspers, E., Desloovere, K., Bruyninckx, H., Klingels, K., Molenaers, G., Aertbelien, E., et al. (2011). Three dimensional upper limb movement characteristics in children with hemiplegic cerebral palsy and typically developing children. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 2283–2294.
- Ju, Y. H., You, J. Y., & Cheng, R. J. (2010). Effect of task constraint on reaching performance in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 31, 1076–1082.
- Ju, Y. H., Hwang, I. S., & Chergn, R. J. (2012). Postural adjustment of children with spastic diplegic cerebral palsy during seated hand reaching in different directions. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93, 471–479.
- Kim, D. A., Lee, J. A., Hwang, P. W., Lee, M. J., Kim, H. K., Park, J. J., et al. (2012). The effect of comprehensive hand repetitive intensive strength training (CHRIST) using motion analysis in children with cerebral palsy. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 36, 39–46.
- Kluzik, J., Fetter, L., & Coryeli, J. (1990). Quantification of control: A preliminary study of effect of neurodevelopmental treatment on reaching in children with spastic cerebral palsy. *Physical Therapy*, 70(2), 65–76.
- Kraemer, H. C., Yesavage, J. A., Taylor, J. L., & Kupfer, D. (2000). How can we learn about developmental processes from cross-sectional studies, or can we? *American Journal of Psychiatry*, 157(2), 163–171.
- Liu, W. Y., Zaino, C. A., & McCoy, S. W. (2007). Anticipatory postural adjustments in children with cerebral palsy and children with typical development. *Pediatric Physical Therapy*, 19, 188–195.
- McCarthy, M., Silberstein, C. E., Atkins, E. A., Harryman, S. E., Sponseller, P. D., & Miller, N. A. H. (2002). Comparing reliability and validity of pediatric instruments for measuring health and well-being of children with spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 44, 468–476.
- Menegoni, F., Milano, E., Trotti, C., Galli, M., Bigoni, M., Baudo, S., et al. (2009). Quantitative evaluation of functional limitation of upper limb movements in subjects affected by ataxia. *European Journal of Neurology*, 16, 232–239.
- Milne, R., Donald, A., & Chambers, L. (1995). *Piloting short workshops on the critical appraisal of reviews*. *Health Trends*, 27, 120–123.
- Palisiano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russel, D., Wood, E., & Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 39(4), 214–223.
- Pavão, S. L., Santos, A. N., Woollacott, M. H., & Rocha, N. A. C. F. (2013). Assessment of postural control in children with cerebral palsy: A review. *Research in Developmental Disabilities*, 34, 1367–1375.
- Ramos, E., Latash, M. P., Hurvut, S. A., & Brown, S. H. (1997). Quantification of upper extremity function using kinematic analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78(5), 491–496.
- Rand, M. K., Shimansky, Y., Stelmach, G. E., Bracha, V., & Bloedel, J. R. (2000). Effects of accuracy constraints on reach-to-grasp movements in cerebellar patients. *Experimental Brain Research*, 135(2), 179–188.
- Rau, G., Klug, D. C., & Schmidt, R. (2000). Movement biomechanics goes upwards: From the leg to the arm. *Journal of Biomechanics*, 33(10), 207–216.
- Reid, S., Elliott, C., Alderson, J., Loud, D., & Elliott, B. (2010). Repeatability of upper limb kinematics for children with and without cerebral palsy. *Gait & Posture*, 32, 10–17.
- Rocha, N. A. F. C., Costa, C. N. S., Savelsbergh, G., & Tudella, E. (2009). The effect of additional weight load on infant reaching. *Infant Behavior and Development*, 32(2), 234–237.
- Ronnqvist, L., & Rosblad, B. (2007). Kinematic analysis of unimanual reaching and grasping movements in children with hemiplegic cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*, 22(2), 165–175.
- Rosenbaum, P., Bax, M., Goldstein, M., & Paneth, N. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47(8), 571–576.
- Rosenbaum, P., Paneth, N., Levinton, A., Goldstein, M., & Bax, M. (2007). A report: The definition and classification of cerebral palsy. Definition and classification of CP. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 109, 8–14.
- Salén, M., & Hirsfeld, H. (1999). Forward leaning reaching task in sitting (FLRS): A new measure for clinical evaluation of hamstring length in children. *Physiotherapy Research International*, 4(4), 262–277.
- Savelsbergh, G., Von Hofsten, C., & Jonsson, B. (1997). The coupling of head, reach and grasp movement in nine months old infant prehension. *Scandinavian Journal of Psychology*, 38, 325–333.
- Schneiberg, S., McKinley, P., Gisel, E., Sveistrup, H., & Levin, M. F. (2010). Reliability of kinematic measures of functional reaching in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 52(7), 167–173.
- Schneiberg, S., Sveistrup, H., McFadyen, B., McKinley, P., & Levin, M. F. (2002). The development of coordination for reach-to-grasp movements in children. *Experimental Brain Research*, 146, 142–154.
- Soderberg, G. L., & Knutson, L. M. (2000). A guide for use and interpretation of kinesiological electromyographic data. *Physical Therapy*, 80(5), 485–498.
- Soh, S., Morris, M. E., & McGinley, J. L. (2011). Determinants of health-related quality of life in Parkinson's disease: A systematic review. *Parkinsonism and Related Disorders*, 17, 1–9.
- Sposito, M. M. M., & Riberto, M. (2010). Avaliação da funcionalidade da criança com paralisia cerebral espástica. *Acta Fisiatrica*, 17(2), 50–61.
- Steenbergen, B., Charles, J., & Gordon, A. N. (2008). Fingertip force control during bimanual object lifting in hemiplegic cerebral palsy. *Experimental Brain Research*, 186, 191–201.
- Taylor, B. H. (2003). Melbourne assessment of unilateral upper limb function: Construct validity and correlation with the Pediatric Evaluation of Disability Inventory. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 45, 92–96.
- Thelen, E., & Smith, L. B. (1998). Dynamic system theories. In P. H. Mussen & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of psychology, Vol. 1: Theoretical models of human development* (5th ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Utley, A., & Sugden, D. (1998). Interlimb coupling in children with hemiplegic cerebral palsy during reaching and grasping at speed. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 10, 396–404.
- Van der Heide, J. C., Begeer, C., Fock, J. M., Otten, B., Stremmelar, E., Eykem, L. A. V., et al. (2004). Postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 46, 253–266.
- Van der Heide, J. C., Fock, J. M., Otten, B., Stremmelar, E., & Hadders-Algra, M. (2005a). Kinematic characteristics of postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy. *Pediatric Research*, 58(3), 586–593.
- Van der Heide, J. C., Fock, J. M., Otten, B., Stremmelar, E., & Hadders-Algra, M. (2005b). Kinematic characteristics of reaching movements in preterm children with cerebral palsy. *Pediatric Research*, 57(6), 883–889.
- Von Elm, E., Altman, D. G., Pocock, S. J., Gøtzsche, P. C., & Vandenbroucke, J. P. (2007). The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: Guidelines for reporting observational studies. *Bulletin of the World Health Organization*, 85(11), 867–871.
- Wright, M. G., Hunt, L. P., & Stanley, O. H. (2001). Quantification of object manipulation in children with cerebral palsy. *Pediatric Rehabilitation*, 4(4), 187–195.
- Woollacott, M. H., Burtner, P., Jinsen, J., Josiewicz, J., Roncevalles, N., & Sveistrup, H. (1998). Development of posture responses during standing in healthy children and children with spastic diplegia. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22, 583–658.



APÊNDICE B

“Efeito imediato da órtese *Pediasuit* no controle postural sentado durante atividade de alcance manual em crianças com Paralisia Cerebral”

Responsável: Livia Pessarelli Visicato

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

Co orientadora: Dr^a Ana Carolina de Campos

1. Seu filho (a) está sendo convidado para participar da pesquisa **“Efeito imediato da órtese *Pediasuit* no controle da postura sentado durante o alcançar de objetos em crianças com Paralisia Cerebral”**.

2. a) Seu filho foi selecionado pelos dados cadastro no departamento de fisioterapiaSua participação nesta pesquisa não é obrigatória.

b) O objetivo deste estudo é verificar o efeito imediato da órtese *Pediasuit* no controle postural obtidos por meio de análise cinética (plataforma de força) e eletromiográfica (eletrodos de superfície) em crianças de 5 a 14 anos de idade que sejam diagnosticadas com Paralisia cerebral.

c) O *Pediasuit* é uma veste com joelheiras e sapatos, unidas com cordas elásticas e não possui nenhum artefato pontiagudo que machuque a criança. No entanto, acreditamos que essa órtese tensiona e melhora a ação dos músculos, auxiliando nos movimentos, principalmente nas crianças que possuem dificuldades na movimentação e na manutenção de posturas.

d) A análise cinética será feita através da plataforma de força, cuja criança estará sentada sobre ela.

e) A eletromiografia será feita através de eletrodos de superfície fixados na pele com adesivo hipoalergênico.

f) Sua participação na pesquisa consistirá em permitir que seu filho (a) seja submetido, a um protocolo contendo uma avaliação física inicial, no qual é uma entrevista sobre a história da criança, medidas de flexibilidade, altura e comprimento dos braços. Posteriormente, haverá a avaliação do alcance, no qual a criança terá que pegar um objeto localizado a sua frente. O processo todo de avaliação ocorrerá em um único dia.

3. O método apresentado oferece como risco à criança o cansaço físico, desconforto psicológico e pode ocorrer uma sensação de insegurança, visto que a criança ficará sentada e irá alcançar o objeto. Não é esperado que a criança sinta dor, mas algum desconforto físico pode ocorrer, visto que com o *Pediasuit* a criança pode ficar em uma posição mais alinhada e isso pode exigir mais desta.

Você como responsável pela criança está ciente dos procedimentos adotados e poderá participar de todas as fases da pesquisa. Ao autorizar a participação de seu filho (a) neste estudo, você estará

ajudando na investigação da real efetividade de um instrumento (*Pediasuit*) que tem sido comercializado, sendo muito oneroso; porém sem comprovação científica nenhuma, sendo importante assim para a prática clínica voltada para crianças com paralisia cerebral.

4. Seu (sua) filho (a) será submetido a uma avaliação inicial descrita anteriormente. Depois disso, a criança realizará ficar sentado e realizar o alcance sem e posteriormente com a utilização da órtese *Pediasuit*.

5. Você terá conhecimento que poderá obter informações a respeito da pesquisa diretamente com o pesquisador.

6. Antes de o estudo ter início e no decorrer da pesquisa, você terá todos os esclarecimentos a respeito dos procedimentos adotados, e o responsável pela pesquisa se prontifica a responder todas as questões ou dúvidas sobre o experimento.

7. A sua participação nesse estudo é voluntária. A qualquer momento você pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa em participar não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição.

8. As informações obtidas neste estudo são confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Estas informações não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem a sua autorização oficial e só poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos, desde que fique resguardada a sua privacidade. A divulgação dos dados será feita sem que seja possível a sua identificação e de seu filho (a).

9. Você não terá despesas ao participar da pesquisa. Também não existe nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida em função de sua participação no estudo.

10. Você receberá uma cópia desse consentimento, onde consta o endereço e o telefone do pesquisador principal, em que pode tirar suas dúvidas sobre o projeto e participação de seu filho (a), agora ou a qualquer momento.

Lívia Pessarelli Visicato

Endereço: R. Prof. José Ferraz de Camargo, 475, apto:06 – V. Celina, São Carlos - SP

Fone: (17) 8144-1312 liviavisicato@hotmail.com

(16) 3351-8647

....., de de



APÊNDICE B (continuação)

“Efeito imediato da órtese *Pediasuit* no controle da postura sentado durante o alcançar de objetos em crianças com Paralisia Cerebral”.

Responsável: Lívia Pessarelli Visicato

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Nelci Adriana Cicuto Ferreira Rocha

Co orientadora: Dr^a Ana Carolina de Campos

Eu _____, portador do Rg n. _____, residente à _____, bairro _____, na cidade de _____, telefone _____, responsável pelo menor _____. Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios do meu filho participar da pesquisa e concordo em participar.

O pesquisador me informou que o projeto **“Efeito imediato da órtese *Pediasuit* no controle da postura sentado durante o alcançar de objetos em crianças com Paralisia Cerebral”** foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar sob parecer 159.077. O Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar funciona na Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luís, Km.235-Caixa Postal 676- CEP 13565-905- São Carlos-SP- Brasil. Fone: 33518110. Endereço eletrônico: cephumanos@ufscar.br.

Local e data:

São Carlos, ____ de _____ de 2013.

Assinatura do Responsável



APÊNDICE C

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO INICIAL

Data da Avaliação: _____

Avaliador: _____

1. Dados Pessoais:

Nome: _____

Telefone (s): Residencial: _____ Celular: _____

2. Histórico de Tratamento:

Médico (s): _____

Cirurgias: _____

Aplicação de Botox: () Sim () Não Quando: _____

Medicamento de uso contínuo _____

Tratamentos Anteriores: _____

3. Hábitos da Criança:

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

Sono: Horário: _____

Dorme tranquilamente () Sim () Não

Acorda muitas vezes durante a noite: () Quantas vezes: _____

Brinquedos preferidos: _____

Pratica esporte: Quais _____ Frequência: _____

4. Observação Geral:

GMFCS: () I () I
() III () IV
() V



APÊNDICE C (continuação)

MACS: () I () II
 () III () IV

Visão: _____

Audição _____

Cognição: _____

Uso de equipamentos auxiliares (órtese, andador, cadeira, cadeira de rodas,
bengala) _____

Deformidades ortopédicas: _____

Inventário de Dominância Lateral de Edimburgo (OLDFIELD, 1971)

Atividade	Membro comprometido	Membro não comprometido
Desenhar		
Arremessar bola		
Usar tesoura		
Escovar dentes		
Usar colher		
Abrir e fechar caixa		

Atividade	Membro mais comprometido	Membro menos comprometido
Desenhar		
Arremessar bola		
Usar tesoura		
Escovar dentes		
Usar colher		
Abrir e fechar caixa		

Atividade	Direito	Esquerdo
Desenhar		
Arremessar bola		
Usar tesoura		
Escovar dentes		
Usar colher		
Abrir e fechar caixa		

APÊNDICE C (continuação)

Medidas antropométricas

Criança: _____

Data da Avaliação: _____

Terapeuta: _____

Randomização

Ordem Alcance:

Ordem sem órtese: _____

Ordem com órtese: _____

Medidas Antropométricas:

Altura: _____ Peso: _____

MMSS:

Comprimento do MSD: _____ Comprimento do MSE: _____

Largura da mão D: _____ Largura da mão E: _____

Comprimento da mão D: _____ Comprimento da mão E: _____