

Universidade de Brasília
Faculdade de Ceilândia
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

Análise do alcance manual na Paralisia Braquial Obstétrica

Roberta de Matos Figueiredo

Brasília - DF

2019

Universidade de Brasília
Faculdade de Ceilândia
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

Análise do alcance manual na Paralisia Braquial Obstétrica

Roberta de Matos Figueiredo
Orientadora: Prof.^a Dra. Aline Martins de Toledo
Co-orientadora: Prof.^a Dra. Fernanda Pasinato

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação, área de concentração: Aspectos Biomecânicos e Funcionais Associados à Prevenção, Desempenho e Reabilitação.

Brasília - DF

2019

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

dF475a de Matos Figueiredo, Roberta
Análise do alcance manual na Paralisia Braquial
Obstétrica / Roberta de Matos Figueiredo; orientador Aline
Martins de Toledo; co-orientador Fernanda Pasinato. --
Brasília, 2019.
100 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências da
Reabilitação) -- Universidade de Brasília, 2019.

1. Paralisia Braquial Obstétrica. 2. Alcance manual . 3.
Lactentes. 4. Posição corporal. I. Martins de Toledo, Aline,
orient. II. Pasinato, Fernanda , co-orient. III. Título.

Membros da banca examinadora para Defesa de Mestrado de Roberta de Matos Figueiredo, apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade de Brasília, em 28 de fevereiro de 2019.

Aline Martins de Toledo

(UnB)

Raquel de Paula Carvalho

(Unifesp)

Pedro Henrique Tavares Queiroz de Almeida

(UnB)

Aline Araújo do Carmo

(UnB)

Dedico esta dissertação aos pacientes com
Paralisia Braquial Obstétrica – minha
motivação para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A minha sincera gratidão a todas as pessoas que fizeram parte da minha trajetória no mestrado e me auxiliaram, tecnicamente ou emocionalmente, no planejamento, execução e conclusão deste projeto.

À minha orientadora Prof.^a Aline Toledo, por ter acreditado em mim e ter aceitado participar de um projeto que alia a sua área de maior experiência (alcance manual) com a minha (PBO), por me convencer de que essa pesquisa seria relevante para a prática, por fomentar a busca por mais conhecimento, pelo envolvimento e valiosas contribuições quanto à análise dos dados e fase final da escrita.

À Prof.^a Fernanda Pasinato, também orientadora, por fazer parte das coletas piloto e enxergar o que seria viável, pelas dicas quanto à organização dos arquivos, além das contribuições durante a correção da dissertação.

Ao Dennis, pela boa vontade em criar o modelo da cinemática usado nas coletas.

À equipe do laboratório de movimento do Hospital Sarah: Aline, Sheila e Roberta, por possibilitarem a realização da coleta naquele espaço; Alexandre, Carol, Fábio e Walter, por fazerem a captura dos dados e o reconhecimento dos marcadores, além de ajudarem com o posicionamento das câmeras e manuseio da cadeira de teste.

À Aline, pelo empenho em ajudar, como mãe de uma bebê que participou do estudo e recrutadora de outros, por acompanhar de perto algumas coletas, por ter se mostrado sempre disponível no que fosse necessário.

À Valéria, por acreditar no projeto e dar toda a força para maior celeridade nos trâmites burocráticos, além da grande ajuda em encontrar bebês para participarem como grupo controle.

Ao Carlos, engenheiro brilhante, por dar soluções simples a problemas que pareciam não ter solução e, sobretudo, por sua disponibilidade em ajudar na criação da rotina no matlab para obtenção das variáveis do estudo.

À Mari, Ana e Rosana, parceiras do primeiro estudo, pelos momentos de trabalho em equipe e pela paciência com os meus questionamentos.

À Rosana, amiga e colega de trabalho e de mestrado, por ser ponto de apoio, de suporte, de compartilhamento de angústias, de troca de material, além de ser meu exemplo de organização.

Ao Fred, Rodrigo, Carol e Leandro, pelo interesse em ouvir sobre meus achados e ajudarem com ideias que contribuíram com o processo final de discussão dos resultados.

Ao Marcos, marido e grande parceiro, pelo incentivo desde o início do mestrado, por entender que eu não seria companheira de todos os eventos, pela iniciativa em fazer a análise dos vídeos junto comigo e agilizar o processo, pela paciência em me ouvir e discutir sobre os meus achados no estudo, pelas ideias dos gráficos mais lindos desta dissertação.

À Bumi e à tia Mara, pelas terapias corporais, reiki e florais, que tanto ajudaram no alívio do estresse, bem-estar e equilíbrio emocional.

À minha família e aos meus amigos, pelo apoio, pela torcida e pela compreensão quanto à minha ausência em tantos momentos.

Às admiráveis famílias dos bebês, por aceitarem participar da pesquisa e torná-la possível.

À Prof.^a Aline do Carmo, por suas sugestões na banca de qualificação, por ter se mostrado disposta a ajudar na fase de criação da rotina no matlab, por aceitar participar como suplente da banca de defesa deste mestrado.

Aos professores Raquel de Paula Carvalho e Pedro Almeida, por aceitarem participar da banca de defesa deste mestrado.

É com muita alegria e satisfação que concluo esse trabalho, certa de que a generosidade das pessoas fez toda a diferença para essa realização, que o meu aprendizado foi enorme e que os resultados obtidos trarão mudanças para uma melhor abordagem aos pacientes com paralisia braquial obstétrica – meu objetivo principal de fazer o mestrado.

SUMÁRIO

RESUMO -----	9
<hr/>	
Capítulo 1 - Introdução Geral-----	11
<hr/>	
Capítulo 2 - Estudo I: O uso da eletromiografia na avaliação e caracterização do alcance manual em lactentes: Uma revisão sistemática-----	22
<hr/>	
Capítulo 3 - Estudo II: Análise categórica e a influência da posição corporal no alcance manual de lactentes com Paralisia Braquial Obstétrica-----	42
<hr/>	
Capítulo 4 - Estudo III: Cinemática do alcance em lactentes com Paralisia Braquial Obstétrica-----	59
<hr/>	
Capítulo 5 - Estudo IV: Influência da posição corporal na cinemática do alcance de lactentes com Paralisia Braquial Obstétrica -----	76
<hr/>	
Capítulo 6 - Epílogo-----	90
<hr/>	
APÊNDICES -----	94

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

- Figura 1: O plexo braquial-----13
Figura 2: Alcance manual em lactentes com PBO aos 6 meses-----16
-

Capítulo 2

- Figura 1: Fluxograma do processo de seleção dos estudos-----27
-

Capítulo 3

- Figura 1: Cadeira infantil reclinada a 50° e 0°----- 47
Figura 2: Orientação da mão: horizontal, vertical e oblíqua----- 49
Figura 3: Frequência de ocorrência das categorias de cada variável, em cada posição, nos diferentes grupos-----51
Figura 4: Número de ocorrência de cada categoria de orientação da mão, em cada grupo, sem diferenciar a posição-----52
-

Capítulo 4

- Figura 1: a) posição das câmeras no cenário de coleta e b) posicionamento na cadeira de teste-----56
Figura 2: Comparação entre o grupo controle e cada um dos grupos PBO para as variáveis cinemáticas do estudo----- 61
-

Capítulo 6

- Figura 1: Vista das 3 câmeras de vídeo da coleta durante o procedimento membro contido no grupo PBO na posição sentada e supina----- 81
Figura 2: Comparação entre a posição sentada e supina, em cada grupo para as variáveis cinemáticas do estudo ----- 84
-

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 1: Dados extraídos dos artigos-----28

Capítulo 3

Tabela 1: Frequência de alcances em cada grupo de acordo com a posição corporal-----50

Tabela: 2: Diferença entre os grupos para cada variável, em cada posição----- 51

Capítulo 4

Tabela 1: Características da amostra por grupo-----63

Capítulo 5

Tabela 1: Variáveis analisadas no presente estudo----- 81

Tabela 2: Frequência de alcances em cada grupo de acordo com a posição corporal-----83

RESUMO

FIGUEIREDO, R.M. **Análise do alcance manual na Paralisia Braquial Obstétrica.** 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília – DF.

Introdução: O alcance manual é uma aquisição motora precoce importante para o desenvolvimento neuropsicomotor do lactente. A paralisia braquial obstétrica (PBO) leva a alterações neuromusculares que limitam o alcance. Há uma lacuna na literatura sobre o alcance nesta população. **Objetivos:** Revisão sistemática da avaliação eletromiográfica do alcance de lactentes (Estudo I); avaliação categórica do alcance de lactentes com PBO e a influência da posição corporal nas variáveis (Estudo II); análise da cinemática do alcance em lactentes com PBO (Estudo III); efeito da posição corporal na cinemática do alcance de lactentes com PBO (Estudo IV). **Métodos:** Vinte lactentes de 6 meses de idade (11 com PBO do tipo Erb e 9 controle) participaram. O alcance foi estimulado na posição sentada e supina. O lactente direcionava o braço de sua escolha até o objeto (procedimento livre). O grupo PBO teve um procedimento adicional, com contenção do membro não afetado (procedimento contido). **Resultados:** No Estudo I foi verificado que a maioria dos artigos avaliou o controle postural, durante o alcance, em lactentes típicos. Há grande heterogeneidade nos parâmetros eletromiográficos utilizados. No Estudo II foram analisados 286 alcances. No grupo PBO, considerou-se os alcances com o membro afetado (*ma*) e membro não afetado (*mna*). Na posição sentada, comparado ao controle, o PBO *ma* apresentou maior frequência de mão horizontal e preensão sem sucesso e o PBO *mna* de mão horizontal e alcance unimanual. Na posição supina não houve diferença entre os grupos. A posição corporal não influenciou as variáveis categóricas, porém o PBO *ma* apresentou menor frequência de alcances na posição sentada. No estudo III, o PBO *mna* apresentou maior duração do alcance, mais unidades de movimento, maior velocidade média e menor unidade de transporte que o controle. O PBO *ma* apresentou maior duração e menor velocidade final no procedimento livre, sem diferenças no procedimento contido. O Estudo IV mostrou que na posição supina o PBO *ma* apresenta maior duração, menor índice de retidão, mais unidades de movimento e menor velocidade média. **Conclusões:** A análise eletromiográfica do alcance de lactentes é escassa e a padronização é um desafio. Quanto aos estudos II, III e IV, nossos achados sugerem que o alcance do lactente com PBO é diferente e menos eficiente que o de lactentes típicos, para ambos os membros. Logo, o *mna* não pode ser usado como controle em pesquisas e na prática clínica deve ser também estimulado. A contenção do *mna* favorece a cinemática do alcance com o *ma*. A posição do corpo não influencia as variáveis categóricas do alcance, mas influencia a cinemática, havendo maior vantagem na posição sentada.

Palavras-chave: alcance manual, paralisia braquial obstétrica, paralisia de Erb, cinemática, eletromiografia, posição corporal.

ABSTRACT

FIGUEIREDO, R.M. **Analysis of Manual Reaching in Obstetric Brachial Plexus Palsy.** 2019. Dissertation (Master degree) - University of Brasília, Brasília - DF.

Introduction: Manual reaching is an important early motor acquisition for the infant's neuropsychomotor development. Obstetric brachial plexus palsy (OBPP) leads to neuromuscular changes that limit reaching. There is a gap in the literature about reaching skills in this population. **Objectives:** Systematic review of the electromyography evaluation of reaching in infants (Study I); categorical evaluation of reaching in infants with OBPP and the influence of body position on the variables (Study II); Reaching kinematics analysis in infants with OBPP (Study III); effect of body position on the kinematics of reaching in infants with OBPP (Study IV). **Methods:** Twenty infants 6 months of age (11 with Erb's Palsy and 9 control) participated. Reaching was stimulated in seated and supine position. The infant directed the arm of his choice to the object (free procedure). The OBPP group had an additional procedure, with restraint of the unaffected limb (restrained procedure). **Results:** In Study I, it was verified that most of the articles evaluated the postural control, during reaching, in typical infants. There is great heterogeneity in the electromyography parameters used. In Study II, 286 reaching movements were analyzed. In the OBPP group, the affected limb (*aff*) and unaffected limb (*unaff*) were considered. In seated position, compared to the control group, the *aff* OBPP showed a higher frequency of horizontal hand and unsuccessful grasp, and the *unaff* OBPP showed a higher frequency of horizontal hand and unimanual reaching. In supine position there was no difference between groups. The body position did not influence the categorical variables, however the *aff* OBPP showed a lower frequency of reaching in the seated position. In study III, the *unaff* OBPP presented longer reaching duration, more movement units, higher mean velocity and smaller transport unit than the control. The *aff* OBPP presented a longer duration and a lower final velocity in the free procedure, with no differences in the restrained procedure. Study IV showed that in supine position *aff* OBPP presents longer duration, lower straightness index, more movement units and lower mean velocity. **Conclusions:** Electromyography analysis of infant reaching is scarce and standardization is a challenge. Regarding studies II, III and IV, our findings suggest that reaching movements of infants with OBPP is different and less efficient than that of typical infants for both limbs. Therefore, *unaff* cannot be used as a control in research and in clinical practice it should also be stimulated. The restraint of the *unaff* favors the kinematics of reaching with the *aff*. The body position does not influence reaching categorical variables, but it influences the kinematics, having greater advantage in seated position.

Key words: reaching, obstetric brachial plexus palsy, Erb's palsy, kinematics, electromyography, body position.

Capítulo 1

Introdução Geral

1. Paralisia Braquial Obstétrica

A paralisia braquial obstétrica (PBO) tem incidência relatada que varia de 0,5 a 3 casos para 1000 nascidos vivos (Chauhan, Chang, Ankumah, & Yang, 2017; Evans-Jones, Weindling, Bradshaw, & Hernon, 2003; Gilbert, Nesbitt, & Danielsen, 1999; Mollberg & Hagberg, 2005). Não há dados de incidência no Brasil (Heise, Martins, & Siqueira, 2015). Trata-se de uma lesão causada por estiramento do plexo braquial durante o parto (Pondaag, Malessy, van Dijk, & Thomeer, 2004; Waters, 1997), que pode variar de uma neuropraxia a avulsão de raízes. Nos casos de neuropraxia (edema no nervo sem lesão) e axonotmese (rompimento de algumas fibras nervosas, porém com a bainha de mielina intacta), a função geralmente retorna dentro de algumas semanas a alguns meses. Nos casos de neurotmese (ruptura total do nervo) ou avulsão (arranchamento de raiz da medula) as lesões são graves, com indicação de tratamento cirúrgico (Pondaag et al., 2004; Strömbeck & Ot, 2000).

A lesão neurológica pode atingir todo o plexo braquial, mas na maioria dos casos há um acometimento das raízes do tronco superior: C5 e C6 (van Dijk, Pondaag, & Malessy, 2001; Waters, 1997). Nas lesões do tronco superior, também conhecida como paralisia de Erb, geralmente há um comprometimento mais leve (neuropraxia ou axonotmese) (Strombeck et al., 2000). A Paralisia de Erb caracteriza-se por um maior envolvimento proximal, com paresia dos músculos supraespinhoso, infraespinhoso, deltóide e bíceps, com movimentação da mão preservada (Pondaag & Allen, 2011; van Dijk et al., 2001). Logo, os movimentos mais prejudicados são os de flexão, abdução e rotação externa do ombro, flexão do cotovelo e supinação do antebraço. Quando há fraqueza adicional dos extensores de punho e dedos, há envolvimento da raiz nervosa C7, tratando-se de uma lesão do tronco superior e médio (C5-C7). Quando há fraqueza ou ausência de flexão dos dedos, C8 ou ambos C8 e T1 também foram envolvidos, tratando-se de uma lesão do tronco superior, médio e inferior ou lesão completa (C5-T1) (Pondaag & Allen, 2011) (Figura 1).

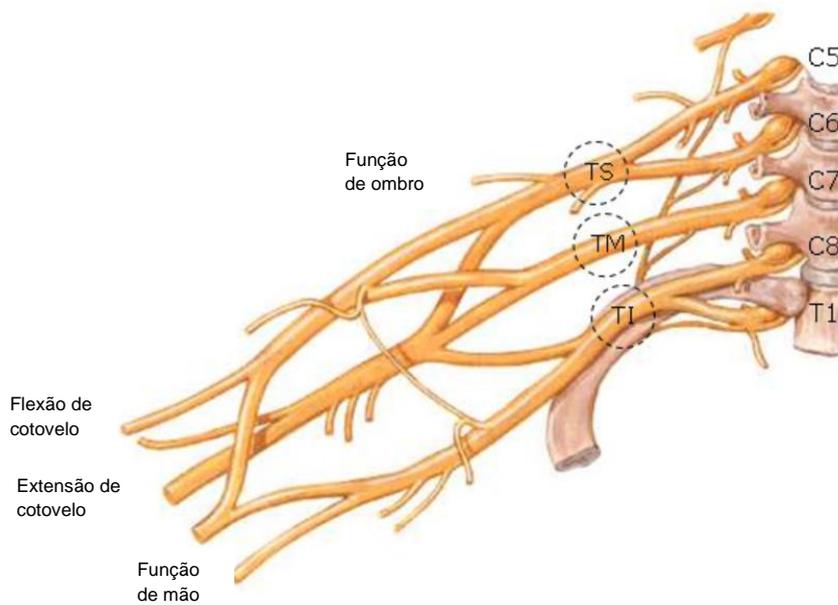


Figura 1. O plexo braquial. Desenho esquemático do plexo braquial dividido em tronco superior (TS ou C5-C6), médio (TM ou C7) e inferior (TI ou C8-T1) (adaptado da web, disponível na página <https://www.slideshare.net/petersonxavier3/plexo-braquial-89500604>).

Além da diminuição do movimento ativo do membro superior, a PBO frequentemente leva a alteração sensitiva, perda de amplitude de movimento articular e contraturas articulares (Ho & Curtis, 2012), afetando a habilidade da criança em mover e usar o membro afetado de forma efetiva (Lobo, Galloway, & Heathcock, 2015; van Dijk et al., 2001). Atraso na aquisição de marcos motores (como rolar, sentar, reações de proteção/equilíbrio, engatinhar) pode estar presente, além de atraso no desenvolvimento da mão na linha média, da coordenação visomotora e intermembros (Bellew, Kay, Webb, & Ward, 2000), dificuldade na manipulação de objetos e no desempenho de tarefas bimanuais (Spaargaren, Ahmed, Ouwkerk, Groot, & Beckerman, 2011). As deficiências de estrutura e função apresentadas por lactentes com PBO também podem limitar o seu engajamento nos comportamentos de exploração geral (movimentos dos membros superiores na interação com o corpo, prévios ao alcance), alcance manual e exploração do objeto (Lobo et al., 2015).

Devido a todas estas possíveis alterações, as crianças com PBO possuem diferentes maneiras de se envolver nas suas atividades, considerando seus variados contextos ambientais, e estabelecem formas específicas e individuais para a realização de atividades e participação nas suas tarefas cotidianas. Na maioria dos casos, a lesão não impede que a criança participe ativamente, mas, um pouco mais de esforço, movimentos combinados e

adaptações na postura ou tarefa/ambiente podem ser necessários para competir com seus pares sem a lesão.

2. Alcance Manual

Dentro do contexto das primeiras habilidades motoras da infância, o alcance manual destaca-se como um importante marco do desenvolvimento (Thelen et al., 1993). É por meio do alcance que os lactentes aprendem sobre o ambiente, exploram objetos e melhoram sua coordenação motora (Thelen, Corbetta, & Spencer, 1996). O alcance manual pode ser definido como o movimento do membro superior em direção a um objeto até que a mão toque este objeto (Thelen et al., 1996). Para que o alcance ocorra, o lactente deve ser capaz de coordenar e controlar o movimento, modulando a velocidade e aprimorando os parâmetros espaço-temporais de seus movimentos (Zaal & Thelen, 2005) e realizando ajustes proximais e distais de seus membros superiores (Fagard, 2000). O ajuste proximal refere-se à ação de direcionar voluntariamente um ou ambos os membros superiores (alcance uni e bimanual, respectivamente), para tocar o objeto. O ajuste distal refere-se ao posicionamento da mão e dos dedos ao tocar e apreender o objeto (Fagard, 2000). É necessário ainda que o lactente produza a ativação muscular suficiente para vencer a força exercida pela gravidade, elevando o braço e direcionando-o até o alvo (Konczak, Borutta, & Dichgans, 1997).

Os estudos têm avaliado a habilidade do alcance por meio de *variáveis categóricas* – ajustes proximais e distais (Fagard, 2000; Toledo, Soares, & Tudella, 2011) e sucesso na preensão (Campos, Rocha, & Savelsbergh, 2010; Toledo et al., 2011); *variáveis cinemáticas* – parâmetros da velocidade, índice de retidão, unidade de movimento e unidade de transporte (Carvalho, Tudella, & Savelsbergh, 2007; Cunha et al., 2015; De Graaf-peters, Bakker, van Eykern, Otten, & Hadders-algra, 2007; Fallang, Didrik, & Hadders-algra, 2000; Thelen et al., 1996; Toledo & Tudella, 2008; Zaal & Thelen, 2005); e *variáveis eletromiográficas* – ativação muscular e padrão de recrutamento muscular (Bakker, Graaf-peters, Eykern, Otten, & Hadders-algra, 2010; A. G. Boxum et al., 2014; Harbourne, Lobo, Karst, & Cole, 2013; Out, Soest, Savelsbergh, & Hopkins, 1998; Thelen et al., 1993).

Muitos estudos têm abordado o desenvolvimento do alcance em lactentes com desenvolvimento típico. Nesta população, está documentado o início do alcance por volta dos 4 meses, com maior maturidade do movimento aos 6 meses (Thelen et al., 1996; Von Hofsten, 1991). A idade é um fator que exerce grande influência na trajetória do alcance no primeiro ano de vida. Inicialmente, os movimentos de alcance têm uma trajetória sinuosa e composta por muitas unidades de movimentos, que são frações de aceleração e desaceleração

da mão durante o movimento (Von Hofsten, 1991; Zaal, Daigle, Gottlieb, & Thelen, 1999). Pode-se dizer que aos 4 meses os movimentos de alcance são caracterizados por uma alta variabilidade; na trajetória, na velocidade, na amplitude e na duração do movimento (Thelen et al., 1993, 1996; Von Hofsten, 1991). Nessa fase há uma predominância de atividade muscular de bíceps, que atua como motor primário, e tríceps, com atividade antagonista (Bakker et al., 2010; Thelen & Spencer, 1998). O alcance é predominantemente bimanual, com a orientação da mão horizontal ao tocar o objeto, e finalizando sem a apreensão do objeto (Fagard, 2000). Ao longo dos meses, os movimentos de alcance tornam-se mais regulares e suaves, com trajetória mais retilínea (Sarac, Duijnsveld, Weide, & Schoones, 2015; van der Heide, Otten, van Eykern, & Hadders-Algra, 2003; Von Hofsten, 1991). Há um aumento da ativação dos músculos deltóide e trapézio (Thelen, Schöner, Scheier, & Smith, 2001; Thelen & Spencer, 1998). A orientação da mão para a apreensão do objeto passa a ser predominantemente vertical (Fagard, 2000) e a frequência de sucesso na apreensão aumenta (Toledo et al., 2011). A partir dos 6 meses, o desenvolvimento do alcance segue um ritmo mais lento, com uma gradual redução do número de unidades de movimento e um gradual aumento da retidão do movimento (Hadders-algra, 2013). A variabilidade diminui até que um padrão de resposta predomine baseado na repetição do movimento e aprendizagem (Zaal et al., 1999).

2.1 Fatores que influenciam o alcance manual

Diversos fatores influenciam o alcance manual, além da idade, citada anteriormente. Fatores como a condição de risco para atraso no desenvolvimento, podem também influenciar as características do alcance. Neste contexto destacam-se os estudos de alcance em lactentes com prematuridade (Fallang et al., 2000; Fonseca, 2015; Toledo et al., 2011; Toledo & Tudella, 2008), Paralisia Cerebral (Boxum et al., 2017) e Síndrome de Down (Campos et al., 2010). Esses estudos mostram que o alcance apresenta particularidades em seu desenvolvimento e sua execução de acordo com cada grupo avaliado. Em relação à prematuridade, na comparação com lactentes típicos, foi verificado mais picos de aceleração e desaceleração da mão, aumento da duração do alcance e diminuição do tamanho relativo da primeira unidade de movimento, conhecida como unidade de transporte (Fallang et al., 2000), além de trajetória menos retilínea e com mais correções (Toledo & Tudella, 2008) e menor magnitude de ativação muscular e co-ativação (Fonseca, 2015). Na Paralisia Cerebral, os resultados mostraram mais picos de aceleração e desaceleração da mão e menor unidade de

transporte (Boxum et al., 2017). Em relação à síndrome de Down, foram observados mais unidades de movimento e maior tempo de ajuste comparado ao grupo controle, porém sem diferença quanto ao sucesso de prensão (Campos et al., 2010). Até o momento, não foi encontrado nenhum estudo na literatura pesquisada sobre o comportamento de alcance em lactentes com PBO. A experiência clínica com essa população mostra, de uma forma geral, uma menor quantidade e qualidade do movimento de alcance, além de menor frequência na posição sentada em comparação à posição supina. A figura 2 representa o alcance manual com o membro afetado em lactentes de 6 meses com PBO do tipo Erb, na posição sentada.



Figura 2 – Alcance manual em lactentes com PBO aos 6 meses, na posição sentada.
Fonte: Hospital Sarah.

Além das deficiências de estruturas e funções do corpo, fatores relacionados ao ambiente, como a posição corporal em relação à força da gravidade, também influenciam as características do alcance. O torque muscular necessário para a realização da flexão do ombro durante o alcance será alterado, a depender da posição do corpo (supino ou sentado) no espaço. De acordo com a Biomecânica, a resistência gravitacional é máxima quando o braço está na horizontal, o que corresponde ao início do alcance na posição supina (quando a flexão do ombro é 0°), ao final do alcance na posição sentada (quando a flexão do ombro é 90°) e em alguma angulação entre 0° e 90° na posição sentada reclinada (Out et al., 1998; Savelsbergh & van Der Kamp, 1994). Há poucos estudos avaliando a influência da posição do corpo durante o alcance (Carvalho et al., 2007; Cunha et al., 2015; Out et al., 1998). Os dados disponíveis sugerem que em lactentes típicos em idade precoce, a posição sentada semi-reclinada é mais efetiva para o alcance que a posição supina, consistindo em menor duração e menor índice de desaceleração (Carvalho et al., 2007), além de maior índice de retidão (Cunha et al., 2015). Acredita-se que o melhor desempenho na posição sentada seja atribuído à menor resistência

imposta pela gravidade no início do movimento, associada à utilização da inércia para manter a trajetória até o toque no objeto, além da maior estabilidade mecânica do braço durante o movimento na posição sentada (Out et al., 1998; Savelsbergh & van Der Kamp, 1994). Hadders-Algra (2013) afirma que tal diferença de desempenho entre as posições do corpo não poderia ser explicada pelo desafio imposto pela postura, já que a posição sentada requer maior controle postural que a posição supina. E acrescenta que em crianças com desenvolvimento atípico, cujo controle postural é prejudicado, o alcance é particularmente difícil na posição sentada. Por fim, levanta a necessidade de novos estudos sobre a influência do corpo no alcance e, nos casos em que o alcance está prejudicado, especialmente na posição sentada, sugere a inclusão de orientações à família envolvendo diferentes maneiras de promover o desenvolvimento do lactente (Hadders-algra, 2013).

3. Contribuições do presente estudo

A análise do alcance manual, além de inédita em lactentes com PBO, propiciará maior compreensão sobre aspectos qualitativos e quantitativos do movimento de alcance nesta população, tanto do membro afetado quanto do membro não afetado. O estudo também trará informações sobre a influência da posição do corpo no alcance. Será possível compreender se a alteração intrínseca unilateral na PBO leva a um atraso na maturação do alcance apenas no membro afetado ou em ambos. Ou ainda se há um desempenho melhor no membro não afetado do grupo PBO em comparação ao grupo controle pela maior experimentação do movimento neste membro.

Tais achados poderão trazer informações relevantes para a prática clínica sob a perspectiva da biomecânica e do desenvolvimento de lactentes com PBO, embasando medidas de intervenção, como a necessidade de estimulação do membro não afetado dos pacientes com PBO, caso este membro também apresente características mais imaturas quando comparado ao grupo controle.

4. Objetivos e esboço do estudo

O objetivo geral da atual pesquisa de mestrado foi analisar o alcance manual em lactentes com PBO do tronco superior (C5-C6), por meio de variáveis cinemáticas, eletromiográficas e categóricas. Foi considerada a idade de 6 meses por agregar características de maior refinamento do alcance, comparado ao início da aquisição dessa habilidade. Foi

incluída a avaliação da influência de fatores ambientais, como a posição corporal, pela possibilidade de afetar o desempenho na atividade do alcance e dessa forma poder auxiliar na determinação de estratégias de intervenção. Apesar de ter sido objetivo inicial da presente dissertação a análise das variáveis eletromiográficas do alcance, as mesmas estão em processo de análise e não serão apresentadas nesta versão. Referente à análise eletromiográfica no alcance manual de lactentes será apresentada a Revisão Sistemática (capítulo 2) descrita a seguir.

O capítulo 2 descreve o estudo I, “Avaliação e caracterização do alcance manual em lactentes por meio da eletromiografia: Uma revisão sistemática”, submetido para o periódico *Journal of Motor Behavior* em 19 de dezembro de 2018. Tal estudo teve como objetivo reunir os artigos publicados que avaliaram o alcance manual de lactentes por meio da eletromiografia, identificar as variáveis e métodos utilizados e discutir os seus achados, assim como identificar as populações estudadas.

No capítulo 3 inicia-se a apresentação dos dados da pesquisa de mestrado com o estudo II, intitulado “Análise categórica e a influência da posição corporal no alcance manual de lactentes com Paralisia Braquial Obstétrica”. O objetivo deste estudo foi caracterizar os ajustes proximais e distais do alcance e a preensão de objetos de lactentes com PBO aos 6 meses de idade, comparando-os com lactentes típicos em duas posições corporais (sentada e supina). Objetivou-se ainda analisar a influência da posição do corpo na frequência de alcances e nas variáveis categóricas do alcance de lactentes com PBO e típicos.

O capítulo 4 descreve o estudo III, “Cinemática do alcance em lactentes com Paralisia Braquial Obstétrica”, que teve como propósito analisar a cinemática do alcance de lactentes com PBO aos 6 meses de idade, na posição sentada.

O capítulo 5 apresenta o estudo IV, “Influência da posição corporal na cinemática do alcance de lactentes com Paralisia Braquial Obstétrica (PBO)”. Tal estudo avaliou lactentes com PBO quanto à influência da posição do corpo, sentada semi-reclinada e supina, nas variáveis cinemáticas do alcance (duração do movimento, índice de retidão, unidades de movimento, unidade de transporte, velocidade média e final).

Para finalizar, o capítulo 6 (Epílogo) traz as principais conclusões dos estudos I, II, III e IV.

5. Referências

- Bakker, H., Graaf-peters, V. B. De, Eykern, L. A. Van, Otten, B., & Hadders-algra, M. (2010). Development of proximal arm muscle control during reaching in young infants : From variation to selection. *Infant Behavior and Development*, *33*, 30–38. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2009.10.006>
- Bellew, M., Kay, S. P. J., Webb, F., & Ward, A. (2000). Developmental and behavioural outcome in obstetric brachial plexus palsy. *Journal of Hand Surgery*, *25*(B), 49–51.
- Boxum, A. G., van Balen, L. C., Dijkstra, L.-J., Hamer, E. G., Hielkema, T., Reinders-Messelink, H. A., & Hadders-Algra, M. (2014). Postural adjustments in infants at very high risk for cerebral palsy before and after developing the ability to sit independently. *Early Human Development*, *90*(9), 435–441. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2014.05.011>
- Boxum, A., Gemert, S. B., Dijkstra, L., Hamer, E., Hielkema, T., Reinders-Messelink, H., & Hadders-algra, M. (2017). Development of the quality of reaching in infants with cerebral palsy : a kinematic study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *59*, 1164–1173. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13538>
- Campos, A., Rocha, N. A. C. F., & Savelsbergh, G. J. P. (2010). Development of reaching and grasping skills in infants with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, *31*, 70–80. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2009.07.015>
- Carvalho, R. P., Tudella, E., & Savelsbergh, G. J. P. (2007). Spatio-temporal parameters in infant ' s reaching movements are influenced by body orientation. *Infant Behavior and Development*, *30*, 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2006.07.006>
- Chauhan, S., Chang, K., Ankumah, N., & Yang, L. (2017). Neonatal brachial plexus palsy: obstetric factors associated with litigation. *The Journal of Maternal- Fetal & Neonatal Medicine*, *30*(20), 2428–2432.
- Cunha, A. B., Lobo, M. A., Kokkoni, E., Galloway, J. C., Baraldi, A., Lobo, M. A., ... James, C. (2015). Effect of Short-Term Training on Reaching Behavior in Infants : A Randomized Controlled Clinical Trial Effect of Short-Term Training on Reaching Behavior in Infants :, 2895(September). <https://doi.org/10.1080/00222895.2015.1050549>
- De Graaf-peters, V., Bakker, H., van Eykern, L., Otten, B., & Hadders-algra, M. (2007). Postural adjustments and reaching in 4- and 6-month-old infants : an EMG and kinematical study, *181*, 647–656. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-0964-6>
- Evans-Jones, G., Weindling, A., Bradshaw, A., & Hernon, C. (2003). Congenital brachial palsy: incidence, causes, and outcome in the United Kingdom and Republic of Ireland. *Arch Dis Child Fetal Neonatal*, *88*, 185–189.
- Fagard, J. (2000). Linked proximal and distal changes in the reaching behavior of 5- to 12-month-old human infants grasping objects of different sizes. *Infant Behavior and Development*, *23*, 317–329.
- Fallang, B., Didrik, O., & Hadders-algra, M. (2000). Goal directed reaching and postural control in supine position in healthy infants, *115*, 9–18.

Fonseca, M. (2015). Influência do peso adicional no alcance manual de lactentes prematuros.

Gilbert, W., Nesbitt, T., & Danielsen, B. (1999). Associated Factors in 1611 Cases of Brachial Plexus Injury. *Obstetrics & Gynecology*, *93*(4), 536–540.

Hadders-algra, M. (2013). Typical and atypical development of reaching and postural control in infancy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *55*, 5–8. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12298>

Harbourne, R. T., Lobo, M. A., Karst, G. M., & Cole, J. (2013). Sit happens : Does sitting development perturb reaching development , or vice versa? *Infant Behavior and Development*, *36*(3), 438–450. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2013.03.011>

Heise, C. O., Martins, R., & Siqueira, M. (2015). Neonatal brachial plexus palsy: a permanent challenge. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, *73*(9), 803–808. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20150105>

Ho, E. S., & Curtis, C. G. (2012). The Brachial Plexus Outcome Measure : Development , Internal Consistency , and Construct Validity. *Journal of Hand Therapy*, *25*(4), 406–417. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2012.05.002>

Konczak, J., Borutta, M., & Dichgans, J. (1997). The development of goal-directed reaching in infants II . Learning to produce task-adequate patterns of joint torque. *Exp Brain Res*, *113*, 465–474.

Lobo, M., Galloway, J., & Heathcock, J. (2015). Characterization and intervention for upper extremity exploration & reaching behaviors in infancy. *Journal of Hand Therapy*, *28*(2), 114–125. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2014.12.003>

Mollberg, M., & Hagberg, H. (2005). Risk Factors for Obstetric Brachial Plexus Palsy Among Neonates Delivered by Vacuum Extraction. *Obstetrics & Gynecology*, *106*(5), 913–918.

Out, L., Soest, A. J. V., Savelsbergh, G. J. P., & Hopkins, B. (1998). The Effect of Posture on Early Reaching Movements. *Journal of Motor Behavior*, *30*(3), 260–272. <https://doi.org/10.1080/00222899809601341>

Pondaag, W., & Allen, R. H. (2011). Correlating birthweight with neurological severity of obstetric brachial plexus lesions. *International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 1098–1103. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2011.02942.x>

Pondaag, W., Malessy, M., van Dijk, J., & Thomeer, R. (2004). Natural history of obstetric brachial plexus palsy: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *46*, 138–144.

Sarac, C., Duijnsveld, B. J., Weide, A. Van Der, & Schoones, J. W. (2015). Outcome measures used in clinical studies on neonatal brachial plexus palsy : A systematic literature review using the International Classification of Functioning , Disability and Health, *8*, 167–186. <https://doi.org/10.3233/PRM-150335>

Savelsbergh, G., & van Der Kamp, J. (1994). The Effect of Body Orientation to Gravity on Early Infant Reaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, *58*, 510–528.

Spaargaren, E., Ahmed, J., Ouwerkerk, W. J. R. Van, Groot, V. De, & Beckerman, H. (2011). Aspects of activities and participation of 7 e 8 year-old children with an obstetric brachial plexus injury. *European Journal of Paediatric Neurology*, *15*(4), 345–352. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2011.03.008>

Strömbeck, C., & Ot, L. K. (2000). Functional outcome at 5 years in children with obstetrical brachial plexus palsy with and without microsurgical reconstruction, 148–157.

Thelen, E., Corbetta, D., Kamm, K., Spencer, J. P., Schneider, K., & Zernicke, R. F. (1993). The Transition to Reaching: Mapping Intention and Intrinsic Dynamics. *Child Development*, *64*, 1058–1098.

Thelen, E., Corbetta, D., & Spencer, J. P. (1996). Development of Reaching During the First Year: Role of Movement Speed. *Journal of Experimental Psychology*, *22*(5), 1059–1076.

Thelen, E., Schöner, G., Scheier, C., & Smith, L. (2001). The dynamics of embodiment: A field theory of infant perseverative reaching. *Behavioral and Brain Sciences*, *24*, 1–86.

Thelen, E., & Spencer, J. P. (1998). Postural Control During Reaching in Young Infants: A Dynamic Systems Approach. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *22*(4), 507–514.

Toledo, A., Soares, D., & Tudella, E. (2011). Proximal and Distal Adjustments of Reaching Behavior in Preterm Infants. *Journal of Motor Behavior*, *43*(2), 137–145. <https://doi.org/10.1080/00222895.2011.552076>

Toledo, A., & Tudella, E. (2008). The development of reaching behavior in low-risk preterm infants. *Infant Behavior and Development*, *31*(3), 398–407. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2007.12.006>

van der Heide, J., Otten, B., van Eykern, L., & Hadders-Algra, M. (2003). Development of postural adjustments during reaching in sitting children. *Exp Brain Res*, *151*, 32–45. <https://doi.org/10.1007/s00221-003-1451-3>

van Dijk, J., Pondaag, W., & Malessy, M. (2001). Obstetric lesions of the brachial plexus. *Muscle Nerve*, *24*(11), 1451–1461.

Von Hofsten, C. (1991). Structuring of Early Reaching Movements: a Longitudinal Study. *Journal of Motor Behavior*, *23*(4), 280–292. <https://doi.org/10.1080/00222895.1991.9942039>

Waters, P. M. (1997). Obstetric Brachial Plexus Injuries: Evaluation and Management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, *5*(4), 205–214.

Zaal, F. T. J. M., Daigle, K., Gottlieb, G. L., & Thelen, E. (1999). An Unlearned Principle for Controlling Natural Movements. *Journal of Neurophysiology*, *82*(1), 255–259.

Zaal, F. T. J. M., & Thelen, E. (2005). The Developmental Roots of the Speed – Accuracy Trade-Off. *Journal of Experimental Psychology*, *31*(6), 1266–1273. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.31.6.1266>

CAPÍTULO 2

Estudo I: O uso da eletromiografia na avaliação e caracterização do alcance manual em lactentes: Uma revisão sistemática

Manuscrito elaborado e submetido ao periódico *Journal of Motor Control*

Resumo: A eletromiografia de superfície (EMG) tem sido utilizada para avaliar a função muscular em lactentes, principalmente na avaliação do controle postural, marcha, transferências de postura e no alcance manual. O objetivo desta revisão sistemática foi reunir estudos que avaliaram o alcance manual de lactentes por meio da EMG, identificar as variáveis, métodos utilizados e discutir seus achados. A busca nas bases de dados resultou em 15 artigos selecionados. Os estudos mostraram que o controle postural é a habilidade primária mais avaliada e lactentes típicos, prematuros e com paralisia cerebral tem sido as populações mais estudadas. A variabilidade dos parâmetros utilizados e a pouca descrição do processamento dos sinais impossibilitou estabelecer uma padronização para replicação e desenvolvimento de novos estudos.

Palavras-chave: Eletromiografia, lactentes, alcance manual.

1. Introdução

Pesquisas que visam a compreensão do movimento humano requerem técnicas avançadas capazes de capturar informações fidedignas dos órgãos e sistemas corporais, chamadas de sinais biológicos, e a partir delas fornecer as evidências cinesiológicas necessárias para descrever e compreender o movimento (Reaz, Hussain, Mohd-Yasin, & Raez, 2006). A eletromiografia de superfície é uma técnica não invasiva para mensuração da atividade elétrica muscular que tem sido cada vez mais utilizada, tanto na área clínica quanto em pesquisas científicas (Peters et al., 2018; Oddsson & De Luca, 2003).

Entre os principais usuários da eletromiografia, como um método de compreensão da função e da disfunção do sistema neuromuscular, estão os fisioterapeutas (Soderberg & Knutson, 2000) e os cientistas do movimento. Apesar de avaliar componentes de estrutura (músculos) e função (atividade muscular) do corpo, a eletromiografia tem sido também utilizado com o objetivo de compreender melhor como esses componentes se comportam em diversas atividades e/ou participação do indivíduo, como por exemplo, no esporte (Subbu, Weiler, & Whyte, 2015), no desempenho da marcha (Bovi, Rabuffetti, Mazzoleni, & Ferrarin, 2011), na avaliação da extremidade superior durante testes funcionais (Peters et al., 2018), como resultado de procedimentos terapêuticos – como o uso da resistência elástica em exercícios de alta intensidade para os músculos das extremidades inferiores (Vinstrup et al.,

2017), e em habilidades motoras precoces (Van Balen, Dijkstra, Bos, Van Den Heuvel, & Hadders-Algra, 2015).

Na população de lactentes, o uso da eletromiografia tem sido observado na avaliação de atividades relacionadas ao controle postural (Van der Fits, Flikweert, & Stremmelaar, 2000; De Graaf-Peters, Bakker, Van Eykern, Otten, & Hadders-Algra, 2007; Van Balen et al., 2015), marcha (Pang & Yang, 2002; Yang, Stephens & Vishran, 1998), transferência de posturas (Saavedra, van Donkelaar, & Woollacott, 2012) e alcance manual (Out, van Soest, Savelsbergh, Hopkins, 1998). Especificamente com relação ao alcance manual, as populações focadas nos estudos tem sido: lactentes típicos (Clearfield, Feng, & Thelen, 2007; Bakker, De Graaf-Peters, Van Eykern, Otten, & Hadders-Algra, 2010; Harbourne, Lobo, Karst, & Galloway, 2013), prematuros (Van der Fits et al., 2000) e lactentes com alto risco para lesão encefálica (Boxum et al., 2014; van Balen et al., 2018).

Especificamente ao considerarmos a atividade relacionada ao alcance manual, tem havido grande interesse da comunidade científica em seu desenvolvimento. Pesquisas têm avaliado essa habilidade por meio de *variáveis categóricas* – ajustes proximais e distais (Fagard, 2000; De Toledo, De Almeida Soares, & Tudella, 2011) e sucesso na apreensão (Toledo, Soares, & Tudella, 2012), *variáveis cinemáticas* – velocidade média, índice de retidão e unidades de movimento (von Hofsten, 1991; Thelen, Corbetta, & Spencer, 1996), e *variáveis eletromiográficas* – ativação muscular e padrão de recrutamento muscular (Thelen & Spencer, 1998; De Graaf-Peters et al., 2007; Van Balen, Dijkstra, & Hadders-Algra, 2012). A avaliação do alcance manual em lactentes por meio da eletromiografia de superfície tem sido utilizada desde 1993 (Thelen et al., 1993) e se estende aos dias atuais.

A análise do alcance manual por meio de variáveis eletromiográficas oferece uma avaliação sensível e quantitativa dos componentes do desempenho motor, além de uma avaliação detalhada da função muscular em lactentes com estruturas e funções deficientes e/ou íntegras. Faz-se necessário identificar as variáveis e métodos utilizados com o uso do EMG no alcance manual afim de reunir os principais parâmetros utilizados e padronizar a avaliação da atividade. Com a padronização, os estudos podem ser replicados de forma mais confiável, tornando mais fácil o uso do EMG na prática clínica (Hermens, Freriks, Disselhorst-Klug, & Rau, 2000). Não foi encontrada na literatura pesquisada nenhuma revisão sistemática sobre o tema.

O objetivo desta revisão sistemática é reunir estudos que avaliaram o alcance manual de lactentes por meio da eletromiografia, identificar as variáveis, métodos utilizados e discutir os seus achados, assim como identificar as populações estudadas e a influência de fatores

ambientais na atividade de alcançar. As principais perguntas do estudo foram: Sob quais deficiências de estruturas e funções do corpo o alcance tem sido avaliado utilizando como ferramenta a EMG? Quais fatores ambientais têm sido utilizados na avaliação da atividade do alcance manual avaliada por meio da ferramenta da eletromiografia? Quais os parâmetros e variáveis eletromiográficas são usados na avaliação do alcance manual em lactentes? Qual a qualidade metodológica dos estudos incluídos na revisão?

1. Métodos

2.1 Identificação e seleção dos estudos

O planejamento e seleção dos estudos a serem incluídos no presente estudo tiveram como base o instrumento PRISMA, como forma de orientação das diretrizes a serem selecionadas. A partir disso, uma pesquisa bibliográfica foi realizada desde a mais antiga data de publicação referente ao assunto de interesse até 22 de maio de 2018, usando os seguintes bancos de dados: MEDLINE, SciELO, LILACS, Embase, PEDro, Cochrane e EBSCO. A estratégia de pesquisa utilizou a combinação das seguintes palavras-chave mapeadas a partir do *Medical Subjects Headings* (MeSH), para filtrar a pesquisa: "*infant*" e "*electromyography*" em combinação com o termo "*reaching*", que não foi encontrado no MesH. Não foi selecionado filtro em relação ao idioma de publicação do artigo.

A partir dos artigos encontrados, a seleção ocorreu por duplas de revisores aplicando os critérios de inclusão e exclusão a partir dos títulos dos artigos e resumos. Aqueles que não se adequaram aos critérios foram excluídos. Ao fim dessa seleção, os artigos incluídos foram analisados por duplas através da leitura completa do texto. Nessa segunda leitura, os artigos que não se adequaram aos critérios foram também excluídos.

2.2 Critérios de inclusão

Para que o estudo fosse incluído o mesmo deveria abordar (1) delineamento experimental; (2) a avaliação do alcance manual, (3) utilização do eletromiógrafo de superfície como instrumento e (4) os participantes deveriam ter idade de 0 a 24 meses.

2.3 Dados extraídos e análise

Para essa revisão, foram extraídos dos artigos incluídos, os seguintes dados: (1) objetivo do estudo; (2) tipo de estudo; (3) habilidade avaliada (alcance como habilidade primária ou secundária); (4) restrições intrínsecas; (5) restrições extrínsecas; (6) instrumentos de avaliação; (7) parâmetros e variáveis eletromiográficas (8) músculos avaliados e (9) qualidade metodológica dos estudos revisados.

A qualidade metodológica dos estudos foi avaliada por uma dupla usando um *checklist* de avaliação adaptado de revisões sistemáticas anteriores (Visicato et al., 2015; da Costa, Batistão, & Rocha, 2013; Soh, Morris, & McGinley, 2011). As questões foram selecionadas de acordo com as diretrizes do *Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology* (Elm et al., 2013), da literatura sobre o desenvolvimento dos critérios de qualidade descritos no *Cochrane Handbook for Systematic Reviews* (Higgins & Green, 2006) e do *Critical Appraisal Skills Programme* (CASP), desenvolvido pela *Oxford Regional Healthy Authority* (Milne, Donald, & Chambers, 1995). Esta lista considerou os seguintes aspectos: (1) apresentação dos objetivos do estudo; (2) justificativa para hipóteses de estudo; (3) uso de desenho apropriado para atender objetivos; (4) elegibilidade dos participantes, (5) critérios de inclusão propostos pelo estudo; (6) exposição do local de recrutamento dos voluntários; (7) descrição do tipo de amostragem; (8) aspectos éticos; (9) voluntários que não participaram ou foram excluídos do estudo; (10) cálculo amostral para seleção da amostra; (11) descrição de variáveis; (12) uso de métodos estatísticos apropriados para analisar o resultado; (13) medidas descritivas de precisão ou variabilidade dos resultados do estudo; (14) validade externa do estudo; (15) conclusões claras e objetivas (16) limitações do estudo.

A pontuação refere-se à clareza na descrição dos dados do estudo, sendo que recebe pontuação “1” o estudo que atenda ao requisito e pontuação “0” aquele que não atenda; as pontuações somam um máximo de 16 pontos.

Foi aplicado um Índice de Concordância inter-avaliadores com relação a pontuação dos itens avaliados e o mesmo obteve uma concordância de 96%. A taxa de concordância inter-avaliadores foi calculada pela equação: $[\text{número de concordâncias} / (\text{número de concordâncias} + \text{número de discordâncias})] \times 100$. As repostas em desacordo foram discutidas com um terceiro autor para definir a pontuação final de cada artigo.

2. Resultados

Inicialmente, a busca das três palavras-chaves "*reaching*", "*electromyography*" e "*infant*" conectadas pelo "AND" resultou em 43 artigos. Destes, 13 foram excluídos por duplicação. Após a leitura dos títulos e resumos, outros 13 foram excluídos. As razões para a exclusão foram: ausência de avaliação do alcance manual ($n = 9$), idade dos participantes superior a 24 meses ($n = 3$), ausência do uso do eletromiógrafo como instrumento ($n = 1$). Portanto, 17 artigos foram selecionados para leitura completa. Após a leitura completa, 2 artigos foram excluídos, um por estar fora da idade estabelecida e outro por não usar a eletromiografia para avaliar o alcance. Portanto, um total de 15 artigos foi incluído nesta revisão (Figura 1).

O período de publicação variou entre 1993 e 2018. Todos os artigos foram publicados na língua inglesa.

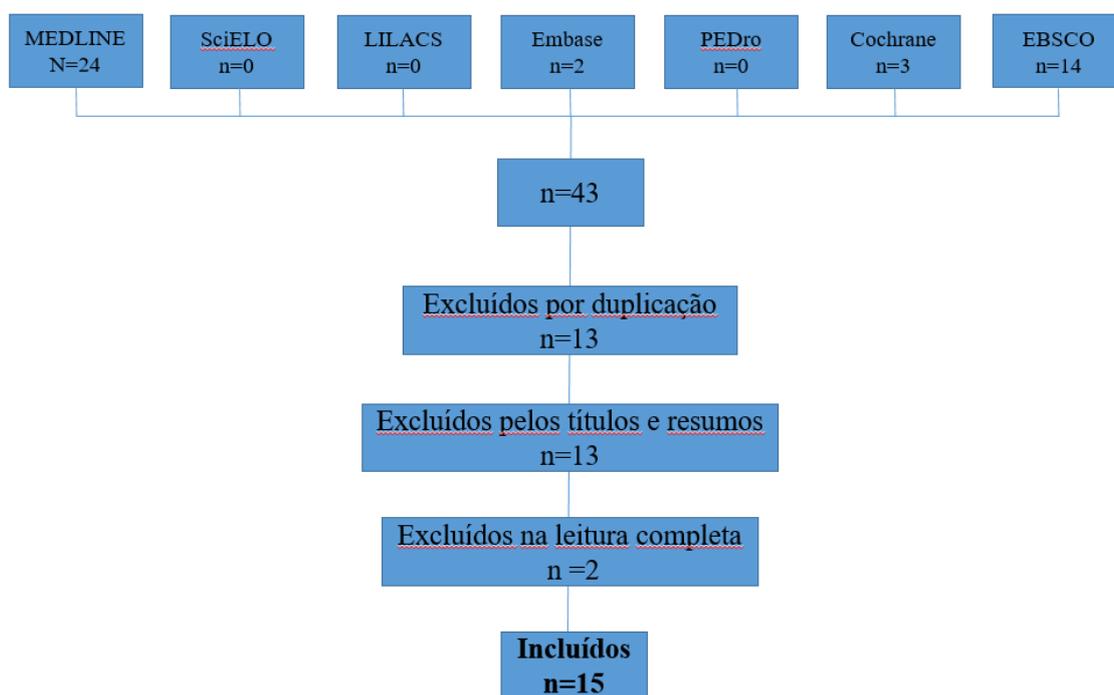


Figura 1: Fluxograma do processo de seleção dos estudos

A tabela 1 representa os dados extraídos dos artigos, bem como a qualidade metodológica dos estudos, com a descrição da pontuação total.

Autores (ano)	Objetivos	Métodos			Participantes			Fatores extrínsecos	Parâmetros eletromiográficos			Pontuação	
		Habilidade primária	Desenho	Técnica	n	Idade (meses)	Tipo		Frequência	Burst	Variáveis eletromiográficas		Músculos avaliados
Thelen et al. (1993)	Descrever a natureza da dinâmica do alcance em bebês antes, durante e após a aquisição dos primeiros alcances	Alcance	L	EMG, vídeo, cinemática, qualitativa	4	0 a 13 meses	Típicos	Sentado inclinado	750 Hz	NR	(1) Ativação muscular, (2) co-contratação e (3) ordem de recrutamento muscular	BB, TB, TS, DE, EL	5
Out et al. (1998)	Investigar a frequência de movimentos de alcance na postura sentada ou supina	Alcance	L	EMG, vídeo e cinemática	8	3 a 5 meses	Típicos	supino e sentado em cadeira infantil reclinada a 10°	20-1000Hz	NR	(1) frequência de ativação muscular, (2) coativação	FP, EP, BB, TB, DE, PM, TS	9
Hadders-Algra et al. (1999)	Analisar o desenvolvimento de ajustes posturais precoces nos movimentos de alcance	Ajustes posturais	L	EMG e vídeo	17	3 a 18 meses	Típicos e PC	supino, sentado semi-inclinado, sentado na cadeira e sentado sem apoio / Peso adicional	1000 Hz	200 ms antes do motor primário ativar e 1000 ms após a ativação	(1) frequências de ativação muscular; (2) índice de variação de padrão (PVI); (3) latências médias; e (4) amplitudes medianas para cada lactente	ECM, RA, EL, DE, PM, BB, TB, RF, IQT.	9
Van der Fits, Otten et al. (1999)	Avaliar as mudanças de desenvolvimento dos ajustes posturais que acompanham os movimentos de alcance em crianças saudáveis	Ajustes posturais	L	EMG, vídeo e qualitativa	10	6 a 18 meses	Típicos	Sentado ereto e long sitting / Peso adicional	1000 Hz	200 ms antes da ativação do DE, até 500 ms após o fim da atividade do DE	(1) Ativação muscular (RMS), (2) co-contratação, (3) sequência de ativação muscular, (4) tipo de preensão	DE, PM, BB, TB, ECM, EP, RA, IQT.	7

Van der Fits, Klip et al. (1999)	Estudar o desenvolvimento do controle postural durante movimentos de alcance espontâneos e direcionados	Ajustes posturais	L	EMG, vídeo e qualitativa	15	1 a 6 meses	Típicos	Deitado, sentado semi-inclinado e sentado vertical	1000 Hz	1 s antes de início do movimento do braço até 2 s após o início do movimento	(1) ativação muscular; (2) latências médias; (3) tipo de movimento do braço.	ECM, RA, EL, DE, PM, BB, TB, RF, IQT.	8
Van der Fits et al. (2000)	Investigar o desenvolvimento de ajustes posturais durante os movimentos de alcance de bebês prematuros.	Ajustes posturais	L	EMG e vídeo	22	4 a 18 meses	Típicos e Prematuros	supino, sentado semi-inclinado, sentado na cadeira e sentado sem apoio / Peso adicional	1000 Hz	NR	(1) frequências de ativação muscular postural, (2) índice de variação padrão, (3) latências médias de ativação dos músculos posturais, (4) amplitudes medianas da atividade muscular postural	ECM, RA, EL, DE, PM, BB, TB, RF, IQT.	9
Spencer & Thelen (2000)	Quantificar como a coatividade muscular do bebê mudou à medida que eles aprenderam a alcançar e relacionar essas mudanças com as regiões espaciais pelas quais moviam suas mãos.	Alcance	L	EMG, análise espacial, cinemática, qualitativa	4	0 a 13 meses	Típicos	Sentado, reclinado a 10° e supino.	750 Hz	Foi utilizada uma janela móvel central de 50 ms. Se um sinal EMG estava, em média, acima de um limiar de sinal-ruído dentro de uma determinada janela, então a amostra central daquela janela era considerada	(1) Ativação, (2) co-contração, (3) sequencia muscular dos movimentos direcionados do braço	TS, DE, BB, TB.	5

De Graaf-Peters et al. (2007)	Avaliar o desenvolvimento da relação entre as atividades de músculos do pescoço, tronco e perna e a cinemática do alcance manual.	Ajustes posturais	L	EMG, vídeo, cinemática e qualitativa	13	4 e 6 meses	Típicos	Sentado na cadeira ou no colo dos pais	500 Hz	200ms antes da ativação do início do movimento até 500 ms após	(1) porcentagem de ensaios específicos de orientação (especificidade de direção significava que, tanto a nível de pescoço como de tronco, o músculo dorsal era recrutado antes do ventral ou sem ativação do antagonista ventral); (2) padrões de ajustes posturais; (3) padrão de preferência de recrutamento; (4) latências de recrutamento dos músculos posturais; (5) porcentagem de recrutamentos de cima para baixo	DE, PM, BB, TB, ECM, EP, RA, ET, EL, RF, IQT.	9
Clearfield, Feng & Thelen (2007)	Avaliar as influências ambientais e genéticas no desenvolvimento do alcance de gêmeos	Alcance	L	EMG, vídeo e cinemática	6	2 a 12 meses	Típicos	Sentados a 30 graus	750 Hz	NR	(1) Ativação muscular inter e intra pares de gêmeos; (2) Contração muscular inter e intra pares de gêmeos	TS, DE, BB, TB.	10
Bakker et al. (2010)	Investigar o desenvolvimento do uso de motores primários durante o alcance	Alcance	L	EMG, vídeo e cinemática	14	4 a 6 meses	Típicos	Supino e sentado em cadeira infantil	500 Hz	NR	(1) porcentagem do uso do motor primário; (2) principal motor primário; (3) latências de recrutamento dos demais músculos.	DE, PM, BB, TB.	11
Van Balen, Dijkstra & Hadders-Algra (2012)	Compreender o desenvolvimento postural na situação ecológica do alcance sentado.	Ajustes posturais	L	EMG, vídeo e qualitativa	11	4 a 18 meses	Típicos	Sentado em cadeira infantil	500 Hz	100 ms do início do movimento até 1000 ms após ou ao final do movimento.	(1) especificidade de direção; (2) padrões de ajustes posturais; (3) o padrão de preferência; (4) as latências do recrutamento de músculos posturais; (5) porcentagem dos tipos de ordem de recrutamento muscular nos alcances e (6) porcentagem de alcances com atividade postural antecipatória no nível do pescoço e / ou tronco	ECM, EP, RA, ET, EL, DE, PM, BB, TB, RF, IQT.	12

Harbourne et al. (2013)	Testar hipóteses sobre o processo pelo qual as crianças aprendem a combinar os comportamentos de sentar e alcançar	Alcance	L	EMG, vídeo, cinemática, qualitativa	11	4 a 5 meses	Típicos	Sentado	960 Hz	aproximadamente 50% acima do nível de atividade basal por mais de 100 ms, e dentro de \pm 200 ms do início do alcance	(1) Porcentagem de ativação dos músculos, (2) sequência de ativação, (3) co-contração	BB, TB, PV, IQT, QD.	11
Boxum et al. (2014)	Estudar o desenvolvimento de ajustes posturais em bebês com alto risco para PC* durante o desenvolvimento da capacidade de sentar-se de forma independente.	Ajustes posturais	L	EMG e vídeo	22	0 a 9 meses	Típicos e alto risco	Sentado na cadeira ou no colo dos pais	500 Hz	100ms antes da ativação do motor primário até a duração do alcance ou os primeiros 1000ms.	(1) Porcentagem de alcances de direção específica em pescoço e/ou tronco (2) latência do recrutamento do músculo direção específico após a ativação do motor primário; (3) porcentagem dos tipos de ordem de recrutamento muscular nos alcances	ECM, EP, RA, ET, EL, DE, PM, BB, TB.	11
Van Balen et al. (2015)	Avaliar o controle postural e estratégias de recrutamento muscular em bebês típicos e de alto risco.	Ajustes posturais	L	EMG e vídeo	36	3 a 18 meses	Típicos e alto risco	Sentado na cadeira ou no colo dos pais	500 Hz	500 ms do início do movimento (prime mover) até 1000 ms após ou ao final do movimento.	(1) especificidade de direção dos músculos de tronco e pescoço; (2) padrão dos músculos recrutados; (3) ordem de recrutamento dos músculos; (4) latência de recrutamento dos músculos posturais; (5) atividade postural antecipatória.	ECM, EP, RA, ET, EL, DE, PM, BB, TB.	13
Van Balen et al. (2018)	Investigar a relação entre o aprendizado da marcha e o recrutamento postural muscular durante o alcance	Ajustes posturais	L	EMG, vídeo, qualitativa	22	0 a 24 meses	Típicos e alto risco	Sentado na cadeira ou no colo dos pais	500 Hz	100 ms do início do motor primário até 1000 ms após ou ao final do movimento.	(1) especificidade de direção dos músculos; (2) ordem de recrutamento dos músculos; (3) latência de recrutamento dos músculos posturais; (4) atividade postural antecipatória.	ECM, EP, RA, ET, EL, DE, PM, BB, TB.	11

L: longitudinal; EMG: eletromiografia; NR: não relatado; PC: Paralisia Cerebral; BB: Bíceps Braquial; TB: Tríceps Braquial; TS: Trapézio Superior; DE: Deltoide; EL: Extensor Lombar; FP: Flexor de Punho; EP: Extensor de Punho; PM: Peitoral Maior; ECM: Esternocleidomastoideo; RA: Reto Abdominal; RF: Reto Femoral; IQT: Isquiotibiais; ET: Extensor de Tronco; PV: Paravertebrais; QD: Quadríceps.

Tabela 1: Dados extraídos dos artigos

3. Discussão

O objetivo desta revisão sistemática foi analisar os estudos que utilizaram a eletromiografia na avaliação da atividade de alcançar objetos em lactentes e discutir os seus achados. Apesar do uso frequente deste instrumento de avaliação pela comunidade científica, ao tratarmos da eletromiografia especificamente na avaliação do alcance manual em lactentes observamos um número relativamente pequeno de publicações, totalizando 15 artigos.

Dentre os estudos selecionados, observamos que as publicações se iniciaram no ano de 1993, com o estudo de Thelen e colaboradores (1993) sobre a avaliação da atividade muscular dos membros superiores e cintura escapular no surgimento da habilidade de alcançar e a adaptação à tarefa, e se tornaram mais frequentes a partir de 2007. A última década acumulou 6, do total de 15 artigos, sendo o último artigo de 2018. Apesar de todos os estudos abordarem a avaliação do alcance manual, a maior parte deles utiliza a eletromiografia para avaliar primariamente o controle postural – seja o seu desenvolvimento, seja a influência de fatores ambientais – durante a atividade de alcançar brinquedos. Apenas 6 estudos trataram do alcance manual como habilidade primária (Thelen et al., 1993; Out et al., 1998; Spencer & Thelen, 2000; Clearfield et al., 2007; Bakker et al., 2010; Harbourne et al., 2013).

A amostra dos estudos variou entre 3 e 36 participantes, com uma média de 14,3. Todos os artigos utilizaram um delineamento longitudinal com pelo menos duas avaliações, o que corrobora com os objetivos dos estudos de explicar as mudanças que ocorrem ao longo do desenvolvimento dos lactentes. Os estudos com lactentes normalmente apresentam amostras menores e alguns fatores explicam a redução do tamanho da amostra, como complicações de saúde, estado comportamental, ausência nas avaliações ou indisponibilidade dos pais. Estudos longitudinais tendem a perder amostra, o que também justifica o pequeno número de participantes.

Sete artigos utilizaram em associação à eletromiografia a análise cinemática (Thelen et al., 1993; Out et al. 1998; Spencer & Thelen, 2000; De Graaf-Peters et al., 2007; Clearfield, Feng, & Thelen, 2007; Bakker et al., 2010; Harbourne et al., 2013). Tais estudos tiveram como objetivo principal a avaliação da habilidade do alcance manual. Todos os artigos utilizaram pelo menos uma câmera de vídeo como recurso adicional, com objetivo de determinar o início e o final dos alcances, sempre sincronizados com os demais recursos de avaliação. Além da determinação dos alcances, a câmera de vídeo deu origem a dois tipos de análises qualitativas: análise de marcos do desenvolvimento motor e análise qualitativa do alcance manual. Um total de 5 artigos tiveram como objetivo avaliar os marcos do

desenvolvimento motor (por meio de análise qualitativa desses marcos ou uso de escalas validadas para esse fim) para determinar a data de avaliação em cada idade (Van Der Fits, Otten, Klip, Van Eykern, & Hadders-Algra, 1999; Van Der Fits, Klip, Van Eykern, & Hadders-Algra, 1999; Spencer & Thelen, 2000; Bakker et al., 2010; van Balen et al., 2018) e 7 artigos utilizaram a análise qualitativa do alcance manual dos lactentes para analisar o comportamento da habilidade durante as avaliações – preensão e movimentos direcionados ao alvo, por exemplo (Thelen et al., 1993; Van Der Fits, Otten, et al., 1999; Van Der Fits, Klip, et al., 1999; Spencer & Thelen, 2000; De Graaf-Peters et al., 2007; Bakker et al., 2010; Harbourne et al., 2013).

Os estudos também analisaram a influência das deficiências relacionadas a estruturas e funções corporais, de fatores ambientais e pessoais. Em relação aos fatores pessoais, pode-se analisar a idade da amostra dos estudos, que variou de 0 a 2 anos de idade. As faixas etárias mais frequentes utilizadas nos estudos foram de 3 a 18 meses que esteve presente em 4 artigos (Hadders-Algra, Van Der Fits, Stremmelaar, Touwen, 1999; Van der Fits et al., 2000; Van Balen et al., 2012; Van Balen et al., 2015), nos quais todos tinham como objetivo avaliar os ajustes posturais durante a atividade de alcançar um objeto. E, em igual frequência, a faixa etária de 3 a 6 meses (Out et al, 1998; De Graaf-Peters et al., 2007; Bakker et al., 2010; Bakker et al., 2010; Harbourne et al., 2013), tendo três deles o objetivo de avaliar a atividade de alcançar e um em avaliar os ajustes posturais. Tais características sugerem que quando a habilidade primária a ser analisada são os ajustes posturais os estudos incluem uma faixa etária maior, analisando as variáveis eletromiográficas ao longo dos meses do lactente (Hadders-Algra et al, 1999; Van der Fits et al., 2000; Van Der Fits, Otten, et al., 1999; Van Balen et al., 2012; Van Balen et al., 2015; Van Balen et al., 2018). Já quando a habilidade primária a ser analisada é o alcance manual, os estudos têm se restringido a analisá-lo em seus meses de surgimento e aprimoramento (entre 4 e 6 meses de idade, respectivamente) (Out et al, 1998; Bakker et al., 2010; Harbourne et al., 2013).

As estruturas e funções analisadas envolveram tanto lactentes típicos, com estruturas e funções integras, quanto lactentes com incapacidades, ou seja, com deficiências em suas estruturas e funções. Com relação aos lactentes típicos, estes foram a população mais frequentemente estudada, ocorrendo em 10 dos estudos analisados (Thelen et al., 1993; Out et al, 1998; Spencer & Thelen, 2000; Van Der Fits, Otten, et al., 1999; Van Der Fits, Klip, et al., 1999; De Graaf-Peters et al., 2007; Clearfield et al., 2007; Bakker et al., 2010; Van Balen et al., 2012; Harbourne et al., 2013). Dentre eles, 6 analisaram a habilidade do alcance manual e 4 os ajustes posturais, contudo em todos os estudos os objetivos eram analisar e avaliar

como ocorre o surgimento dessas habilidades em relação às variáveis eletromiográficas, considerando a influência de determinados fatores ambientais ou momentos específicos do desenvolvimento motor. Nenhum estudo realizou intervenção.

Com relação as populações com incapacidades: 3 estudos foram realizados com lactentes de alto risco para lesão neurológica (Boxum et al., 2014; Van Balen et al., 2015; van Balen et al., 2018), 1 com lactentes prematuros (Van der Fits et al., 2000) e 1 com lactentes com Paralisia Cerebral (Hadders-Algra et al, 1999). Observou-se que todos os estudos tinham objetivo de analisar os ajustes posturais durante a realização do alcance, ou seja, o alcance foi uma habilidade secundária. Nenhum dos estudos foi de intervenção. Além disso, as faixas etárias da amostra foram maiores (acompanhados até 1 ano e meio ou 2 anos) em 4 dos 5 estudos; uma possibilidade que justifica tal característica refere-se as análises terem sido feitas quanto aos ajustes posturais e não ao surgimento do alcance manual, semelhante ao que ocorreu nos lactentes típicos; uma segunda hipótese é o fato da idade de aquisição e aprimoramento das habilidades ocorrer em faixas etárias superiores nessas populações com incapacidades, ocasionadas pelos desvios do desenvolvimento motor consequentes das deficiências de estruturas e de funções. A partir dessa análise, observam-se dois pontos interessantes. O primeiro ponto é que ainda não há estudos de avaliação do alcance, como habilidade primária, por meio da eletromiografia, em populações com incapacidades. O segundo ponto é que nenhum estudo objetivou analisar um protocolo de intervenção ou de treino motor dos ajustes posturais ou do alcance manual em lactentes com incapacidades, mesmo sendo populações comprovadamente vulneráveis para um desenvolvimento motor deficiente ou atrasado.

Em relação aos fatores ambientais, todos os artigos utilizaram algum tipo de posição corporal específica para avaliação. A posição sentada foi analisada em todos os estudos, de forma única (n=9) ou em comparação com a posição supino (n=4) e/ou com variações de inclinação na posição sentada (n=5). Nenhum estudo analisou apenas a posição supina. Nas situações comparativas foi avaliada, por exemplo, a influência da posição corporal na ativação dos músculos posturais (Hadders-Algra et al 1999; Van der Fits et al., 2000) e na ativação de músculos motores primários do alcance (Bakker et al., 2010). Em estudo conduzido por Van der Fits e colaboradores (1999) com lactentes de 3 a 6 meses de idade, foi verificado que a quantidade de suporte fornecida ao lactente nas diferentes posições influenciou nos ajustes posturais durante o movimento de alcance. Na posição sentada, a preferência pela ativação dos músculos de pescoço foi mais claramente presente, o que tem relação com uma maior demanda pela estabilização cervical no espaço em uma posição vertical em comparação com a

posição supina (Van Der Fits, Otten, et al., 1999). Em outro estudo, conduzido por Bakker e colaboradores (2010) os resultados mostraram que aos 4 meses de idade houve uma grande variação na preferência por um músculo motor primário específico. Em supino, a maioria dos lactentes teve uma preferência por um músculo motor primário específico (bíceps braquial, deltoide ou peitoral maior), mas outros não tiveram preferência. Na posição sentada todos os lactentes tiveram preferência em ativar um músculo motor primário específico. Aos 6 meses de idade todos os lactentes tiveram preferência pela ativação de um músculo motor primário específico, independente da posição, sendo que o bíceps braquial foi o motor primário mais frequente. Não houve diferença no grau de coativação bíceps e tríceps entre as posições sentada ou supina (Bakker et al., 2010).

Apesar dos dados disponíveis na literatura sugerirem que até a idade de 6 meses a posição sentada semi reclinada é mais efetiva para o alcance quando comparada à posição supina, no que se refere a variáveis categóricas (como, sucesso do alcance) e cinemáticas (como, unidades de movimento) (Carvalho, Tudella, & Savelsbergh, 2007; Fallang, Saugstad, & Hadders-Algra, 2000), os estudos com eletromiografia analisados nesta revisão não discutiram a influência da posição como um facilitador ou dificultador para o alcance em lactentes.

O uso de peso adicional no punho dos lactentes foi outro fator ambiental adotado, sendo descrito em 3 artigos (Hadders-Algra et al, 1999; Van Der Fits, Otten, et al., 1999; Van der Fits et al., 2000). Os lactentes com hemiplegia espástica, na condição com peso no punho, foram capazes de modular a amplitude do sinal eletromiográfico postural com a velocidade de movimento do braço durante o alcance (Hadders-Algra et al, 1999).

Nos estudos em que o alcance era a habilidade primária avaliada (n=6), os músculos bíceps braquial e tríceps braquial foram sempre avaliados. Outros músculos avaliados foram: deltoide (n=5), trapézio superior (n=4), peitoral maior (n=2), extensor lombar (n=1), paravertebrais (n=1), flexor de punho (n=1), extensor de punho (n=1), isquiotibiais (n=1) e quadríceps (n=1). Nos estudos em que os ajustes posturais durante o alcance eram a habilidade primária avaliada (n=9), os músculos bíceps braquial, tríceps braquial, deltoide, peitoral maior, esternocleidomastóideo e reto abdominal foram sempre avaliados. Outros músculos avaliados foram: extensor lombar (n=8), extensor de punho (n=6), isquiotibiais (n=6), extensor de tronco (n=5) e reto femoral (n=5).

As variáveis eletromiográficas analisadas foram: frequência de ativação muscular (combinações específicas em que os músculos são ativados - as frequências foram calculadas dividindo o número de tentativas que um músculo específico ou padrão foi ativado pelo

número total de tentativas em uma condição específica), co-contração muscular, ordem de recrutamento muscular (musculatura anterior ou posterior), latência de recrutamento dos músculos posturais (intervalo de tempo entre o início de ativação de um músculo específico de membro superior – por exemplo, o músculo definido como motor primário do movimento - e o início da respostas nos músculos posturais) e especificidade da direção da contração muscular (céfalo-caudal ou caudo-cefálica). As duas primeiras variáveis foram geralmente relacionadas aos estudos em que o alcance era a habilidade primária. As demais variáveis citadas fizeram parte dos estudos de avaliação do controle postural durante o alcance.

Observamos uma heterogeneidade importante na utilização dos parâmetros da eletromiografia nos estudos. Em relação à frequência de amostragem, encontramos 500 Hz (n=6), 750 Hz (n=3), 960 Hz (n=1) ou 1000 Hz (n=4). Em um dos estudos ela não foi relatada (Out et al, 1998). Notamos que tal variabilidade esteve relacionada ao Grupo de Pesquisa que conduziu o estudo, independente do ano de publicação. Os 6 artigos que utilizaram uma frequência de amostragem de 500 Hz eram do mesmo Grupo de Pesquisa, e foram publicados entre 2007 e 2018. Houve ainda uma grande variabilidade quanto à determinação dos bursts, tanto em relação ao tempo (início entre 50 ms e 1000 ms) e à referência (ativação do motor primário ou início do movimento). Em 4 artigos esse parâmetro não foi relatado.

Na pesquisa com EMG realizada com lactentes, um dos grandes desafios é como os dados dos músculos são normalizados. No que diz respeito a pesquisas com adultos, a homogeneidade no processo de normalização está mais clara e presente. Existem várias opções disponíveis, no entanto a seleção de um método específico depende fortemente do desenho do estudo e da questão de pesquisa (Burden, 2010). As técnicas de normalização adotadas nos estudos incluídos nesta revisão sistemática foram variadas ou, em muitos casos, não relatadas. Dessa forma, observa-se que não há uma padronização desses parâmetros em estudos com EMG com lactentes que avaliaram o alcance manual.

A *International Society of Electrophysiology and Kinesiology* (ISEK), baseada em um estudo publicado por Merletti (1999), recomenda a descrição de diversos parâmetros nas publicações em que a eletromiografia for utilizada. Informações referentes aos eletrodos (tipo, tamanho, material, distância entre eletrodos, interface e localização), dados de detecção do sinal de EMG (impedância de entrada, taxa de rejeição de modo comum, relação sinal-ruído e ganho), taxa de amostragem, filtros (tipo e frequência de passa banda), informações sobre processamento da amplitude do sinal de EMG (quando for o caso), método de normalização e crosstalk (se houve e medidas de minimização). O cuidado na escolha e emprego de cada uma das recomendações pode garantir uma obtenção de um sinal eficiente da mesma forma que

pode prejudicar a análise dos dados coletados (Merletti, 1999). No entanto, não observamos a descrição de todas estas recomendações nos estudos analisados na presente revisão.

Uma importante recomendação da ISEK, que pode modificar substancialmente os resultados encontrados na magnitude da ativação muscular, diz respeito ao modo de detecção do sinal eletromiográfico. Um estudo conduzido por Staude e Wolf (1999) apontou que há uma diminuição substancial do desempenho nos métodos tradicionais de detecção do sinal (como por exemplo a análise do sinal Off-line feita por um analisador treinado) quando comparado a análises baseadas em modelos, proposta pelos autores. Os autores encontraram resultados significativamente mais precisos na abordagem baseada em modelos, levando a conclusão que o algoritmo de detecção deve ser considerado criticamente durante a interpretação de eventos motores a partir dos sinais de EMG, permitindo uma detecção mais precisa e com maior confiabilidade (Staude & Wolf, 1999).

Diante desta questão, destacamos a importância da referência ao procedimento utilizado para aquisição, bem como, processamento dos sinais de EMG nos estudos de uma forma geral, garantindo assim a qualidade e fidedignidade dos dados nas publicações, assim como a comparação entre elas. Para tanto, seria indicada uma padronização que guiasse a elaboração das pesquisas na área de alcance manual em lactentes que envolvessem o uso de avaliação eletromiográfica.

Concomitantemente a análise dos fatores relacionados a avaliação eletromiográfica foi analisada a qualidade metodológica dos artigos incluídos neste estudo. Visicato e colaboradores (2015), em sua revisão sistemática utilizando a mesma metodologia para análise da qualidade metodológica dos artigos, definiu o seguinte de acordo com a pontuação obtida no instrumento: scores de 12 a 16 são classificados como artigos de boa qualidade, scores de 7 a 11 são classificados como artigos de razoável qualidade, e scores abaixo de 7 como artigos de pobre qualidade metodológica. Nesse quesito, a menor nota observada foi 5 pontos, observada em dois artigos considerados de pobre qualidade metodológica (Thelen et al., 1993; Spencer & Thelen, 2000); e a maior, 13 pontos, observada em um artigo considerado com boa qualidade metodológica (Van Balen et al., 2015). Os demais artigos analisados (n=12) foram classificados como qualidade razoável. Esse resultado nos sugere que a falta de artigos com boa qualidade metodológica acerca do tema pode ser um fator dificultador para a obtenção da padronização de parâmetros na utilização da eletromiografia na atividade de alcance manual em lactentes. Dessa forma, salientamos a necessidade de novos estudos com boa qualidade metodológica sobre o tema.

4. Conclusão

Em síntese, podemos observar que, nos últimos anos, a eletromiografia tem sido um método recorrente para avaliação de habilidades motoras nos estudos com lactentes. Na análise do alcance manual, uma minoria de estudos avalia a habilidade de alcançar propriamente dita, sendo mais comumente verificado o controle postural durante o alcance. A população de lactentes prematuros e com paralisia cerebral tem sido a mais estudada, ainda que haja poucos estudos. A influência da idade e da orientação corporal têm sido os fatores mais investigados. Apesar de observarmos a utilização de peso adicional em alguns estudos, a influência dessa restrição no alcance é pouco discutida. Variáveis eletromiográficas investigadas e músculos analisados foram similares entre os estudos, principalmente quando relacionados ao objetivo do mesmo.

A variabilidade dos parâmetros eletromiográficos e a falta de descrição de informações referentes ao processamento dos sinais são um desafio à replicação de estudos ou condução de novos. Um fator crucial a ser explorado é a padronização na aquisição e interpretação do sinal eletromiográfico nas pesquisas com lactentes envolvendo a EMG.

5. Referências

- Bakker, H., De Graaf-Peters, V. B., Van Eykern, L. A., Otten, B., & Hadders-Algra, M. (2010). Development of proximal arm muscle control during reaching in young infants: From variation to selection. *Infant Behavior and Development*, *33*(1), 30–38.
- Bovi, G., Rabuffetti, M., Mazzoleni, P., & Ferrarin, M. (2011). A multiple-task gait analysis approach: Kinematic, kinetic and EMG reference data for healthy young and adult subjects. *Gait and Posture*, *33*(1), 6–13.
- Boxum, A. G., van Balen, L. C., Dijkstra, L. J., Hamer, E. G., Hielkema, T., Reinders-Messelink, H. A., & Hadders-Algra, M. (2014). Postural adjustments in infants at very high risk for cerebral palsy before and after developing the ability to sit independently. *Early Human Development*, *90*(9), 435–441.
- Burden, A. (2010). How should we normalize electromyograms obtained from healthy participants? What we have learned from over 25 years of research. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *20*(6), 1023–1035.
- Carvalho, R. P., Tudella, E., & Savelsbergh, G. J. P. (2007). Spatio-temporal parameters in infant's reaching movements are influenced by body orientation. *Infant Behavior and*

Development, 30(1), 26–35.

- Clearfield, M. W., Feng, J., & Thelen, E. (2007). The development of reaching across the first year in twins of known placental type. *Motor Control*, 11(1), 29–53.
- da Costa, C. S. N., 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 Disabilities*, 34(9), 2810–2830.
- De Graaf-Peters, V. B., Bakker, H., Van Eykern, L. A., Otten, B., & Hadders-Algra, M. (2007). Postural adjustments and reaching in 4- and 6-month-old infants: An EMG and kinematical study. *Experimental Brain Research*, 181(4), 647–656.
- De Toledo, A. M., De Almeida Soares, D., & Tudella, E. (2011). Proximal and distal adjustments of reaching behavior in preterm infants. *Journal of Motor Behavior*, 43(2), 137–145.
- Dr. Roberto Merletti. (1999). Standards for Reporting EMG Data. *International Society of Electrophysiology and Kinesiology*.
- Elm, E. Von, Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Peter, C., Vandembroucke, J. P., ... Gtzsche, P. C. (2013). The Strengthening of Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement Guidelines for Reporting Observational Studies * Volume Number November Epide, 18(6), 800–804.
- Fagard, J. (2000). Linked proximal and distal changes in the reaching behavior of 5- to 12-month-old human infants grasping objects of different sizes. *Infant Behavior and Development*, 23(3–4), 317–329.
- Fallang, B., Saugstad, O. D., & Hadders-Algra, M. (2000). Goal directed reaching and postural control in supine position in healthy infants. *Behavioural Brain Research*, 115(1), 9–18.
- Hadders-Algra, Mijna, Van Der Fits, Ingrid B.M., Stremmelaar, Elisabeth F., Touwen, B. C. L. (1999). Development of postural adjustments during reaching in infants with CP. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 41(1), 766–776.
- Harbourne, R. T., Lobo, M. A., Karst, G. M., & Galloway, J. C. (2013). Sit happens: Does sitting development perturb reaching development, or vice versa? *Infant Behavior and Development*, 36(3), 438–450.
- Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10(5), 361–374.
- 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.
- Milne, R., Donald, A., & Chambers, L. (1995). Piloting short workshops on the critical

- appraisal of reviews. *Health Trends*, 27(4), 120–123.
- Oddsson, L. I. E., & De Luca, C. J. (2003). Activation imbalances in lumbar spine muscles in the presence of chronic low back pain. *Journal of Applied Physiology*, 94(4), 1410–1420.
- Out, L., van Soest A. J., Savelsbergh G. J. P., & Hopkins B.. (1998). The Effect of Posture on Early Reaching Movements. *Journal of Motor Behavior*, 30(3), 260–272.
- Pang, M. Y. C., Yang, J. F. (2002). Sensory gating for the initiation of the swing phase in different directions of human infant stepping. *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 22(13), 5734–5740.
- Peters, K. M., Kelly, V. E., Chang, T., Weismann, M. C., Westcott McCoy, S., & Steele, K. M. (2018). Muscle recruitment and coordination during upper-extremity functional tests. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 38(July 2017), 143–150.
- Reaz, M. B. I., Hussain, M. S., Mohd-Yasin, F., & Raez, M. B. I. (2006). Techniques of EMG signal analysis: detection, processing, classification and applications (Correction). *Biol. Proced. Online*, 8(1), 163–163.
- Saavedra, S. L., van Donkelaar, P., & Woollacott, M. H. (2012). Learning about gravity: segmental assessment of upright control as infants develop independent sitting. *Journal of Neurophysiology*, 108(8), 2215–2229.
- Soderberg, G. L., & Knutson, L. M. (2000). A guide for use and interpretation of kinesiologic electromyographic data. *Physical Therapy*, 80(5), 485–498.
- Soh, S.-E., Morris, M. E., & McGinley, J. L. (2011). Determinants of health-related quality of life in Parkinson's disease: A systematic review. *Parkinsonism & Related Disorders*, 17(1), 1–9.
- Spencer, J. P., & Thelen, E. (2000). Spatially Specific Changes in Infants' Muscle Coactivity as They Learn to Reach. *Infancy*, 1(3), 275–302.
- Stauder, G., & Wolf, W. (1999). Objective motor response onset detection in surface myoelectric signals, 21, 449–467.
- Subbu, R., Weiler, R., & Whyte, G. (2015). The practical use of surface electromyography during running: does the evidence support the hype? A narrative review. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 1(1), e000026.
- Thelen, E., Corbetta, D., Kamm, K., Spencer, J. P., Schneider, K., & Zernicke, R. F. (1993). The Transition to Reaching: Mapping Intention and Intrinsic Dynamics. *Child Development*, 64(4), 1058–1098.
- 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), 1059–1076.
- Thelen, E., & Spencer, J. P. (1998). Postural Control During Reaching in Young Infants : A

Dynamic Systems Approach, 22(4), 507–514.

- Toledo, A. M. De, Soares, D. D. A., & Tudella, E. (2012). Additional weight influences the reaching behavior of low-risk preterm infants. *Journal of Motor Behavior*, 44(3), 203–212.
- van Balen, L. C., Boxum, A. G., Dijkstra, L. J., Hamer, E. G., Hielkema, T., Reinders-Messelink, H. A., & Hadders-Algra, M. (2018). Are postural adjustments during reaching related to walking development in typically developing infants and infants at risk of cerebral palsy? *Infant Behavior and Development*, 50(December 2017), 107–115.
- Van Balen, L. C., Dijkstra, L. J., Bos, A. F., Van Den Heuvel, E. R., & Hadders-Algra, M. (2015). Development of postural adjustments during reaching in infants at risk for cerebral palsy from 4 to 18 months. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 57(7), 668–676.
- Van Balen, L. C., Dijkstra, L. J., & Hadders-Algra, M. (2012). Development of postural adjustments during reaching in typically developing infants from 4 to 18 months. *Experimental Brain Research*, 220(2), 109–119.
- Van der Fits, I. B., Flikweert, E. R., & Stremmelaar, E. F. (2000). Development of postural adjustments during reaching in preterm infants. *Pediatric Physical Therapy : The Official Publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association*, 12(4), 193–194.
- Van Der Fits, I. B. M., Klip, A. W. J., Van Eykern, L. A., & Hadders-Algra, M. (1999). Postural adjustments during spontaneous and goal-directed arm movements in the first half year of life. *Behavioural Brain Research*, 106(1–2), 75–90.
- Van Der Fits, I. B. M., Otten, E., Klip, A. W. J., Van Eykern, L. A., & Hadders-Algra, M. (1999). The development of postural adjustments during reaching in 6- to 18-month-old infants. Evidence for two transitions. *Experimental Brain Research*, 126(4), 517–528.
- Vinstrup, J., Skals, S., Calatayud, J., Jakobsen, M. D., Sundstrup, E., Pinto, M. D., ... Andersen, L. L. (2017). Electromyographic evaluation of high-intensity elastic resistance exercises for lower extremity muscles during bed rest. *European Journal of Applied Physiology*, 117(7), 1329–1338.
- Visicato, P., Souza, C., Almeida, V., Damasceno, M., Campos, A. C. De, Adriana, N., & Ferreira, C. (2015). Research in Developmental Disabilities Review article Evaluation and characterization of manual reaching in children with cerebral palsy: A systematic review, 36, 162–174.
- von Hofsten, C. (1991). Structuring of Early Reaching Movements: A Longitudinal Study. *Journal of Motor Behavior*, 23(4), 280–292.
- Yang, J. F., Stephens, M. J., & Vishram, R. (1998). Infant stepping: a method to study the sensory control of human walking. *Journal of Physiology*, 507(3), 927–937.

CAPÍTULO 3

Estudo II: Análise categórica e a influência da posição corporal no alcance manual de lactentes com Paralisia Braquial Obstétrica

Manuscrito em elaboração

Resumo

O objetivo do estudo foi caracterizar os ajustes proximais e distais e a preensão do objeto durante o alcance de lactentes com paralisia braquial obstétrica (PBO) aos 6 meses de idade, nas posições sentada e supina. Objetivou-se ainda avaliar a influência da posição do corpo nas variáveis categóricas do alcance e na frequência de movimentos. Onze lactentes com Paralisia de Erb e 9 lactentes típicos participaram do estudo. Foram analisados 286 alcances. No grupo PBO, os alcances foram analisados separadamente considerando o membro afetado (*ma*) e membro não afetado (*mna*), de acordo com o membro que primeiro tocou o objeto. Na posição sentada, o grupo PBO *ma* apresentou maior frequência de mão horizontal e preensão sem sucesso, e o grupo PBO *mna* maior frequência de mão horizontal e alcance unimanual quando comparados com o grupo controle. Na posição supina praticamente não houve diferença entre os grupos. A posição corporal não influenciou as variáveis categóricas, porém houve menor frequência de alcances na posição sentada para o grupo PBO *ma*. Nossos achados sugerem que ambos os membros do lactente com PBO são diferentes dos lactentes típicos. A estimulação do membro não afetado também deve fazer parte dos programas de reabilitação. A posição sentada dificulta o alcance com o membro afetado.

Palavras chave: paralisia de Erb, posição sentada, posição supina, membro não afetado, preensão.

CATEGORICAL ANALYSIS AND THE EFFECT OF BODY POSITION IN REACHING BEHAVIOR OF INFANTS WITH OBSTETRIC BRACHIAL PLEXUS PALSY

Abstract

The aim of this study was to investigate the proximal and distal adjustments and the grasping during reaching behavior in infants with obstetric brachial plexus palsy (OBPP) aged 6 months, in the seated and supine positions. Furthermore, we evaluated the effect of body position on the categorical variables and in the frequency of movements. Eleven infants with Erb's Palsy and 9 typical infants participated. A total of 286 reaches were analyzed. In OBPP group, the reaching movements were considered according to the limb that first touched the object, as affected limb (*aff*) and unaffected one (*unaff*). In the seated position, the *aff* OBPP

presented a higher frequency of horizontal hand orientation and unsuccessful grasping and the *unaff* OBPP presented a higher frequency of horizontal hand orientation, besides unimanual reaches, comparing to control group. In the supine position, there was no difference between the groups. The body position does not affect the qualitative variables, however there was a lower frequency of reaching movements in the seated position to *aff* OBPP group. These findings suggest that both, affected and unaffected limb, are different from typical infants. The attention and stimulation to the unaffected limb should be part of rehabilitation programs. The seated position seems to hamper reaching with the affected limb.

Key words: Erb's palsy, seated position, supine position, unaffected limb, grasping

1. Introdução

A paralisia braquial obstétrica (PBO) é uma lesão causada por estiramento do plexo braquial durante o parto (Pondaag, Malessy, van Dijk, & Thomeer, 2004; Waters, 1997), que ocorre em aproximadamente 1 a 4 casos para 1000 nascidos vivos (Chauhan, Chang, Ankumah, & Yang, 2017; Hoeksma et al., 2017). A lesão neurológica pode atingir todo o plexo, mas na maioria dos casos há acometimento das raízes do tronco superior (C5 e C6), sem afetar o tronco médio e o inferior (Mayfield et al., 2017; Pondaag et al., 2004). Na lesão do tronco superior, também denominada Paralisia de Erb, há fraqueza do ombro e do bíceps (Pondaag & Allen, 2011), levando a uma dificuldade no movimento ativo de elevação do ombro, rotação externa do ombro, flexão do cotovelo e supinação do antebraço.

Além da diminuição do movimento ativo do membro superior afetado, a PBO frequentemente leva a atraso no desenvolvimento da coordenação visomotora, dificuldade na manipulação de objetos e no desempenho de tarefas bimanuais (Spaargaren, Ahmed, Ouwerkerk, Groot, & Beckerman, 2011). A literatura é escassa no que diz respeito ao desenvolvimento da extremidade superior em lactentes com PBO. Na prática observa-se que as deficiências de estrutura e função do corpo, apresentadas por esses lactentes, dificultam a coordenação entre os membros e podem limitar o alcance manual e a exploração do objeto (Lobo, Galloway, & Heathcock, 2015).

O alcance manual possibilita as primeiras explorações e manipulações no ambiente, contribuindo para o desenvolvimento neuropsicomotor do lactente (Corbetta & Bojczyk,

2002; Thelen, Schöner, Scheier, & Smith, 2001). Para que o alcance ocorra, o lactente deve ser capaz de coordenar e controlar o movimento de seus membros superiores, realizando ajustes proximais - ação de direcionar voluntariamente um ou ambos os membros - e distais - posicionamento da mão e dos dedos ao tocar o objeto (Fagard, 2000).

Em lactentes com desenvolvimento típico, o desenvolvimento dos ajustes proximais e distais está bem documentado na literatura. Pode-se dizer que aos 4 meses o alcance é predominantemente bimanual, com a orientação da mão horizontalizada ao tocar o objeto, e finalizando sem a apreensão do objeto (Fagard, 2000). Ao longo dos meses, a orientação da mão para a apreensão do objeto passa a ser predominantemente vertical (Fagard, 2000; Toledo, Soares, & Tudella, 2011) e a frequência de sucesso na apreensão do objeto aumenta (Toledo et al., 2011).

Fatores ambientais como a posição corporal em relação à força da gravidade, podem influenciar as características do alcance (Bakker, Graaf-peters, Eykern, Otten, & Hadders-algra, 2010; Carvalho, Tudella, & Savelsbergh, 2007; Out, Soest, Savelsbergh, & Hopkins, 1998). A maior parte dos estudos sugere que a posição sentada facilita o alcance de lactentes típicos, havendo uma maior frequência de alcances nesta posição do que em supino (Carvalho et al., 2007; Out et al., 1998). Apesar de ser exigido maior controle postural na posição sentada que supina, o que levaria a uma desvantagem ao alcance naquela posição (Hadders-algra, 2013), geralmente nos estudos utiliza-se estabilizadores de tronco para eliminar a influência do controle postural. Sendo assim, o melhor desempenho em alcançar na posição sentada tem sido atribuído ao menor desafio do membro superior em vencer a força da gravidade no início do movimento, e ao aproveitamento da inércia até o final do movimento, quando a influência da gravidade é maior (Out et al., 1998). Contrariamente ao descrito na literatura para lactentes com desenvolvimento típico, a experiência clínica na PBO mostra uma maior dificuldade de realizar o alcance na posição sentada. Não há dados disponíveis na literatura sobre o comportamento de alcance em lactentes com PBO.

O objetivo deste estudo foi caracterizar os ajustes proximais e distais do alcance e a apreensão de objetos de lactentes com PBO aos 6 meses de idade, comparando-os com lactentes típicos em duas posições corporais (sentada e supina). Objetivou-se ainda analisar a influência da posição do corpo na frequência e nas características do alcance de lactentes com PBO e típicos. Além de inédita, tal pesquisa poderá elucidar se a deficiência de estruturas e funções unilateral observada na PBO leva a características menos eficientes do alcance apenas

no membro afetado ou em ambos. Ademais, os resultados poderão esclarecer qual postura favorece o alcance de lactentes com PBO. De acordo com a observação clínica destes lactentes, nossas hipóteses são: (a) o membro afetado apresentará um predomínio de mão horizontalizada na comparação com o controle, pelo déficit ativo de supinação do antebraço e rotação externa do ombro na Paralisia de Erb (b) tanto o membro afetado quanto o não afetado apresentarão características diferentes e menos desenvolvidas que o controle, (c) haverá uma menor frequência de alcances na posição sentada que supina.

2. Métodos

2.1 Participantes

A amostra do presente estudo foi de conveniência e composta por dois grupos, PBO e controle, totalizando 20 participantes, com idade de 6 meses (+/- 1 semana). O grupo PBO foi constituído de 11 lactentes (6 meninas e 5 meninos) com paralisia de Erb (C5-C6), admitidos e em acompanhamento na Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação de Brasília/DF. O grupo controle foi constituído de 9 lactentes (4 meninas e 5 meninos) com desenvolvimento típico, recrutados por conveniência na comunidade.

Em ambos os grupos, foram incluídos lactentes a termo com idade gestacional entre 37 e 42 semanas e peso adequado ao nascimento (>2.500g). Para inclusão no grupo controle, foi considerado um apgar com escore igual ou maior que 7 no primeiro e no quinto minuto. No grupo PBO, a classificação em lesão do tronco superior (C5-C6) ou paralisia de Erb foi definida pela avaliação clínica da função motora de todo o membro superior. Considerou-se como lesão do tronco superior na presença de alteração do movimento ativo de flexão do ombro e do cotovelo, com função de mão preservada (Pondaag & Allen, 2011).

Foram excluídos do estudo os pacientes com PBO com envolvimento do tronco médio e/ou inferior, pacientes que não foram capazes de atingir 90° de flexão do ombro durante o movimento de alcance, e lactentes com diagnóstico associado de lesão cerebral ou prematuridade.

O estudo teve parecer favorável do Comitê Científico e Comitê de Ética em Pesquisa da Associação das Pioneiras Sociais - DF / Rede Sarah (número do parecer: 2.990.256). Os

pais consentiram a participação de seus filhos assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

2.2 Procedimentos e Materiais

Os lactentes foram avaliados no Laboratório de Movimento do Hospital Sarah, aos 6 meses de idade, em duas posições: sentada e supina. Para análise na posição sentada, o encosto da cadeira do experimento foi reclinado a 50° a partir da vertical (Toledo & Tudella, 2008; Von Hofsten & Fazel-zandy, 1984). Para avaliação na posição supina, o encosto foi reclinado completamente, chegando a 0° de inclinação (Figura 1). Foi utilizada uma faixa de couro, de 12 cm de largura, na altura dos mamilos para promover maior estabilidade de tronco.

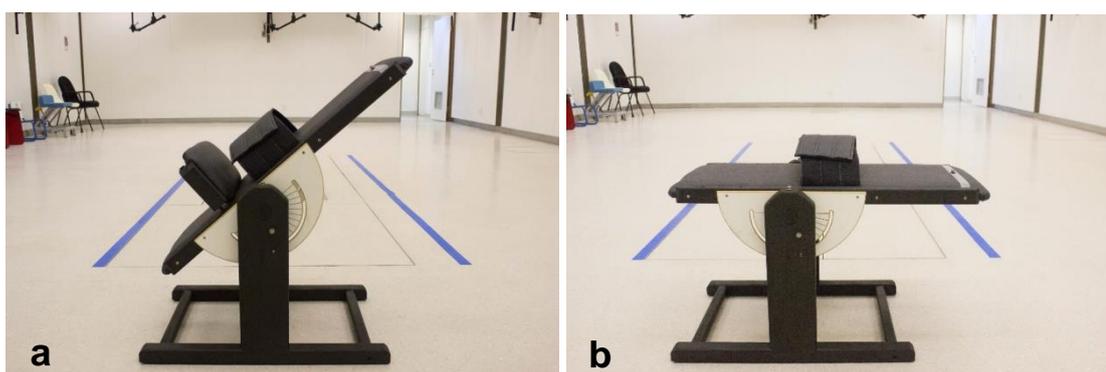


Figura 1 - Cadeira infantil: a) reclinada a 50° (posição sentada) e b) 0° de inclinação (posição supina).

A estimulação do alcance foi realizada por meio de um objeto atrativo, maleável, não familiar ao lactente, com aproximadamente 5 cm de diâmetro e 9 cm de comprimento. O objeto foi apresentado na linha média, na altura do ombro, na distância do comprimento dos braços do lactente (Corbetta & Bojczyk, 2002; Toledo et al., 2011; Toledo & Tudella, 2008). Após o toque da mão do lactente no objeto, foi dado 5 segundos para que o lactente pudesse explorar o objeto. Em seguida, o objeto foi cuidadosamente retirado e reapresentado a fim de elicitar um novo alcance. O procedimento teve duração de 2 minutos, para cada posição, sendo o número total de alcances variável entre os lactentes. A ordem da avaliação em cada posição foi aleatorizada.

A coleta de dados foi registrada por três câmeras de vídeo digital, com frequência de 30Hz. Uma câmera CANON T3i posicionada pósterio-superior ao lactente ofereceu a melhor visualização das variáveis categóricas analisadas. Duas câmeras CANON XL H1, uma posicionada à direita do lactente, com foco anterolateral, e a outra na lateral esquerda do lactente forneceram a melhor visualização do início e do final do movimento de alcance. Foi considerado como movimento de alcance quando o lactente localizou o objeto no espaço, fixou o olhar sobre ele e realizou o movimento em direção ao objeto, até tocá-lo. O início do alcance foi estabelecido como o momento do primeiro movimento do membro superior em direção ao objeto. O final do alcance foi determinado como o momento no qual qualquer parte da mão do lactente tocou o objeto (Out et al., 1998; Toledo, Soares, & Tudella, 2012). Os vídeos foram analisados por meio do programa VirtualDub 1.10.4 para identificação do *frame* inicial e final de cada alcance.

2.3 Descrição das variáveis

As variáveis categóricas foram analisadas por sua frequência de ocorrência durante o registro. Foram avaliadas as seguintes variáveis:

Ajustes proximais: referem-se aos movimentos de um ou ambos os membros em direção ao objeto (Corbetta & Bojczyk, 2002; Rocha, Silva, & Tudella, 2006). Podem ser classificados como (a) alcance unimanual, quando apenas uma mão se movia em direção ao objeto ou quando ambas as mãos se moviam da posição inicial em direção ao objeto, porém com uma diferença entre elas superior a 20 *frames*, ou (b) alcance bimanual, quando ambas as mãos se moviam simultaneamente em direção ao objeto ou quando se moviam da posição inicial com uma diferença inferior a 20 *frames* e moviam-se simultaneamente em pelo menos 50% da trajetória.

Orientação da mão: trata-se de um ajuste distal e refere-se ao posicionamento da mão ao final do alcance, quando a mão toca o objeto. A variável orientação da mão foi classificada em (a) horizontal: quando a palma da mão estava voltada para baixo, (b) vertical: quando a palma da mão estava na posição neutra ou (c) oblíqua: quando a mão estava em posição intermediária entre horizontal e vertical (Rocha, Costa, Savelsbergh, & Tudella, 2009; Toledo et al., 2011) (Figura 2).

Preensão: foi considerada (a) com sucesso: quando o lactente agarrou o objeto, ou (b) sem sucesso: quando o lactente tocou o objeto, mas não o agarrou (FAGARD, 2000) ou quando tentou agarrá-lo, mas o deixou cair.

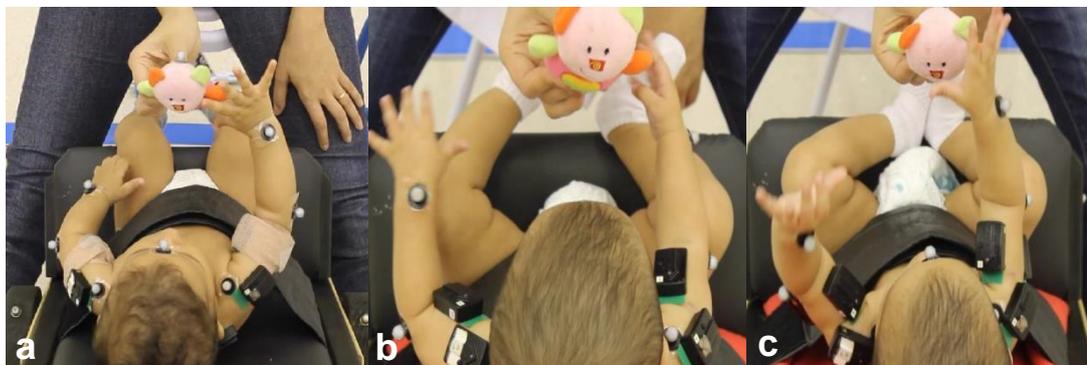


Figura 2 – orientação da mão: a) horizontal, b) vertical, e c) oblíqua.

A **frequência de alcances** foi calculada como o número de alcances válidos na posição sentada e na posição supina, para cada grupo.

2.4 Análise dos Dados

Os dados foram analisados por meio do software SPSS, versão 23. As variáveis foram analisadas por meio de frequência de ocorrência. O teste qui-quadrado foi aplicado para verificar possíveis diferenças entre os grupos (PBO e controle), em cada uma das posições analisadas (sentada e supina), e para verificar em cada grupo, possíveis diferenças entre as duas posições (sentada e supina). Os alcances realizados pelo grupo PBO foram divididos de acordo com o membro que primeiro tocou o objeto em membro afetado (*ma*) e membro não afetado (*mna*), de forma que as comparações foram feitas entre o grupo controle e cada um dos membros do PBO. A significância adotada para todas as análises foi de 1% ($p < 0,01$).

3. Resultados

De um total de 306 alcances coletados, 20 foram excluídos por choro, toque da mão do lactente na mão do examinador antes do toque ao objeto ou por ser realizado sem o lactente estar olhando para o objeto. O total de alcances analisados em cada grupo (PBO *ma*, PBO *mna* e controle), de acordo com a posição (supina e sentada), está representado na tabela 1.

Tabela 1 - Frequência de alcances em cada grupo de acordo com a posição corporal

	PBO		Controle	Total
	<i>Membro afetado</i>	<i>Membro não afetado</i>		
Sentado	27	45	61	133
Supino	57	33	63	153
Total	84	78	124	286

PBO=paralisia braquial obstétrica

3.1 Análise intergrupos na posição sentada

Os ajustes proximais foram significativamente diferentes entre o grupo controle e o grupo PBO *mna* ($\chi^2 (1) = 10,441$; $p=0,001$), com maior frequência de alcance bimanual no controle. Não houve diferença na comparação entre controle e PBO *ma*.

Houve associação entre a orientação da mão e os grupos ($\chi^2 (4) = 56,981$; $p<0,001$). Na comparação entre o grupo PBO *ma* e o controle, observou-se no primeiro uma maior frequência de mão horizontal do que vertical ($p<0,001$) e oblíqua ($p<0,001$). Ao compararmos o PBO *mna* com o controle, observamos que o grupo de estudo também apresentou uma maior frequência de mão horizontal do que vertical ($p<0,001$) e oblíqua ($p=0,002$), além de maior frequência de mão oblíqua que vertical ($p=0,002$).

Em relação à preensão, houve associação entre a preensão e os grupos analisados ($\chi^2 (2) = 18,506$; $p<0,001$). Na comparação entre o controle e o PBO *ma* foi observada uma maior frequência de preensão com sucesso no grupo controle ($\chi^2 (1) = 18,227$; $p<0,001$). Não houve diferença entre o controle e o PBO *mna*.

3.2 Análise intergrupos na posição supina

Não houve diferença entre os grupos para os ajustes proximais e o sucesso da preensão na posição supina. A variável orientação da mão foi diferente entre os grupos ($\chi^2 (4) = 100,001$; $p<0,001$). O grupo PBO *ma* apresentou maior frequência de mão horizontal do que vertical ($p<0,001$) e oblíqua ($p<0,001$), quando comparado ao controle. Na comparação entre o PBO *mna* e o controle, o primeiro apresentou maior frequência de mão horizontal do que vertical ($p=0,001$) e oblíqua ($p=0,01$).

A figura 3 apresenta o comportamento das variáveis do alcance por meio de frequência, em cada grupo e em cada posição. É possível verificar, por exemplo, que o grupo

PBO *ma* apresentou um predomínio de apreensão sem sucesso na posição sentada e com sucesso na posição supina.

A tabela 2 sumariza os resultados significativos e ausência de diferença na comparação intergrupos na posição sentada e supina.

A figura 4 apresenta em maiores detalhes a variável orientação da mão, disposta em número de ocorrências em cada categoria, para cada grupo, independente da posição corporal. A orientação da mão apresentou diferença na comparação entre os grupos, tanto na posição sentada como em supino, e por isso não separamos as posições na figura.

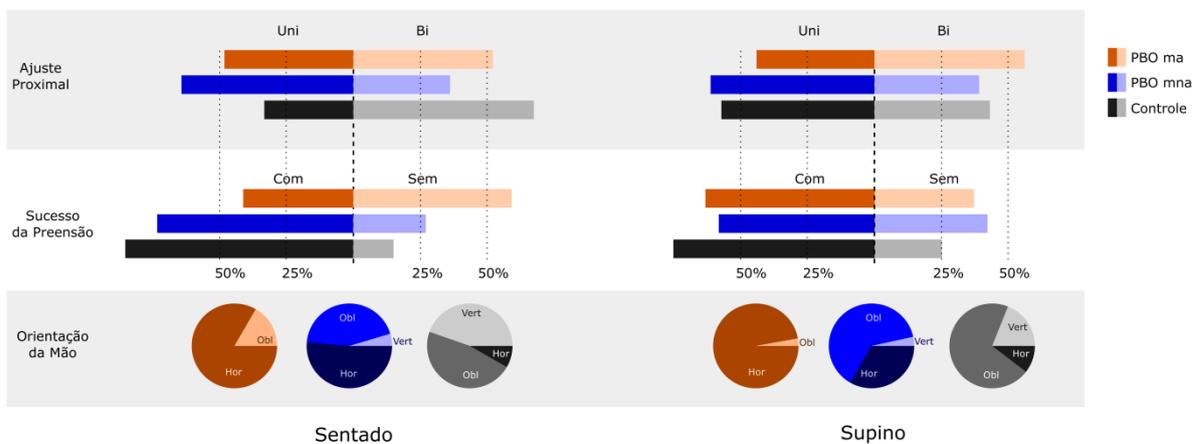


Figura 3 - Frequência de ocorrência das categorias de cada variável, em cada posição, nos diferentes grupos. ma=membro afetado, mna=membro não afetado; Uni= unimanual, Bi= bimanual; Hor=horizontal, Obl=oblíqua, Vert=vertical;

Tabela 2 – Diferença entre os grupos para cada variável, em cada posição

		Ajuste Proximal (Uni/Bi)	Orientação da mão (Hor/Obl/Vert)	Sucesso da apreensão (Com/Sem)
Sentado	PBO ma X Controle		***	***
	PBO mna X Controle	***	***	
Supino	PBO ma X Controle		***	
	PBO mna X Controle		***	

PBO= paralisia braquial obstétrica, ma=membro afetado, mna=membro não afetado; Uni= unimanual, Bi= bimanual; Hor=horizontal, Obl=oblíqua, Vert=vertical; *** $p < 0,001$

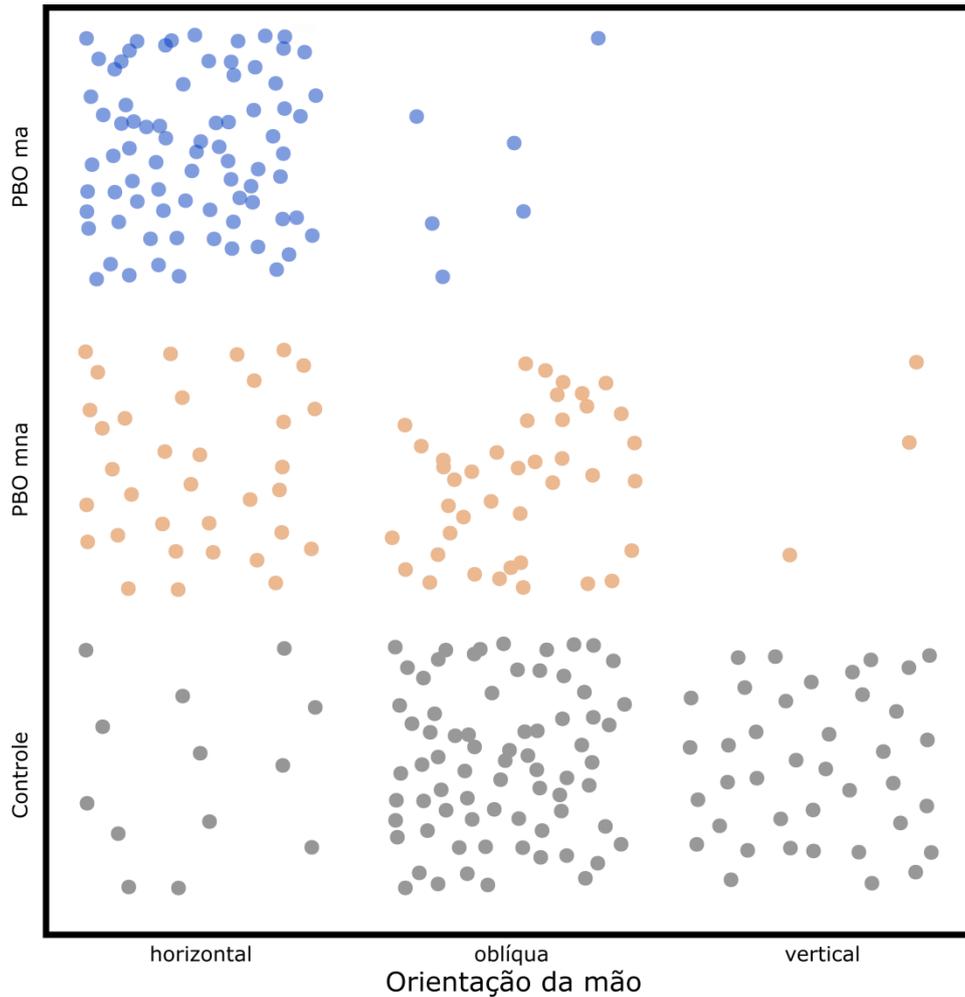


Figura 4 - Número de ocorrência de cada categoria de orientação da mão, em cada grupo, sem diferenciar a posição

3.3 Análise intragrupo em relação à posição corporal

Nos grupos PBO *ma* e PBO *mna* não houve associação entre a posição do corpo e nenhuma das variáveis do estudo. No entanto, houve associação entre o membro do alcance e a posição do corpo, com uma menor frequência de alcances com o membro afetado na posição sentada ($\chi^2(1) = 10,692$; $p = 0,001$) (tabela 1).

No grupo controle houve associação entre a posição e a variável ajuste proximal ($\chi^2(1) = 7,423$; $p = 0,006$), com maior frequência de alcance bimanual na posição sentada, sem diferença nas outras variáveis do estudo.

4. Discussão

O presente estudo é pioneiro na análise do alcance manual em lactentes com PBO. Nosso objetivo foi caracterizar os ajustes proximais e distais do alcance e a preensão de objetos de lactentes com PBO aos 6 meses de idade nas posições sentada e supina; além de verificar se a posição corporal influencia as características e a frequência do alcance desses lactentes.

Na posição sentada, a análise intergrupos mostrou diferença na comparação entre grupo controle e PBO *ma* para orientação da mão e sucesso da preensão, sem diferença para o ajuste proximal. Quanto à orientação da mão, nossos achados mostraram que os lactentes do grupo controle apresentaram maior ocorrência de mão oblíqua e mão vertical e menor ocorrência de mão horizontal. As características apresentadas pelos lactentes do grupo controle são similares aquelas descritas na literatura quanto a evolução da orientação da mão ao tocar o objeto ao longo dos meses. Segundo Fagard (2000), lactentes típicos apresentam a mão predominantemente horizontalizada aos 4 meses (Fagard, 2000) e predominantemente verticalizada aos 7 meses (Toledo et al., 2011), com aumento da frequência de orientação oblíqua entre esses meses. O grupo PBO *ma* apresentou maior ocorrência de mão horizontalizada e menor ocorrência de mão oblíqua que o controle. Não houve nenhuma ocorrência de mão vertical naquele grupo. Tais resultados são condizentes com o observado na prática em lactentes com Paralisia de Erb, em função do acometimento das raízes nervosas C5 e C6, levando a uma fraqueza de rotadores externos de ombro e bíceps (Pondaag & Allen, 2011), que é um potente supinador do antebraço. Esses lactentes apresentam uma postura em rotação interna do ombro e pronação do antebraço (Gilbert, Pivato, & Kheiralla, 2006) o que está diretamente relacionado a uma orientação de mão horizontal. O que nos surpreendeu na análise dessa variável foi que o grupo PBO *mna* apresentou as mesmas diferenças na comparação com o grupo controle, com maior frequência de orientação da mão horizontal do que oblíqua e vertical. Tal achado parece indicar uma menor maturidade do alcance com o membro não afetado, o que necessita de maior investigação. Em relação à preensão, encontramos uma menor frequência de preensão com sucesso no grupo PBO *ma* em comparação ao grupo controle, na posição sentada. Uma possível explicação para os nossos achados é que na posição sentada a preensão ocorre em um momento de maior influência da gravidade sobre o membro superior, com necessidade de maior torque de força comparado à posição supina (Savelsbergh & van Der Kamp, 1994). Tal desvantagem biomecânica, somada à fraqueza proximal na Paralisia de Erb (Pondaag & Allen, 2011) parece tornar mais difícil a

preensão com sucesso na posição sentada para esse grupo. Quanto aos ajustes proximais, não houve diferenças para o grupo PBO *ma*, mas houve para o PBO *mna*, no qual observou-se uma maior frequência de alcance unimanual. Apesar de o alcance unimanual estar relacionado a uma evolução do alcance (Toledo et al., 2011), a maior frequência no grupo PBO parece ser decorrente de uma maior dificuldade na coordenação entre os membros pela diferença sensorial e de força entre eles, e não por uma maior habilidade do alcance nesse grupo. Os lactentes com PBO apresentam um atraso no desenvolvimento da mão na linha média e na coordenação visomotora e bimanual (Bellew, Kay, Webb, & Ward, 2000). A frequência de alcance unimanual foi maior com o membro não afetado, possivelmente por uma vantagem muscular sobre o contralateral. Na literatura está descrito haver uma preferência pelo uso do membro não afetado nas crianças com PBO (Spaargaren, Ahmed, Ouwerkerk, Groot, & Beckerman, 2011; Yang, Anand, & Birch, 2005), o que também observamos na prática clínica, com os lactentes.

Na posição supina, houve diferença entre os membros do PBO (afetado e não afetado) e o controle apenas na variável orientação da mão, com maior frequência de mão horizontal no grupo de estudo. Do ponto de vista da anatomia, a mão horizontal está relacionada a uma atitude em pronação do antebraço e/ou rotação interna do ombro, enquanto a mão vertical está relacionada à posição neutra entre pronação e supinação e/ou entre rotação interna e externa do ombro. O resultado de maior ocorrência de mão horizontalizada no grupo PBO pode demonstrar que a deficiência de estrutura e função do corpo na PBO em relação à fraqueza para rotação interna do ombro e supinação do antebraço é significativa, uma vez que independente da posição houve predomínio da mão horizontal.

Quanto ao efeito da posição do corpo nos ajustes proximais e distais do alcance e na preensão do objeto, não encontramos diferenças no grupo de estudo. No entanto, o membro afetado do grupo PBO apresentou menor frequência de alcances na posição sentada. Nossa motivação em investigar a influência da posição do corpo no alcance, surgiu diante da observação clínica de uma maior dificuldade de lactentes com PBO alcançar objetos na posição sentada, apesar de alguns estudos (Carvalho et al., 2007; Out et al., 1998) demonstrarem que a posição sentada é mais favorável ao alcance que a posição supina em lactentes típicos. Nossos achados confirmaram o que observamos na prática clínica: lactentes com PBO fazem menos alcances com o membro afetado na posição sentada. Parece haver um maior esforço nessa posição e, diante da dificuldade de elevar o braço, o lactente realiza o movimento compensatório de extensão do tronco, auxiliando na impulsão do braço para frente. Muitos são incapazes de elevar o membro afetado em um arco de 90° quando sentados

no colo da mãe, mas conseguem realizar tal movimento em supino. Sabe-se que a diferença na angulação modifica o torque necessário para vencer a gravidade (Savelsbergh & van Der Kamp, 1994), sendo esperada maior facilidade de iniciar o movimento na posição sentada (quanto mais vertical estiver a posição do corpo), e de finalizar o movimento na posição supina (considerando a elevação do ombro até 90°). No caso da PBO, uma hipótese para o maior desafio imposto pela posição sentada refere-se à relação do vetor da gravidade sobre o movimento de elevação do ombro com a capacidade de gerar força do deltoide (músculo motor primário daquele movimento), que é mais fraco na Paralisia de Erb (Pondaag & Allen, 2011). A capacidade de produzir força ou tensão de um músculo depende, dentre outros fatores, do comprimento em que o músculo se encontra quando estimulado, o que está diretamente relacionado à posição do membro (Frontera & Ochala, 2015). Essa propriedade biomecânica do sistema musculoesquelético é conhecida como relação comprimento- tensão (Frontera & Ochala, 2015; Lieber & Bodine-Fowler, 1993). A tensão máxima é produzida quando o músculo está próximo do seu comprimento de repouso, onde há maior sobreposição dos filamentos de actina e miosina, necessários para a formação das pontes cruzadas. Quando o músculo está alongado ou encurtado, sua capacidade de gerar força diminui (Frontera & Ochala, 2015). Sobre esse ponto de vista, podemos inferir que numa posição de 90° de flexão do ombro as fibras do deltóide estão mais encurtadas e com menor capacidade de gerar força que na posição de 0° de flexão do ombro (repouso). Isso significa dizer que à medida que o lactente eleva o braço da posição de repouso até o toque da mão no objeto, a capacidade de gerar força do deltóide diminui, independente da posição do corpo. Por outro lado, ao contrário do que ocorre em supino, à medida que o lactente eleva o braço na posição sentada, maior a resistência da gravidade ao movimento (Out et. al, 1998). Portanto, quando avaliamos a associação da capacidade de gerar força do deltóide com a influência do vetor da gravidade, podemos inferir que há uma maior dificuldade em realizar o alcance sentado do que em supino, o que parece particularmente importante em casos de alteração de força do músculo motor primário daquele movimento, como ocorre na PBO.

Estes resultados são contrários à maioria dos estudos que verificaram a influência da posição corporal no alcance de lactentes típicos sugerindo maiores vantagens da posição sentada. Out e colaboradores (1998) avaliaram oito lactentes típicos aos 3, 4 e 5 meses de idade, e verificaram diferença na frequência de alcance entre as posições apenas aos 5 meses, sendo maior na posição sentada. No estudo conduzido por Carvalho e colaboradores (2007), com quatro lactentes típicos aos 4, 5 e 6 meses de idade, a frequência de alcances foi significativamente maior na posição sentada aos 4 e aos 6 meses, sem diferença aos 5 meses.

Por outro lado, contrariamente aos achados dos estudos anteriores, Bakker e colaboradores (2010) encontraram uma menor frequência de alcances na posição sentada comparado à supina em doze lactentes típicos com 6 meses de idade, não havendo diferença aos 4 meses. Nossos achados não mostraram diferenças na frequência de alcances entre as posições para lactentes do grupo controle aos 6 meses de idade. Diante do exposto parece não haver um consenso sobre o efeito da posição corporal na frequência de alcances em lactentes com desenvolvimento típico. Um dos fatores que pode ter interferido nos resultados discrepantes dos estudos anteriores é a variação da posição sentada dos experimentos: sentado na vertical (Bakker et al., 2010), sentado reclinado 10° para trás a partir da vertical (Out et al., 1998), sentado inclinado 70° para frente a partir da horizontal (Carvalho et al., 2007) e sentado reclinado 50° para trás, no presente estudo. O estudo que mostrou menor frequência de alcances na posição sentada em lactentes típicos (Bakker et al., 2010) não controlou a influência do controle postural, já que o lactente permanecia sentado na vertical e sem cinto estabilizador de tronco, o que pode ter sido determinante nos resultados.

O presente estudo é o primeiro a analisar características do alcance manual em lactentes com PBO. A principal limitação do estudo é o tamanho da amostra, principalmente porque o grupo PBO foi subdividido para análise separada do membro afetado e membro não afetado, visando diminuir o viés das comparações.

Foi verificado que na paralisia de Erb características do alcance como a orientação da mão e a preensão do objeto são diferentes e menos desenvolvidas, comparado a lactentes com desenvolvimento típico. Mesmo o membro não afetado do grupo PBO foi diferente do controle para orientação da mão e ajuste proximal.

A posição do corpo não exerceu influência nos ajustes proximais, na orientação da mão e no sucesso da preensão aos 6 meses de idade. Por outro lado, os lactentes com PBO apresentaram uma menor frequência de alcance com o membro afetado na posição sentada que em supino, além de maiores diferenças com o grupo controle na posição sentada, sugerindo uma maior dificuldade do movimento quando sentados. Estudos investigando a influência da posição corporal em variáveis cinemáticas e eletromiográficas do alcance, por serem medidas mais sensíveis, podem trazer novas informações nesse aspecto e merecem ser conduzidos. A análise eletromiográfica de músculos motores primários do alcance pode auxiliar na compreensão das causas de maior dificuldade de pacientes com PBO realizarem o alcance manual na posição sentada.

Nossos achados sugerem a necessidade da intervenção precoce na estimulação do alcance em lactentes com PBO, além da importância de se ampliar o olhar para o membro não

afetado, incluindo sua estimulação nos programas de reabilitação, bem como a estimulação de alcance bimanual, para melhora da coordenação entre os membros. A posição supina pode ser adotada para facilitar a oportunidade de o lactente alcançar e apreender o objeto, enquanto a posição sentada pode ser estimulada mais precocemente para promover maior desafio na realização do alcance manual.

5. Referências

Bakker, H., Graaf-peters, V. B. De, Eykern, L. A. Van, Otten, B., & Hadders-algra, M. (2010). Development of proximal arm muscle control during reaching in young infants : From variation to selection. *Infant Behavior and Development*, *33*, 30–38. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2009.10.006>

Bellew, M., Kay, S. P. J., Webb, F., & Ward, A. (2000). Developmental and behavioural outcome in obstetric brachial plexus palsy. *Journal of Hand Surgery*, *25*(B), 49–51.

Carvalho, R. P., Tudella, E., & Savelsbergh, G. J. P. (2007). Spatio-temporal parameters in infant's reaching movements are influenced by body orientation. *Infant Behavior and Development*, *30*, 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2006.07.006>

Chauhan, S., Chang, K., Ankumah, N., & Yang, L. (2017). Neonatal brachial plexus palsy: obstetric factors associated with litigation. *The Journal of Maternal- Fetal & Neonatal Medicine*, *30*(20), 2428–2432.

Corbetta, D., & Bojczyk, K. E. (2002). Infants Return to Two-Handed Reaching When They Are Learning to Walk. *Journal of Motor Behavior*, *34*(1), 83–95. <https://doi.org/10.1080/00222890209601933>

Fagard, J. (2000). Linked proximal and distal changes in the reaching behavior of 5- to 12-month-old human infants grasping objects of different sizes. *Infant Behavior and Development*, *23*, 317–329.

Frontera, W. R., & Ochala, J. (2015). Skeletal Muscle : A Brief Review of Structure and Function. *Calcified Tissue International*, *96*, 183–195. <https://doi.org/10.1007/s00223-014-9915-y>

Gilbert, A., Pivato, G., & Kheiralla, T. (2006). Long-term results of primary repair of brachial plexus lesions in children. *Microsurgery*, *26*, 334–342. <https://doi.org/10.1002/micr>

Hadders-algra, M. (2013). Typical and atypical development of reaching and postural control in infancy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *55*, 5–8. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12298>

Hoeksma, A., Steeg, A., Nelissen, R., van Ouwkerk, W., Lankhorst, G., & Jong, B. (2017). Neurological recovery in obstetric brachial plexus injuries : an historical cohort study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *46*, 76–83.

Lieber, R., & Bodine-Fowler, S. (1993). Skeletal Muscle Mechanics: Implications for Rehabilitation -. *Physical Therapy*, *73*(12), 844–856.

Lobo, M., Galloway, J., & Heathcock, J. (2015). Characterization and intervention for upper extremity exploration & reaching behaviors in infancy. *Journal of Hand Therapy*, *28*(2), 114–125. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2014.12.003>

Mayfield, C. H., Kukke, S. N., Brochard, S., Stanley, C. J., Alter, K. E., & Damiano, D. L. (2017). Inter-joint coordination analysis of reach-to-grasp kinematics in children and adolescents with obstetrical brachial plexus palsy. *Clinical Biomechanics*, *46*, 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2017.04.010>

Out, L., Soest, A. J. V., Savelsbergh, G. J. P., & Hopkins, B. (1998). The Effect of Posture on Early Reaching Movements. *Journal of Motor Behavior*, *30*(3), 260–272. <https://doi.org/10.1080/00222899809601341>

Pondaag, W., & Allen, R. H. (2011). Correlating birthweight with neurological severity of obstetric brachial plexus lesions. *International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 1098–1103. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2011.02942.x>

Pondaag, W., Malessy, M., van Dijk, J., & Thomeer, R. (2004). Natural history of obstetric brachial plexus palsy: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *46*, 138–144.

Rocha, N., Costa, C., Savelsbergh, G., & Tudella, E. (2009). The effect of additional weight load on infant reaching. *Infant Behavior and Development*, *32*, 234–237. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2008.12.012>

Rocha, N., Silva, F., & Tudella, E. (2006). The impact of object size and rigidity on infant reaching. *Infant Behavior and Development*, *29*, 251–261. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2005.12.007>

Savelsbergh, G., & van Der Kamp, J. (1994). The Effect of Body Orientation to Gravity on Early Infant Reaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, *58*, 510–528.

Spaargaren, E., Ahmed, J., Ouwkerk, W. J. R. Van, Groot, V. De, & Beckerman, H. (2011). Aspects of activities and participation of 7 e 8 year-old children with an obstetric brachial plexus injury. *European Journal of Paediatric Neurology*, *15*(4), 345–352. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2011.03.008>

Thelen, E., Schöner, G., Scheier, C., & Smith, L. (2001). The dynamics of embodiment: A field theory of infant perseverative reaching. *Behavioral and Brain Sciences*, *24*, 1–86.

Toledo, A., Soares, D., & Tudella, E. (2011). Proximal and Distal Adjustments of Reaching Behavior in Preterm Infants. *Journal of Motor Behavior*, *43*(2), 137–145. <https://doi.org/10.1080/00222895.2011.552076>

Toledo, A., Soares, D., & Tudella, E. (2012). Additional Weight Influences the Reaching Behavior of Low-Risk Preterm Infants. *Journal of Motor Behavior*, *44*(3), 203–212.

Toledo, A., & Tudella, E. (2008). The development of reaching behavior in low-risk preterm infants. *Infant Behavior and Development*, *31*(3), 398–407. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2007.12.006>

Von Hofsten, C., & Fazel-zandy, S. (1984). Development of Visually Guided Hand Orientation in Reaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, *38*, 208–219.

Waters, P. M. (1997). Obstetric Brachial Plexus Injuries: Evaluation and Management. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, *5*(4), 205–214.

Yang, L., Anand, P., & Birch, R. (2005). Limb Preference in Children with Obstetric Brachial Plexus Palsy. *Pediatric Neurology*, *33*(1), 46–49. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2005.01.011>

CAPÍTULO 4

Estudo III: Cinemática do alcance em lactentes com Paralisia Braquial Obstétrica

Manuscrito em elaboração

Resumo

Esse estudo transversal analisou a cinemática do alcance de lactentes com Paralisia Braquial Obstétrica (PBO) do tipo Erb aos 6 meses de idade, na posição sentada. Participaram 11 lactentes com PBO e 9 com desenvolvimento típico. O grupo PBO realizou dois procedimentos: membro livre, em que o membro afetado (*ma*) e o membro não afetado (*mna*) foram analisados separadamente e comparados ao controle; e membro contido, em que o *mna* foi contido e os movimentos realizados pelo *ma* foram analisados e comparados ao controle. Nossos resultados mostraram que o grupo PBO *mna* apresentou um movimento menos satisfatório na comparação com o controle, com maior duração do alcance, mais unidades de movimento, menor unidade de transporte, apesar de realizar o movimento com maior velocidade média. O PBO *ma* apresentou mais diferenças com o controle no procedimento membro livre do que no contido, com maior duração do movimento e menor velocidade final. Nossos achados sugerem que o membro não afetado do PBO tem características menos satisfatórias que lactentes típicos, apesar de não demonstrar limitação para a realização da atividade, e também precisa ser estimulado nos programas de reabilitação. Tal membro não pode ser usado como controle dos pacientes com PBO. A contenção do *mna* parece favorecer a cinemática do alcance com o *ma*.

Palavras-chaves: análise 3D, Paralisia de Erb, alcance manual, membro não afetado

KINEMATICS OF REACHING BEHAVIOR IN INFANTS WITH OBSTETRIC BRACHIAL PLEXUS PALSY

Abstract

This cross-sectional study analyzed the kinematics of reaching in infants with Obstetric Brachial Plexus Palsy (OBPP), Erb's palsy type, at 6 months old in the seated position. Eleven infants with OBPP and 9 with typical development participated. The OBPP group performed two procedures: free limb, in which the affected limb (*aff*) and the unaffected limb (*unaff*) were analyzed separately and compared to the control; and constrained limb, where the *unaff* was constrained and the movements performed by the *aff* were analyzed and compared to the control. Our results showed that the OBPP *unaff* group presented a less

satisfactory movement in comparison with the control, with a longer duration of movement, more units of movement, smaller transport unit, despite performing the movement with higher average speed. The OBPP *aff* presented more differences with the control in the free limb procedure than in the one constrained, with longer duration of movement and lower final velocity. Our findings suggest that the unaffected limb of OBPP has less satisfactory characteristics than typical infants, although it does not demonstrate limitation to the activity. The unaffected limb also needs to be stimulated in rehabilitation programs and it can't be used as a control for patients with OBPP. The constraint of the unaffected limb seems to favor the reaching kinematics of the affected one.

Key words: 3D analysis, Erb's Palsy, reaching, unaffected upper limb

1. Introdução

A análise cinemática pode fornecer dados quantitativos sensíveis e válidos sobre o movimento da extremidade superior (Aboelnasr, Hegazy, & Altalway, 2017). Na paralisia braquial obstétrica (PBO), há alguns estudos de análise cinemática do membro superior com diferentes propósitos, abordando principalmente aspectos de análise biomecânica e desfechos funcionais. Quanto ao primeiro aspecto, estudos têm focado em: avaliar a contribuição individual das articulações glenoumeral e escapulotorácica para a elevação do ombro (Duff & DeMatteo, 2016) e durante a realização dos 5 movimentos da escala Mallet (abdução, rotação externa, mão à cabeça, mão às costas, mão à boca)(Herisson et al., 2017), além de analisar as articulações envolvidas durante a tarefa de alcance e preensão e correlacionar com escalas funcionais (Mayfield et al., 2017). Quanto aos desfechos funcionais, encontramos estudos com objetivo de identificar diferenças com crianças saudáveis na realização de atividades de vida diária (Mahon, Malone, Kiernan, & Meldrum, 2018) e avaliar resultados cirúrgicos (Fitoussi, Maurel, Diop, Laassel, & Ilharreborde, 2009). Em todos esses estudos, a idade dos sujeitos variou entre 4 e 18 anos, não tendo sido encontrado na literatura nenhuma pesquisa de avaliação cinemática em lactentes com PBO. Em alguns desses estudos (Duff & DeMatteo, 2016; Herisson et al., 2017) o membro não afetado foi utilizado como controle na comparação com o membro afetado, apesar de não ter sido investigado até o momento se este membro apresenta diferenças cinemáticas quando comparado ao de crianças sem a lesão.

A literatura também é escassa no que diz respeito ao desenvolvimento da extremidade superior em lactentes com PBO. Nos casos de lesão do tronco superior (C5-C6) ou Paralisia de Erb, há fraqueza do ombro e do bíceps (Pondaag & Allen, 2011), com dificuldade para elevação e rotação externa do ombro, flexão do cotovelo e supinação do antebraço. Sabe-se que as deficiências de estrutura e função do corpo apresentadas por esses indivíduos limitam o seu engajamento nos comportamentos de exploração geral, alcance manual e exploração do objeto (Lobo, Galloway, & Heathcock, 2015). Juntos, tais comportamentos permitem que lactentes curiosos e motivados aprendam sobre o seu corpo, sobre os objetos e a complexa relação entre eles (von Hofsten, 2009).

Há muita informação disponível sobre o comportamento de alcance em lactentes com desenvolvimento típico. Seu início ocorre por volta dos 4 meses e é caracterizado pela alta variabilidade. Ao longo dos meses, os movimentos de alcance tornam-se mais regulares e suaves, com trajetória mais retilínea (Carvalho, Tudella, & Savelsbergh, 2007; van der Heide, Otten, van Eykern, & Hadders-Algra, 2003; Von Hofsten, 1991), redução do número de unidades de movimento e um aumento paralelo da duração da primeira unidade de movimento, conhecida como unidade de transporte (De Graaf-peters, Bakker, van Eykern, Otten, & Hadders-algra, 2007; Fallang, Didrik, & Hadders-algra, 2000; Hadders-algra, 2013), até que um padrão de resposta predomine baseado na aprendizagem e na repetição do movimento (Zaal, Daigle, Gottlieb, & Thelen, 1999). Tem sido descrito que determinadas condições como a prematuridade e a síndrome de Down alteram negativamente as características cinemáticas do alcance (Campos, Rocha, & Savelsbergh, 2010; Fallang et al., 2000; Toledo & Tudella, 2008). Em lactentes com PBO, não há dados disponíveis.

A análise cinemática do alcance manual, além de inédita em lactentes com PBO, propiciará maior compreensão sobre aspectos quantitativos do movimento de alcance nesta população. Será possível compreender se a deficiência de estrutura e função do membro afetado na PBO leva a uma limitação da atividade do alcance apenas no membro afetado ou em ambos. Ainda, se o membro não afetado do PBO apresenta desempenho semelhante ao grupo controle, ou melhor, devido à maior experimentação do movimento com este membro. Tais achados poderão trazer informações relevantes para a prática clínica, como a necessidade de estimulação do membro não afetado dos pacientes com PBO, caso este membro também apresente características mais imaturas quando comparado ao grupo controle. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi analisar a cinemática do alcance na postura sentada reclinada em lactentes de 6 meses com PBO e comparar com lactentes com desenvolvimento típico.

2. Método

2.1 Participantes

Trata-se de um estudo observacional transversal e controlado, sendo a amostra de conveniência. Participaram vinte lactentes, com idade de 6 meses (+/- 1 semana). O grupo PBO foi constituído de 11 lactentes com paralisia de Erb (C5-C6), admitidos e em acompanhamento no Hospital de Reabilitação Sarah de Brasília/DF. O grupo controle foi constituído de 9 lactentes com desenvolvimento típico, recrutados na comunidade.

Os critérios de inclusão para ambos os grupos foram idade gestacional entre 37 e 42 semanas e peso adequado ao nascimento (>2.500g), sem evidência de comprometimento neurológico. Para inclusão no grupo controle, foi considerado um Apgar com escore igual ou maior que 7 no primeiro e no quinto minuto. A tabela 1 mostra as características da amostra (tabela 1). No grupo PBO, considerou-se como paralisia de Erb na presença de alteração da flexão do ombro e do cotovelo, com função da mão preservada (Pondaag & Allen, 2011), o que foi definido pela avaliação clínica da função motora de todo o membro superior. Nenhum dos pacientes com PBO tinha histórico de intervenção cirúrgica ou aplicação de toxina botulínica no membro afetado.

Foram excluídos do estudo os pacientes com PBO com envolvimento do tronco médio e/ou inferior, pacientes que não foram capazes de atingir 90° de flexão do ombro durante o movimento de alcance, e lactentes com diagnóstico associado de lesão cerebral ou prematuridade.

O estudo foi aprovado pelo Comitê Científico e Comitê de Ética em Pesquisa da Associação das Pioneiras Sociais - DF / Rede Sarah (número do parecer: 2.990.256). O termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado pelos pais dos participantes antes da coleta de dados.

Tabela 1. Características da amostra por grupo

	Grupo PBO(n=11)	Grupo Controle (n=9)
Idade na coleta [média (DP)]	6m ± (3d)	6m ± (2d)
Gênero: F/M	6/5	4/5
Idade gestacional [média (DP)]	39,47 ± (1,25)	38,98 ± (1,38)
Peso ao nascimento (g) [média (DP)]	4018 ± (586)	3219 ± (438)
Apgar 1' [média (DP)]	6 ± (2)	8 ± (0,75)
Apgar 5' [média (DP)]	8 ± (1,5)	9 ± (0,53)

DP: desvio padrão, m: meses, d: dias, F: feminino, M: masculino

2.2 Procedimentos e Materiais

Os dados cinemáticos foram obtidos através do Sistema de Captura do Movimento Tridimensional – *Vicon Vantage 5 & 8*, composto por 12 câmeras, com frequência de 120Hz. As câmeras possuem campo de visão padrão (*Standard FOV*) com lentes de 12.5mm, 22 *Leds* de IR (high-powered IR *Led Strobe* – 850nm). O Sistema Vicon foi devidamente calibrado no início de cada coleta de dados, utilizando o *wand* de 5 marcas *Led* do próprio equipamento. Foram utilizados marcadores reflexivos padronizados pelo Sistema Vicon, com 9 mm de diâmetro, fixados com fita adesiva hipoalergênica. Um marcador foi fixado na cadeira infantil outro no brinquedo e os demais no lactente; um sobre a testa (um dedo acima da glabella do osso frontal) e, em cada membro, um sobre o ombro (acrômio), um sobre o cotovelo (epicôndilo lateral), um sobre o punho (na região dorsal) e um sobre o quadril (trocanter maior). Para a análise dos dados foi considerado apenas o marcador do punho. Três câmeras de vídeo digital, com frequência de 30Hz foram utilizadas; uma câmera CANON XL H1 com foco anterolateral, outra câmera CANON XL H1 na lateral esquerda do lactente e a terceira câmera CANON T3i posicionada pósterio-superior ao lactente (figura 1a). As câmeras possibilitaram a adequada visualização para determinação do início e do final do movimento de alcance.

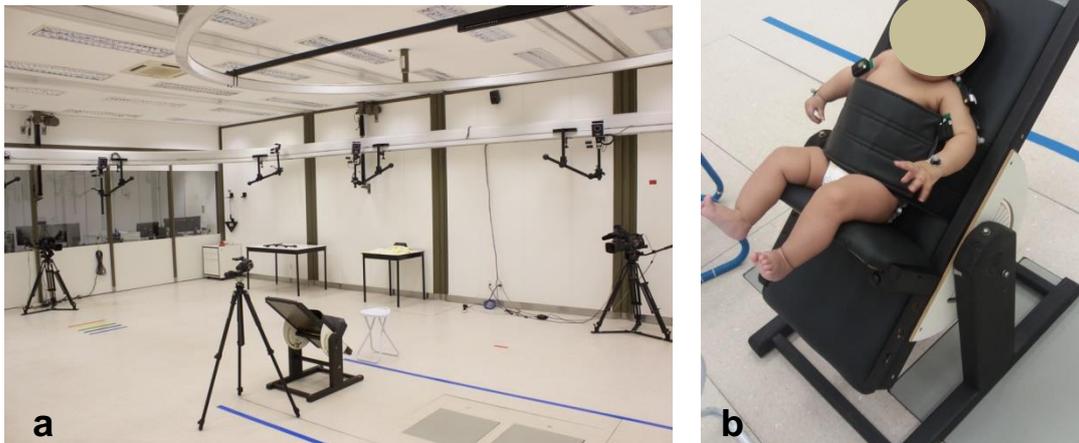


Figura 1 – a) posição das câmeras no cenário de coleta b) posicionamento na cadeira de teste

A coleta de dados ocorreu no Laboratório de Movimento do Hospital Sarah, no período de dezembro de 2017 a outubro de 2018. Os lactentes foram avaliados apenas de fralda, sentados em uma cadeira infantil com encosto reclinado a 50° a partir da vertical (Toledo & Tudella, 2008; Von Hofsten & Fazel-zandy, 1984) (figura 1b). Para promover maior estabilidade de tronco, foi utilizada uma faixa de couro de 12 cm de largura.

Um objeto atrativo, não familiar ao lactente, com aproximadamente 5 cm de diâmetro e 9 cm de comprimento, foi apresentado na linha média, na altura do ombro, na distância do comprimento dos braços do lactente (Corbetta & Snapp-childs, 2009; Toledo, Soares, & Tudella, 2011; Toledo & Tudella, 2008). Quando o lactente não mostrou interesse no alcance, outro objeto com características similares foi apresentado. Após o toque da mão do lactente no objeto, foi dado 5 segundos para que ele pudesse explorá-lo. O objeto então foi cuidadosamente retirado e reapresentado a fim de eliciar um novo alcance. O procedimento teve duração de 2 minutos e foi realizado com o grupo controle e o grupo PBO, sendo denominado procedimento membro livre. No grupo PBO, foi realizado um procedimento adicional, denominado procedimento membro contido, no qual foi realizada a contenção do membro não afetado para garantir a realização do alcance com o membro afetado. As condições experimentais foram similares ao procedimento livre, no entanto o examinador conteve manualmente o membro não afetado do lactente.

2.3 Descrição das variáveis dependentes

Foram analisadas as seguintes variáveis cinemáticas:

Duração do movimento (s): tempo do início do movimento de alcance até o contato da mão com o objeto.

Índice de retidão (0-1): obtido pela razão entre a menor distância que poderia ser percorrida pela mão até o objeto e a distância percorrida pela mão nesta trajetória. Quanto mais próximo de 1 for o índice, mais próximo de um segmento de reta terá sido a trajetória (Thelen, Corbetta, & Spencer, 1996; Toledo & Tudella, 2008).

Unidade de movimento: definida como o número de velocidades máximas entre duas velocidades mínimas, sendo a diferença maior que 1 cm/s (Thelen et al., 1996). Quanto maior o número de unidades de movimento, mais picos de aceleração e desaceleração o lactente apresentou, demonstrando uma trajetória com mais ajustes.

Unidade de transporte (%): percentual da duração relativa da primeira unidade de movimento em relação à duração total do alcance (De Graaf-peters et al., 2007). Quanto maior o tamanho da unidade de transporte, mais fluente o movimento no início do alcance.

Velocidade média (cm/s): obtida pela razão entre a distância percorrida pela mão e o tempo gasto ao longo do movimento (Mathew, Cook, Mathew, & Cook, 1990). Uma maior velocidade média, quando acompanhada de bons rendimentos nas demais variáveis cinemáticas do alcance, indica um movimento mais maduro.

Velocidade final (cm/s): representada pela velocidade da mão no momento em que ela toca o objeto (Toledo & Tudella, 2008). Uma menor velocidade final indica melhor controle de desaceleração da mão ao tocar o objeto.

2.4 Análise dos Dados

O movimento de alcance foi considerado válido quando o lactente localizou o objeto no espaço, fixou o olhar sobre ele e levou a mão em direção ao objeto, até tocá-lo. Nos alcances em que ambas as mãos se dirigiram ao objeto e tocaram no mesmo, apenas os dados referentes à primeira mão a tocar o objeto foram incluídos para a análise. O início e o final do movimento foram analisados a partir da imagem obtida pelas câmeras de vídeo sincronizadas com o sistema Vicon. O início do alcance foi estabelecido como sendo o primeiro movimento do membro superior (punho) em direção ao objeto. O final do alcance foi determinado como o momento no qual qualquer parte da mão do lactente tocasse o objeto (Out, Soest, Savelsbergh,

& Hopkins, 1998; Toledo, Soares, & Tudella, 2012). Os vídeos foram analisados por meio do programa VirtualDub 1.10.4 para identificação do *frame* inicial e final de cada alcance.

Inicialmente, os dados obtidos pelo sistema Vicon foram processados no programa Matlab versão 2015, por uma rotina criada para obtenção das variáveis do estudo. Utilizou-se um filtro Butterworth de 4ª ordem, frequência de corte de 6 Hz. Os dados processados pelo Matlab foram analisados por meio do software SPSS, versão 23. Realizou-se um teste para verificar a normalidade da amostra, e como os pressupostos de normalidade não foram atendidos, optou-se por um teste não paramétrico.

No grupo controle (grupo 1) foram considerados todos os alcances, não havendo diferenciação entre os membros direito e esquerdo. O grupo PBO, no procedimento membro livre, foi subdividido para análise de acordo com o membro do alcance em: membro não afetado (*mna*) ou grupo 2, e membro afetado (*ma*) ou grupo 3. No procedimento contido do grupo PBO analisou-se os movimentos realizados pelo membro afetado (*ma*) ou grupo 4. Cada um dos três subgrupos do grupo PBO foram comparados ao grupo controle. O teste Mann Whitney-U foi aplicado para verificar possíveis diferenças entre os grupos. A significância adotada para todas as análises foi de 5% ($p \leq 0,05$).

3. Resultados

Os lactentes realizaram 202 alcances, dos quais 11 foram excluídos por choro, toque da mão do lactente na mão do examinador antes do toque ao objeto ou por o lactente não estar olhando para o objeto. Portanto, 191 alcances foram analisados, sendo no procedimento membro livre, 60 alcances do grupo controle, 43 do grupo PBO *mna* e 27 do grupo PBO *ma* e, no procedimento membro contido, 61 alcances do grupo PBO *ma*.

No procedimento membro livre, observou-se que na comparação entre o grupo PBO *mna* e o grupo controle, houve uma maior duração do alcance ($p=0,001$) (figura 2A), mais unidades de movimento ($p=0,005$) (figura 2C), maior velocidade média ($p=0,02$) (figura 2D) e menor unidade de transporte ($p=0,008$) (figura 2E) no grupo PBO. Na análise entre o grupo PBO *ma* e o grupo controle, o grupo PBO apresentou maior duração do alcance ($p=0,01$) (figura 2A), e menor velocidade final ($p=0,02$) (figura 2F). Não houve diferença estatística para as demais variáveis analisadas.

Ao compararmos o grupo PBO *ma* no procedimento contido e o grupo controle, não houve diferença estatística para nenhuma das variáveis analisadas.

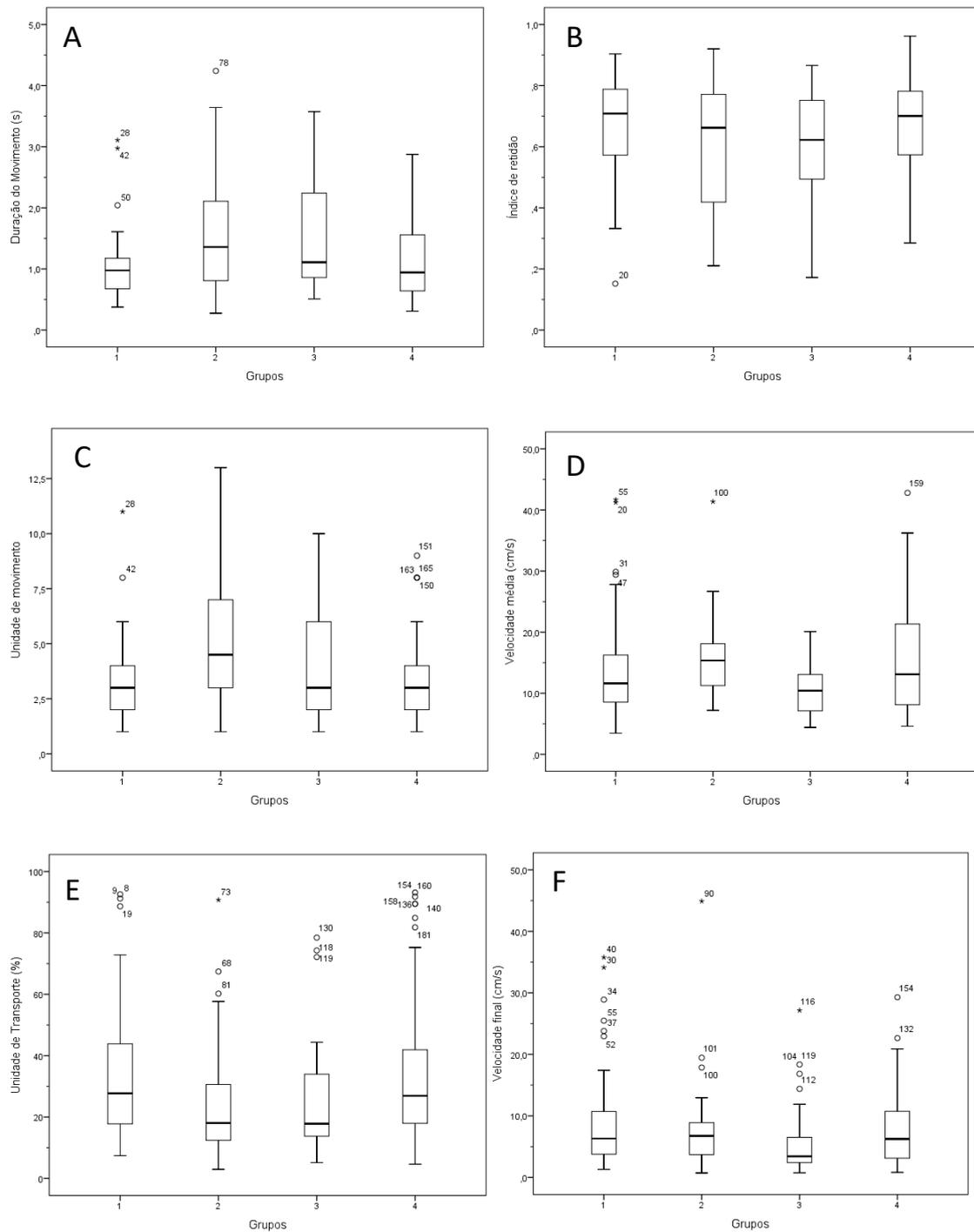


Figura 2 – Comparação entre o grupo controle (1) e cada um dos grupos PBO (2, 3 e 4) para as variáveis (A) duração do movimento, (B) índice de retidão, (C) unidade de movimento, (D) velocidade média, (E) unidade de transporte e (F) velocidade final. Grupo 1: controle. Grupo 2: PBO mna. Grupo 3: PBO ma (no procedimento livre). Grupo 4: PBO ma (no procedimento contido).

4. Discussão

O presente estudo analisou a cinemática do alcance de lactentes de 6 meses com PBO do tipo Erb, na posição sentada, e comparou com lactentes com desenvolvimento típico. O grupo PBO foi avaliado em 2 procedimentos, o alcance livre, em que o lactente tinha a opção de alcançar com qualquer um dos membros, e o alcance contido, em que só era possível o alcance com o membro afetado.

No procedimento de alcance livre, observamos que o lactente com PBO realizou maior número de alcances com o membro não afetado, o que condiz com o observado na nossa prática clínica. A literatura também aponta uma preferência pelo uso do membro não afetado na PBO (Spaargaren, Ahmed, Ouwkerk, Groot, & Beckerman, 2011; Yang, Anand, & Birch, 2005). Em um estudo conduzido com 37 crianças com PBO entre 5 e 9 anos de idade, apenas 17% das crianças com lesão à direita tiveram preferência manual à direita, em contraste aos 90% esperados na população geral. (Yang et al., 2005).

Na comparação entre os membros do lactente PBO (membro afetado e não afetado) com os lactentes do grupo controle nossos resultados mostraram que ambos os membros do lactente com PBO tem características cinemáticas distintas daquelas apresentadas pelos lactentes típicos (controle). Há uma lacuna na literatura quanto à investigação do comportamento do membro não afetado na PBO. Foram encontrados apenas dois estudos com esse propósito, com resultados contrários, porém os enfoques e parâmetros utilizados foram bem distintos (Aktas, Eren, Kenis-Coskun, & Karadag-Saygi, 2018; Wang, Petuskey, Bagley, James, & Rab, 2007). Wang e colaboradores investigaram por meio de análise cinemática a angulação de 5 movimentos (flexão, abdução e rotação externa do ombro, flexão do cotovelo e pronação do antebraço) do membro não afetado durante tarefas que simulavam atividades de vida diária. Os dados de 40 crianças com PBO entre 5 e 8 anos foram comparados com os de 15 crianças do grupo controle. Os resultados não mostraram diferença significativa entre os grupos quanto ao ângulo articular máximo nos movimentos executados, sendo sugerido que o membro não afetado pode ser utilizado como controle naquela faixa etária (Wang et al., 2007). Por outro lado, o estudo conduzido por Aktas e colaboradores (2018) mostrou que a função motora fina e grossa (avaliada por meio de testes funcionais) do membro não afetado de crianças com PBO foi significativamente pior entre as idades de 4 e 8 anos quando comparado com o membro superior dominante de crianças com desenvolvimento típico. Os autores verificaram ainda que o déficit melhorou com o crescimento (ausência de diferença entre 9 e 13 anos) (Aktas et al., 2018).

No presente estudo verificamos que o membro não afetado do PBO apresentou maior duração do movimento, mais unidades de movimento e menor unidade de transporte que o controle. Funcionalmente, tais resultados podem indicar que o membro não afetado do PBO realizou uma trajetória em tempo maior, com mais ajustes e menor fluência do movimento no início do alcance. A maior duração do alcance nestes lactentes ocorreu possivelmente, devido aos vários picos de aceleração e desaceleração da mão durante a trajetória, fato este, que contribuiu também para uma menor unidade de transporte. O membro afetado do grupo PBO, além da maior duração, apresentou também uma menor velocidade final. Especificamente com relação a este último resultado, o estudo de Toledo e Tudella (2008) mostrou que lactentes com deficiências de funções, como lactentes prematuros, utilizam a estratégia de desacelerar o braço antes de tocar o objeto, na tentativa de apreendê-lo com maior sucesso. Uma vez que os lactentes com PBO podem apresentar um atraso na coordenação visomotora (Bellew, Kay, Webb, & Ward, 2000), eles podem ter usado a mesma estratégia de realizar o alcance em uma trajetória com maior duração, e diminuir a velocidade da mão antes de tocar o objeto para ter sucesso no alcance, tocando desta forma, o objeto.

Além das alterações neuromusculares na PBO, com alteração da força de músculos motores primários do alcance como deltóide e bíceps, o atraso no desenvolvimento da mão na linha média, e na coordenação intermembros (Bellew et al., 2000) podem ter grande contribuição para o desempenho menos satisfatório, com relação à cinemática do alcance, encontrado no grupo de estudo. Além disso, estudos recentes têm sugerido mudanças corticais centrais em indivíduos com PBO (Anguelova, Malessy, Buitenhuis, Zwet, & Dijk, 2016; Kislay & Devi, 2017), como redução do volume do corpo caloso, podendo interferir com a conexão entre os hemisférios cerebrais e conseqüentemente afetar também a função do membro contralateral (Aktas et al., 2018).

Um achado inesperado do nosso estudo foi o membro não afetado apresentar consideravelmente mais diferenças que o membro afetado, na comparação com o controle. Uma possível justificativa para esse resultado está na diferença do número de alcances entre os membros, bem menor para o membro afetado, o que pode ter sido insuficiente para produzir diferenças significativas. Diante deste resultado, acreditamos que usar o membro do PBO não afetado como controle para comparação de desfechos diversos não é uma aconselhável medida, visto que o mesmo apresenta significativas alterações cinemáticas na comparação com lactentes sem deficiências de funções musculoesqueléticas e neuromotoras.

Em relação ao procedimento contido, outro resultado interessante do nosso estudo, também inesperado, é que o membro afetado do grupo PBO não apresentou diferenças

significativas na comparação com o grupo controle em nenhuma das variáveis do estudo. Dentre os 3 grupos PBO analisados, o grupo PBO membro afetado no procedimento contido foi o que mais se assemelhou ao grupo controle. Em outras palavras, a contenção do membro não afetado parece ter favorecido o alcance com o membro afetado. Uma análise observacional dos vídeos da coleta nos levou a algumas hipóteses para esse achado. Uma delas é que a contenção do membro promoveu uma maior estabilização do tronco e conseqüentemente um melhor controle postural. Como já demonstrado em estudos prévios, um melhor controle postural está associado a uma maior qualidade do alcance (De Graaf-peters et al., 2007). Outra hipótese é que o lactente tenha utilizado o membro contido como um contra apoio, favorecendo a descarga de peso corporal neste hemisfério e atuando como uma alavanca facilitadora do movimento do membro afetado. Não encontramos na literatura outro estudo com desenho similar que pudesse trazer contribuições para a justificativa desse resultado. Os estudos que utilizaram a contenção induzida do membro não afetado, seja em adultos após acidente vascular encefálico (Kwakkel, Veerbeek, van Wegen, & Wolf, 2016), seja em crianças com paralisia cerebral (Charles, Wolf, Schneider, & Gordon, 2006; Gelkop, Burshtein, Lahav, & Brezner, 2014) ou PBO (Abdel-kafy, Kamal, & Elshemy, 2013), avaliaram seu efeito dentro de um programa de intervenção e não o efeito imediato da contenção, independente do parâmetro avaliado.

O presente estudo é inédito e mostrou importantes resultados que poderão contribuir positivamente para a pesquisa e para a prática. Vimos que lactentes com PBO levam mais tempo para alcançar o objeto tanto com o membro afetado quanto com o membro não afetado. O membro não afetado apresenta características que indicam um desempenho menos satisfatório comparado a lactentes com desenvolvimento típico, como mais unidades de movimento e menor percentual da unidade de transporte. Sendo assim, o membro não afetado de lactentes com PBO não deve ser usado como controle em pesquisas. Além disso, esse membro deve ser estimulado nos programas de reabilitação, preferencialmente em atividades bimanuais. Por outro lado, como a contenção do membro não afetado favoreceu o desempenho com o membro afetado, sugere-se que parte do atendimento do lactente com PBO inclua a contenção, sem causar estresse ao bebê, o que parece possível em idades mais precoces como aos 6 meses.

Pesquisas futuras com desenho longitudinal podem mostrar resultados importantes em relação ao comportamento do membro afetado e não afetado ao longo do desenvolvimento do lactente com PBO. Pesquisas de avaliação do efeito de terapia de contenção do membro

adaptada incluindo análise cinemática do movimento podem trazer respostas sensíveis e contribuições para a reabilitação desses pacientes.

A limitação do nosso estudo está no tamanho da amostra. O número de alcances analisados foi pequeno, principalmente ao considerarmos o membro afetado do grupo PBO, no procedimento livre. Verificamos que nesta situação o lactente com PBO faz menos alcances com o membro afetado e por isso o número de alcances nesse grupo foi bem inferior aos demais. Uma amostra maior forneceria mais oportunidades de se encontrar diferenças entre os grupos, no entanto tratando-se de um tipo específico de paralisia braquial obstétrica, que já não é uma condição de alta incidência na população, há dificuldade de inclusão de um número maior de lactentes. Talvez uma opção mais viável para pesquisas futuras seja aumentar a duração da coleta, de 2 para 5 minutos, por exemplo.

5. Referências

- Abdel-kafy, E. M., Kamal, H. M., & Elshemy, S. A. (2013). Effect of modified constrained induced movement therapy on improving arm function in children with obstetric brachial plexus injury. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*, *14*(3), 299–305. <https://doi.org/10.1016/j.ejmhg.2012.11.006>
- Aboelnasr, E. A., Hegazy, F. A., & Altalway, H. A. (2017). Kinematic characteristics of reaching in children with hemiplegic cerebral palsy: A comparative study. *Brain Injury*, *31*(1), 83–89. <https://doi.org/10.1080/02699052.2016.1210230>
- Aktas, D., Eren, B., Kenis-Coskun, O., & Karadag-Saygi, E. (2018). Function in unaffected arms of children with obstetric brachial plexus palsy. *European Journal of Paediatric Neurology*, *XXX*, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2018.03.005>
- Anguelova, G. V, Malessy, M. J. A., Buitenhuis, S. M., Zwet, E. W. Van, & Dijk, J. G. Van. (2016). Impaired Automatic Arm Movements in Obstetric Brachial Plexus Palsy Suggest a Central Disorder, 17–21. <https://doi.org/10.1177/0883073816635746>
- Bellew, M., Kay, S. P. J., Webb, F., & Ward, A. (2000). Developmental and behavioural outcome in obstetric brachial plexus palsy. *Journal of Hand Surgery*, *25*(B), 49–51.
- Campos, A., Rocha, N. A. C. F., & Savelsbergh, G. J. P. (2010). Development of reaching and grasping skills in infants with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, *31*, 70–80. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2009.07.015>
- Carvalho, R. P., Tudella, E., & Savelsbergh, G. J. P. (2007). Spatio-temporal parameters in infant 's reaching movements are influenced by body orientation. *Infant Behavior and Development*, *30*, 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2006.07.006>
- Charles, J., Wolf, S., Schneider, J., & Gordon, A. (2006). Efficacy of a child- friendly

form of movement therapy in hemiplegic cerebral palsy : a randomized control trial, *48*, 635–642.

Corbetta, D., & Snapp-chilids, W. (2009). Infant Behavior and Development Seeing and touching : The role of sensory-motor experience on the development of infant reaching. *Infant Behavior and Development*, *32*, 44–58. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2008.10.004>

De Graaf-peters, V., Bakker, H., van Eykern, L., Otten, B., & Hadders-algra, M. (2007). Postural adjustments and reaching in 4- and 6-month-old infants : an EMG and kinematical study, *181*, 647–656. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-0964-6>

Duff, S., & DeMatteo, C. (2016). Clinical Assessment of the infant and child following perinatal brachial plexus injury. *Journal of Hand Therapy*, *28*(2), 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2015.01.001>.Clinical

Fallang, B., Didrik, O., & Hadders-algra, M. (2000). Goal directed reaching and postural control in supine position in healthy infants, *115*, 9–18.

Fitoussi, F., Maurel, N., Diop, A., Laassel, E. M., & Ilharreborde, B. (2009). Upper extremity kinematics analysis in obstetrical brachial plexus palsy, 336–342. <https://doi.org/10.1016/j.otrs.2009.04.012>

Gelkop, N., Burshtein, D. G., Lahav, A., & Brezner, A. (2014). Efficacy of Constraint-Induced Movement Therapy and Bimanual Training in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy in an Educational Setting, (August 2013), 1–16. <https://doi.org/10.3109/01942638.2014.925027>

Hadders-algra, M. (2013). Typical and atypical development of reaching and postural control in infancy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *55*, 5–8. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12298>

Herisson, O., Maurel, N., Diop, A., Le Chatelier, M., Cambon-Binder, A., & Fitoussi, F. (2017). Shoulder and elbow kinematics during the Mallet score in obstetrical brachial plexus palsy. *Clinical Biomechanics*, *43*, 1–7.

Kislay, K., & Devi, B. I. (2017). Novel Findings in Obstetric Brachial Plexus Palsy : A Study of Corpus Callosum Volumetry and Resting-State Functional Magnetic Resonance Imaging of Sensorimotor Network, *0*(0), 1–10. <https://doi.org/10.1093/neuros/nyx495>

Kwakkel, G., Veerbeek, J., van Wegen, E., & Wolf, S. (2016). Constraint-Induced Movement Therapy after Stroke, *14*(2), 224–234. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(14\)70160-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(14)70160-7).Constraint-Induced

Lobo, M., Galloway, J., & Heathcock, J. (2015). Characterization and intervention for upper extremity exploration & reaching behaviors in infancy. *Journal of Hand Therapy*, *28*(2), 114–125. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2014.12.003>

Mahon, J., Malone, A., Kiernan, D., & Meldrum, D. (2018). Clinical Biomechanics Kinematic differences between children with obstetric brachial plexus palsy and healthy controls while performing activities of daily living, *59*(September), 143–151. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.09.004>

Mathew, A., Cook, M., Mathew, A., & Cook, M. (1990). The Control of Reaching Movements by Young Infants. *Child Development*, *61*, 1238–1257.

Mayfield, C. H., Kukke, S. N., Brochard, S., Stanley, C. J., Alter, K. E., & Damiano, D. L. (2017). Inter-joint coordination analysis of reach-to-grasp kinematics in children and adolescents with obstetrical brachial plexus palsy. *Clinical Biomechanics*, *46*, 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2017.04.010>

Out, L., Soest, A. J. V., Savelsbergh, G. J. P., & Hopkins, B. (1998). The Effect of Posture on Early Reaching Movements. *Journal of Motor Behavior*, *30*(3), 260–272. <https://doi.org/10.1080/00222899809601341>

Pondaag, W., & Allen, R. H. (2011). Correlating birthweight with neurological severity of obstetric brachial plexus lesions. *International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 1098–1103. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2011.02942.x>

Spaargaren, E., Ahmed, J., Ouwerkerk, W. J. R. Van, Groot, V. De, & Beckerman, H. (2011). Aspects of activities and participation of 7 e 8 year-old children with an obstetric brachial plexus injury. *European Journal of Paediatric Neurology*, *15*(4), 345–352. <https://doi.org/10.1016/j.ejpn.2011.03.008>

Thelen, E., Corbetta, D., & Spencer, J. P. (1996). Development of Reaching During the First Year : Role of Movement Speed. *Journal of Experimental Psychology*, *22*(5), 1059–1076.

Toledo, A., Soares, D., & Tudella, E. (2011). Proximal and Distal Adjustments of Reaching Behavior in Preterm Infants. *Journal of Motor Behavior*, *43*(2), 137–145. <https://doi.org/10.1080/00222895.2011.552076>

Toledo, A., Soares, D., & Tudella, E. (2012). Additional Weight Influences the Reaching Behavior of Low-Risk Preterm Infants. *Journal of Motor Behavior*, *44*(3), 203–212.

Toledo, A., & Tudella, E. (2008). The development of reaching behavior in low-risk preterm infants. *Infant Behavior and Development*, *31*(3), 398–407. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2007.12.006>

van der Heide, J., Otten, B., van Eykern, L., & Hadders-Algra, M. (2003). Development of postural adjustments during reaching in sitting children. *Exp Brain Res*, *151*, 32–45. <https://doi.org/10.1007/s00221-003-1451-3>

Von Hofsten, C. (1991). Structuring of Early Reaching Movements : a Longitudinal Study. *Journal of Motor Behavior*, *23*(4), 280–292. <https://doi.org/10.1080/00222895.1991.9942039>

Von Hofsten, C. (2009). Development and Aging Action , the foundation for cognitive development. *Scandinavian Journal of Psychology*, *50*, 617–623. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2009.00780.x>

Von Hofsten, C., & Fazel-zandy, S. (1984). Development of Visually Guided Hand Orientation in Reaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, *38*, 208–219.

Wang, J. S., Petuskey, K., Bagley, P. A. M., James, M. A., & Rab, G. (2007). The

Contralateral Unimpaired Arm as a Control for Upper Extremity Kinematic Analysis in Children With Brachial Plexus Birth Palsy, 27(6), 709–711.

Yang, L., Anand, P., & Birch, R. (2005). Limb Preference in Children with Obstetric Brachial Plexus Palsy. *Pediatric Neurology*, 33(1), 46–49. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2005.01.011>

Zaal, F. T. J. M., Daigle, K., Gottlieb, G. L., & Thelen, E. (1999). An Unlearned Principle for Controlling Natural Movements. *Journal of Neurophysiology*, 82(1), 255–259.

CAPÍTULO 5

Estudo IV: Influência da posição corporal no alcance de lactentes com Paralisia Braquial Obstétrica

Manuscrito em elaboração

Resumo

O objetivo do estudo foi avaliar a influência da posição corporal nas variáveis cinemáticas do alcance de lactentes com paralisia braquial obstétrica (PBO). O grupo de estudo foi composto por 11 lactentes com Paralisia de Erb e o grupo controle por 9 lactentes com desenvolvimento típico, todos com idade de 6 meses (+/- 1 semana). Um total de 245 alcances foi analisado em ambos os grupos, nas posições sentada semi-reclinada (40° a partir da horizontal) e supina (0°). No grupo PBO a posição teve efeito sobre a duração do alcance, índice de retidão, unidade de movimento e velocidade média. No grupo controle houve diferença apenas para a duração do alcance. A posição sentada semi-reclinada ofereceu vantagens para ambos os grupos, com maior impacto na PBO.

Palavras-chave: Paralisia de Erb, alcance, cinemática, sentado, supino

THE EFFECT OF BODY POSITION ON REACHING KINEMATICS OF INFANTS WITH OBSTETRIC BRACHIAL PLEXUS PALSY

Abstract

The aim of this investigation was to evaluate the effect of seated and supine positions on spatio-temporal parameters of reaching in infants with obstetric brachial plexus palsy (OBPP). The study group consisted of 11 infants with Erb's Palsy and the control group of 9 infants with typical development, all aged 6 months (+/- 1 week). A total of 245 reaching movements were analyzed in both groups, in the following semi-recline seated (40° from horizontal) and supine (0°) position. In OBPP group, the position had effect on movement duration, straightness index, movement units and the mean velocity. In the control group there was effect only for movement duration. The semi-recline seated position provided advantages for both groups, with greater impact on OBPP.

Key words: Erb's palsy, reaching, kinematics, seated, supine

1. Introdução

O desenvolvimento do alcance manual em lactentes típicos está bem documentado na literatura e tem sido tradicionalmente pesquisado por meio da análise cinemática do movimento (De Graaf-peters, Bakker, van Eykern, Otten, & Hadders-algra, 2007; Thelen et al., 1993; van der Heide, Otten, van Eykern, & Hadders-Algra, 2003; Von Hofsten, 1991).

Estudos têm demonstrado que vários fatores podem influenciar os parâmetros cinemáticos do alcance, como condições de risco para o desenvolvimento (Boxum et al., 2017; Campos, Rocha, & Savelsbergh, 2010; Toledo & Tudella, 2008), idade (Carvalho, Tudella, & Savelsbergh, 2007; Toledo & Tudella, 2008), nível de habilidade (Carvalho, Gonçalves, & Tudella, 2008), gênero (Cunha et al., 2015), adição de peso ao membro (Toledo, Soares & Tudella, 2012), controle postural (De Graaf-Peters, Bakker, van Eykern, Otten, & Hadders-algra, 2007), músculo motor primário do movimento (Bakker, Graaf-peters, Eykern, Otten, & Hadders-algra, 2010) e posição do corpo (Carvalho et al., 2007; Out et al., 1998; Savelsbergh & van Der Kamp, 1994).

Especificamente com relação à influência da posição do corpo no alcance, os estudos sugerem que em lactentes típicos, a posição sentada oferece maiores vantagens ao alcance que a posição supina, com menor duração do movimento e índice de desaceleração (Carvalho et al., 2007) e maior índice de retidão (Cunha et al., 2015). Acredita-se que o melhor desempenho na cinemática do alcance na posição sentada seja atribuído a menor resistência imposta pela gravidade no início do movimento, associada à utilização da inércia para manter a trajetória até o toque no objeto, além da maior estabilidade mecânica do braço durante o movimento na posição sentada (Out et al., 1998; Savelsbergh & van Der Kamp, 1994).

No contexto das condições de saúde associadas ao risco para o desenvolvimento da extremidade superior, estudos apontam diferentes rendimentos cinemáticos, quando comparados a lactentes típicos, em lactentes nascidos prematuros (Toledo e Tudella, 2008), com Paralisia Cerebral (Boxum et al., 2017) ou com Síndrome de Down (Campos et al., 2010). Dentre as condições de saúde que levam a alterações no desempenho do membro superior, algo pouco explorado na literatura, destaca-se a paralisia braquial obstétrica (PBO). Esta condição se caracteriza por fraqueza muscular e alteração da sensibilidade, interferindo na habilidade do lactente em mover e usar o membro afetado.

Não há dados disponíveis na literatura sobre a influência da posição do corpo nos parâmetros cinemáticos do alcance de lactentes com deficiências de estruturas e funções. Contrariamente ao que está descrito para lactentes típicos, na prática observamos que

lactentes com PBO apresentam maior dificuldade de elevar o membro afetado na posição sentada. Tal dificuldade parece relacionada à alteração de força dos músculos envolvidos na elevação do ombro. Na posição sentada, é comum observarmos o aumento da extensão do tronco durante o alcance aparentemente como forma compensatória ao movimento. Na fase inicial do alcance, por volta dos 4 meses de idade, alguns lactentes são incapazes de elevar o membro afetado em um arco de 90° quando sentados no colo da mãe ou no chão, mas conseguem realizar tal movimento em supino.

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da posição do corpo nas variáveis cinemáticas do alcance de lactentes com PBO aos 6 meses de idade. Foi considerada essa idade por se esperar maior habilidade do alcance comparado à idade de emergência do mesmo. Nós hipotetizamos que a posição sentada é desfavorável ao alcance de lactentes com PBO, alterando negativamente os parâmetros cinemáticos do movimento com o membro afetado. Tais achados poderão trazer informações relevantes para a prática clínica, melhorando a compreensão de como a posição do corpo altera o alcance na PBO e suportando medidas de avaliação e intervenção. A partir desse conhecimento, a estimulação poderá incluir a escolha da posição corporal que promova um melhor desempenho na habilidade do alcance, e, em outro momento, a escolha por uma posição mais desafiadora ao alcance.

2. Métodos

2.1 Participantes

A amostra do presente estudo foi de conveniência e composta por 11 lactentes com PBO do tipo Erb, admitidos e em acompanhamento no Hospital Sarah Brasília/DF, e 9 lactentes com desenvolvimento típico, recrutados na comunidade. A classificação em paralisia de Erb foi definida pela avaliação clínica da função motora do membro superior, na presença de alteração da flexão do ombro e do cotovelo, com função de mão preservada (Pondaag & Allen, 2011). O grupo PBO foi composto por 6 meninas e 5 meninos, com 6 meses de idade (M=6 meses; DP= 3 dias), a termo (idade gestacional M=39,47 semanas; DP=0,18), com peso adequado ao nascimento (M=4018g; DP=586). O grupo controle foi composto por 5 meninas e 4 meninos, com 6 meses de idade (M=6 meses; DP= 2 dias), a termo (idade gestacional M=38,98 semanas; DP=0,20), com peso adequado ao nascimento (M=3219g; DP=438).

Não participaram do estudo os pacientes com PBO com envolvimento do tronco médio e/ou inferior, pacientes que não foram capazes de atingir 90° de flexão do ombro

durante o movimento de alcance, e lactentes com diagnóstico associado de lesão cerebral, prematuridade ou torcicolo muscular congênito.

O presente estudo foi desenvolvido de acordo com as Diretrizes e Normas Regulamentadoras das Pesquisas Envolvendo Humanos (Resolução 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde) e aprovado pelo Comitê Científico e Comitê de Ética em Pesquisa da Associação das Pioneiras Sociais - DF / Rede Sarah (número do parecer: 2.990.256). O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi previamente assinado pelos pais que aceitaram participar do estudo

2.2 Procedimentos e Materiais

Os lactentes foram avaliados aos 6 meses de idade, em duas posições: sentada e supina. O encosto da cadeira foi reclinado 50° a partir da vertical (Toledo & Tudella, 2008; Von Hofsten & Fazel-zandy, 1984) para avaliação na posição sentada, e 90° a partir da vertical para avaliação na posição supina. Para promover maior estabilidade de tronco, utilizou-se uma faixa de couro, de 12 cm de largura, posicionada na altura dos mamilos. Para garantir a realização do movimento com o membro afetado, no grupo PBO a pesquisadora conteve manualmente o membro não afetado do lactente (figura 1). O objeto foi apresentado na linha média, na altura do ombro, na distância do comprimento do braço do lactente (Corbetta & Bojczyk, 2002; Toledo, Soares, & Tudella, 2011; Toledo & Tudella, 2008). Após o lactente tocar o objeto, o mesmo foi retirado e reapresentado a fim de eliciar um novo alcance. Nos casos em que o alcance finalizou em preensão do objeto, foi dado 5 segundos para que o lactente pudesse explorar o mesmo. Utilizou-se três objetos atrativos, não familiares ao lactente, de mesmo formato, com aproximadamente 5 cm de diâmetro e 9 cm de comprimento. Todos os lactentes foram avaliados pelo mesmo examinador.

Os dados cinemáticos foram obtidos através do Sistema de Captura do Movimento Tridimensional – VICON VANTAGE 5 & 8, composto por 12 câmeras, com frequência de 120Hz. Marcadores esféricos reflexivos com 9 mm de diâmetro, foram fixados sobre o acrômio, epicôndilo lateral, região dorsal do punho, trocânter maior e um dedo acima da glabella do osso frontal. No entanto, para a análise dos dados do presente estudo, utilizou-se apenas o marcador localizado no punho. Foram utilizadas 3 câmeras de vídeo digital Canon, com foco anterolateral à direita, lateral à esquerda e pósterio-superior. As câmeras possibilitaram uma boa visualização do início e do final do movimento de alcance.



Figura 5 – Vista das 3 câmeras de vídeo da coleta durante o procedimento membro contido no grupo PBO, na posição sentada (imagem superior) e na posição supina (imagem inferior).

2.3 Descrição das variáveis dependentes

As variáveis cinemáticas analisadas indicaram parâmetros espaciais (índice de retidão), temporais (duração do movimento, unidade de transporte) e espaço-temporais (velocidade média, velocidade final e unidade de movimento) do alcance.

As variáveis analisadas estão descritas na tabela 1.

Tabela 3. Variáveis analisadas no presente estudo

Variáveis dependentes	Descrição
Duração do movimento (s)	Calculada como a diferença de tempo entre o início do movimento de alcance até o contato da mão com o objeto.
Índice de retidão (0-1)	Razão entre a menor distância que poderia ser percorrida pela mão até o objeto e a real distância percorrida pela mão nesta trajetória. Quanto mais próximo de 1 for o índice, mais próximo de um segmento de reta terá sido a trajetória (Thelen, Corbetta, & Spencer, 1996; Toledo & Tudella, 2008). Logo, um maior índice de retidão indica maior habilidade e qualidade do movimento.

Unidade de movimento	Número de velocidades máximas entre duas velocidades mínimas, sendo a diferença maior que 1 cm/s (Thelen et al., 1996). A velocidade é obtida pela norma do vetor, a qual é calculada pela raiz quadrada da soma dos quadrados do vetor velocidade em X, Y e Z. Quanto menor o número de unidades de movimento mais fluente é o movimento.
Unidade de transporte (%)	Correspondente ao percentual da duração relativa da primeira unidade de movimento em relação à duração total do alcance (De Graaf-peters et al., 2007).
Velocidade média (cm/s)	Razão entre a distância percorrida pela mão e o tempo gasto ao longo do movimento (Mathew, Cook, Mathew, & Cook, 1990).
Velocidade final (cm/s)	Representada pela velocidade da mão no momento em que ela toca o objeto (Toledo & Tudella, 2008).

2.4 Análise dos Dados

Considerou-se como alcance o movimento do membro em direção ao objeto até tocá-lo, desde que o lactente mantivesse o olhar no objeto. A análise das imagens de vídeo obtidas pelas duas câmeras sincronizadas com o sistema Vicon permitiram a identificação do início e final de cada alcance. O início correspondeu ao primeiro movimento do membro superior (marcador punho) em direção ao objeto. O final do alcance correspondeu ao momento no qual qualquer parte da mão do lactente tocou o objeto (Out, et al., 1997; Toledo et al., 2012). Utilizou-se o programa VirtualDub 1.10.4 para identificação do *frame* inicial e final de cada alcance.

Os dados obtidos pelo sistema Vicon foram processados e filtrados (Butterworth de 4ª ordem, frequência de corte de 6 Hz) no programa Matlab versão 2015, e posteriormente analisados pelo software SPSS, versão 23. Como os pressupostos de normalidade não foram atendidos, o teste de Wilcoxon para 2 amostras relacionadas foi utilizado. Em cada grupo (PBO e controle), as variáveis cinemáticas foram comparadas entre as posições sentada e supina. A significância adotada para todas as análises foi de 5% ($p \leq 0,05$).

3. Resultados

Os 20 lactentes que participaram do estudo realizaram 260 alcances, dos quais foram excluídos 9 do grupo PBO e 6 do grupo controle, por choro ou erros experimentais. O total de

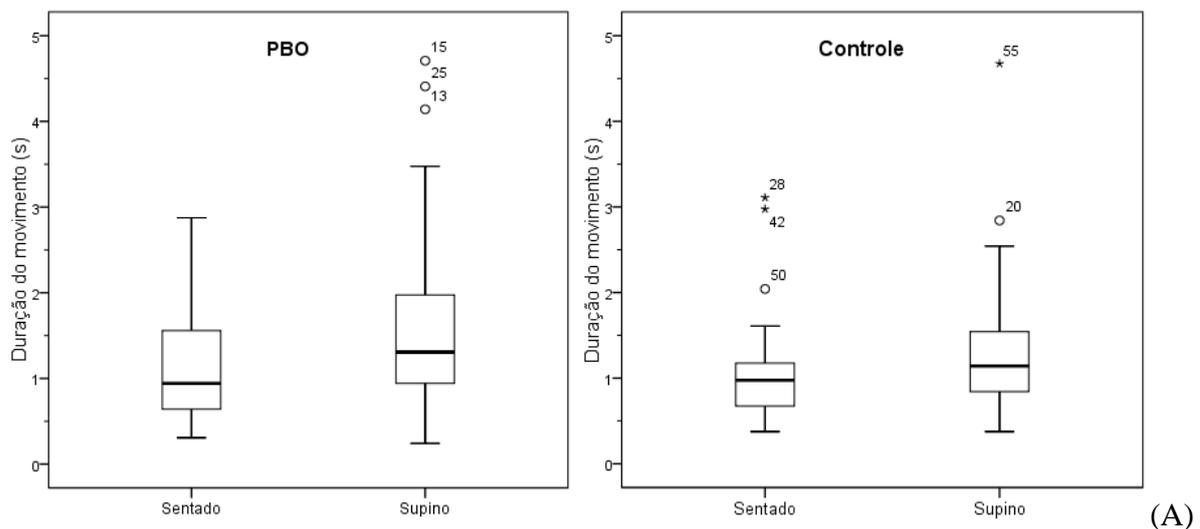
alcances analisados em cada grupo, de acordo com a posição corporal (supino e sentado), está representado na tabela 2.

Tabela 2 - Frequência de alcances em cada grupo de acordo com a posição corporal

	PBO	Controle	Total
Sentado	60	61	121
Supino	61	63	124
Total	121	124	245

No grupo PBO, verificamos maior duração do alcance ($p=0,001$), menor índice de retidão ($p=0,036$), mais unidades de movimento ($p=0,001$) e menor velocidade média ($p=0,010$) na postura supina quando comparada à sentada. Nenhuma diferença foi observada para as variáveis unidade de transporte ($p=0,571$) e velocidade final ($p=0,276$) (figura 2).

No grupo controle, a posição supina determinou a maior duração do alcance, comparada à posição sentada ($p=0,012$). Não houve diferença nas demais variáveis do estudo (figura 2).



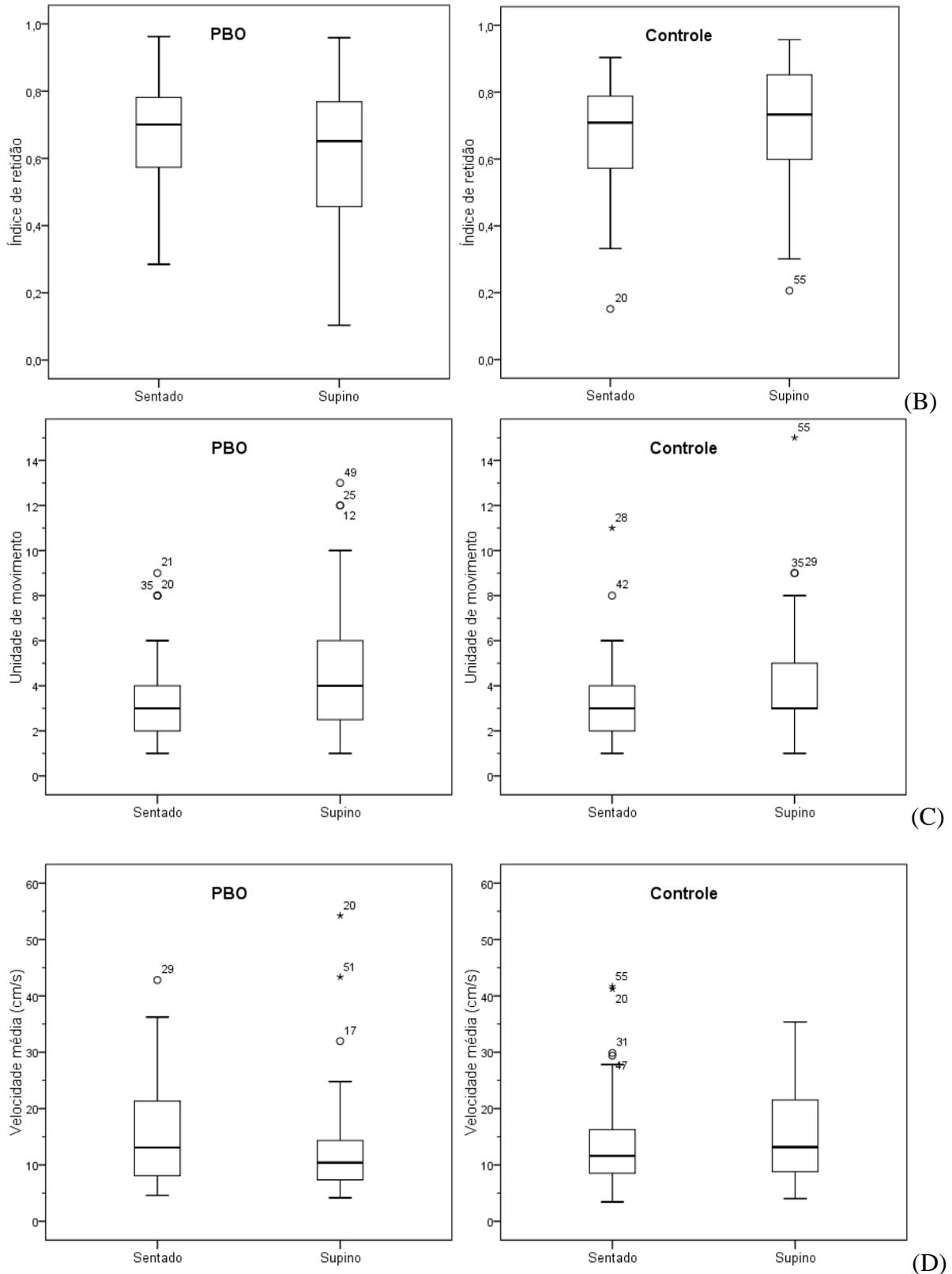


Figura 2 – Comparação entre a posição sentada e supina, em cada grupo, para as variáveis (A) duração do movimento, (B) índice de retidão, (C) unidade de movimento e (D) velocidade média.

4. Discussão

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da posição corporal nas variáveis cinemáticas do alcance de lactentes com PBO, comparada a latentes típicos. Ao analisar os lactentes com PBO, observou-se que na posição sentada semi-reclinada o movimento de alcance com o membro afetado tem menor duração, maior índice de retidão, menos unidades de movimento e maior velocidade média, quando comparado à posição supina. Ou seja, a posição do corpo exerceu grande influência no alcance de lactentes com PBO, sendo que o desempenho foi melhor na posição sentada, tanto nos parâmetros espaciais quanto temporais. Em relação ao grupo controle, a posição sentada semi-reclinada favoreceu apenas a duração do movimento, que foi menor naquela posição.

De uma forma geral, como a posição do corpo poderia influenciar as características do alcance?

É sabido que a alteração da posição corporal no espaço modifica o vetor força da gravidade sobre o corpo (Savelsbergh & Van der Kamp, 1994). Em um arco de movimento de 0° a 90° de flexão do ombro na posição supina, o efeito do vetor da força da gravidade diminui do início para o final do movimento. Logo, o torque muscular necessário para vencer a resistência da gravidade é maior no início do movimento e menor no final. Na posição sentada vertical ocorre o contrário, há uma maior facilidade para iniciar o movimento e maior dificuldade para finalizar o movimento, que é quando o vetor força da gravidade atua perpendicularmente ao membro. Uma vantagem atribuída ao alcance na posição sentada em detrimento da posição supina é a utilização da inércia para manter a trajetória até o toque no objeto, após um menor torque necessário para iniciar o movimento (Out et al., 1998). Outra vantagem refere-se à menor tendência de oscilação do membro, já que na posição sentada o seu centro de massa encontra-se abaixo do centro de rotação do ombro (Out et al., 1998; Savelsbergh & van Der Kamp, 1994). Concomitante a isso, devemos considerar o controle postural, que é um pré-requisito para um alcance mais fluente e maduro (Hadders-algra, van der Fits, Stremmelaar, & Touwen, 1999; van der Fits, Otten, Klip, van Eykern, & Hadders-algra, 1999). Sabe-se que a posição sentada requer maior controle postural que a posição supina (Hadders-algra, 2013).

O melhor desempenho nas variáveis cinemáticas do alcance na postura sentada tem sido descrito na literatura para lactentes típicos (Carvalho et al., 2007; Cunha et al., 2015; Savelsbergh & Van der Kamp, 1994). No entanto, os estudos apresentam diferenças metodológicas que não permitem um consenso sobre a influência da posição corporal sobre o

alcance destes lactentes. Observa-se grande variação na angulação da posição sentada, uso ou não de estabilizadores do tronco, além de diferenças de idade, incluindo fase inicial do alcance e fase de maior maturidade do mesmo. Estudo conduzido com lactentes típicos (3 e 4 meses de idade,) encontrou maior índice de retidão na posição sentada reclinada 45° a partir da horizontal em comparação à posição supina, sem diferença na duração do movimento e na unidade de movimento (Cunha et al., 2015). Em outro estudo (Carvalho et al., 2007), a posição sentada reclinada 70° a partir da horizontal determinou menor duração e menor índice de desaceleração do alcance de lactentes aos 4 meses, sem diferença significativa para o índice de retidão e a velocidade média. Aos 5 e 6 meses de idade, a posição do corpo não exerceu influência em nenhum dos parâmetros cinemáticos avaliados. A hipótese levantada pelos autores para explicar a ausência de influência da posição sobre as variáveis do alcance, ao longo do tempo, foi que a experiência motora e o aprimoramento do controle e coordenação dos membros superiores permitiram que os lactentes resolvessem problemas relacionados à instabilidade mecânica dos braços e ao maior torque muscular necessário no início do movimento em supino. Tal argumentação pode justificar os resultados do presente estudo, uma vez que a postura sentada não favoreceu a maioria das variáveis cinemáticas dos lactentes controle aos 6 meses de idade.

Contrariamente aos estudos anteriores, Out e colaboradores (1998) não verificaram diferença entre as posições sentada reclinada 10° a partir da vertical e supina para as variáveis cinemáticas do alcance de lactentes típicos, inclusive em idades precoces, como aos 3, 4 e 5 meses de idade, embora alterações nos padrões de atividade eletromiográfica da musculatura de pescoço, ombro e membro superior tenham sido encontradas. Os autores consideraram que tais ajustes podem justificar a ausência de diferença entre as variáveis cinemáticas avaliadas nas diferentes posturas (Out et al., 1998). No mesmo sentido, um estudo longitudinal conduzido por Bakker e colaboradores (2010) com 14 lactentes típicos de 4 e 6 meses de idade, não mostrou diferenças entre as posições supina e sentada na vertical (sem suporte de tronco) para o número de unidades de movimento e a duração da unidade de transporte (Bakker et al., 2010). Ambos os estudos apresentaram em comum a posição sentada vertical. Portanto, houve menor estabilização de tronco, e conseqüentemente uma maior necessidade de controle postural, o que pode ter levado a ausência de diferença nos parâmetros cinemáticos avaliados. Por outro lado, a maioria dos estudos que avaliou a posição sentada, incluindo o presente estudo, promoveu a estabilização do tronco do lactente, minimizando a interferência do controle postural no movimento. Tais interpretações parecem justificar os resultados encontrados na literatura com relação ao favorecimento do alcance na posição

sentada em lactentes típicos em idades precoces, além de auxiliar no entendimento dos resultados apresentados no presente estudo com relação ao grupo PBO.

As nossas hipóteses, levantadas com base em nossa prática clínica com a PBO, não corresponderam aos achados do presente estudo provavelmente por questões metodológicas, que parecerem ter apresentado um maior impacto no grupo de estudo em função da alteração de força apresentada por eles. Nesta pesquisa, a angulação do encosto foi de 50° (o que pode ter diminuído o arco de movimento e, conseqüentemente, a duração do alcance), foi oferecido suporte de tronco e cervical (promovendo maior estabilidade postural), o objeto foi apresentado na linha média (permitindo contribuição do peitoral maior para o movimento). No contexto clínico, o lactente encontra-se sentado na vertical, não há suporte cervical e o suporte de tronco é mínimo (mãos da mãe), o objeto é apresentado na direção do membro afetado, exigindo maior atividade de deltóide anterior e menor participação do músculo peitoral maior, comparado à apresentação na linha média. Vale lembrar que na Paralisia de Erb há uma alteração da força do deltóide (inervado pelas raízes C5-C6), o que não ocorre com o músculo peitoral maior (C8-T1). Outro aspecto diferencial entre a prática e a condição de pesquisa, particularmente importante na PBO, refere-se à estabilização da escápula. Estudos analisando a elevação do ombro em crianças com PBO mostram maior contribuição da articulação escapulo-torácica do que da glenoumeral para a realização do movimento (Duff, Dayanidhi, & Kozin, 2007). A estabilização escapular oferecida na condição da pesquisa, em função do apoio de todo o tronco no encosto da cadeira infantil, pode ter favorecido o alcance em comparação ao observado na situação clínica.

Em suma, nossos achados sugerem que a posição do corpo influencia as características cinemáticas do alcance de lactentes com Paralisia de Erb aos 6 meses de idade, havendo maior vantagem na posição sentada semi-reclinada do que em supino. Acreditamos que a estabilização do tronco e da escápula, além da inclinação do encosto que minimizou a influência da gravidade no final do movimento de alcance, favoreceram o melhor desempenho na posição sentada do teste. Desta forma, esta postura, associada a estabilização do tronco, pode ser uma estratégia a ser utilizada na prática clínica com estes lactentes, quando o objetivo terapêutico for facilitar os parâmetros cinemáticos durante o alcance.

Estudos avaliando o alcance na posição sentada vertical e sem estabilização do tronco e da escápula, como geralmente esses lactentes são avaliados e estimulados em um contexto clínico, podem trazer resultados diferentes e merecem ser investigados. A avaliação eletromiográfica dos músculos envolvidos no alcance também pode contribuir para maior

compreensão de como a posição do corpo influencia nas características do alcance de lactentes com PBO.

5. Referências

Bakker, H., Graaf-peters, V. B. De, Eykern, L. A. Van, Otten, B., & Hadders-algra, M. (2010). Development of proximal arm muscle control during reaching in young infants : From variation to selection. *Infant Behavior and Development*, 33, 30–38. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2009.10.006>

Boxum, A., Gemert, S. B., Dijkstra, L., Hamer, E., Hielkema, T., Reinders-Messelink, H., & Hadders-algra, M. (2017). Development of the quality of reaching in infants with cerebral palsy : a kinematic study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 59, 1164–1173. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13538>

Campos, A., Rocha, N. A. C. F., & Savelsbergh, G. J. P. (2010). Development of reaching and grasping skills in infants with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 31, 70–80. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2009.07.015>

Carvalho, R. P., Gonçalves, H., & Tudella, E. (2008). Influência do nível de habilidade e posição corporal no alcance de lactentes. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 12(3), 195–203.

Carvalho, R. P., Tudella, E., & Savelsbergh, G. J. P. (2007). Spatio-temporal parameters in infant ' s reaching movements are influenced by body orientation. *Infant Behavior and Development*, 30, 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2006.07.006>

Corbetta, D., & Bojczyk, K. E. (2002). Infants Return to Two-Handed Reaching When They Are Learning to Walk. *Journal of Motor Behavior*, 34(1), 83–95. <https://doi.org/10.1080/00222890209601933>

Cunha, A. B., Lobo, M. A., Kokkoni, E., Galloway, J. C., Baraldi, A., Lobo, M. A., ... James, C. (2015). Effect of Short-Term Training on Reaching Behavior in Infants : A Randomized Controlled Clinical Trial Effect of Short-Term Training on Reaching Behavior in Infants :, 2895(September). <https://doi.org/10.1080/00222895.2015.1050549>

De Graaf-peters, V., Bakker, H., van Eykern, L., Otten, B., & Hadders-algra, M. (2007). Postural adjustments and reaching in 4- and 6-month-old infants : an EMG and kinematical study, 181, 647–656. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-0964-6>

Duff, S., Dayanidhi, S., & Kozin, S. (2007). Asymmetrical shoulder kinematics in children with brachial plexus birth palsy. *Clinical Biomechanics*, 22(6), 630–638.

Hadders-algra, M. (2013). Typical and atypical development of reaching and postural control in infancy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55, 5–8. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12298>

Hadders-algra, M., van der Fits, I., Stremmelaar, E., & Touwen, B. (1999). Development of postural adjustments during reaching in infants with CP. *Developmental Medicine & Child*

Neurology, 41, 766–776.

Mathew, A., Cook, M., Mathew, A., & Cook, M. (1990). The Control of Reaching Movements by Young Infants. *Child Development*, 61, 1238–1257.

Out, L., Soest, A. J. V., Savelsbergh, G. J. P., & Hopkins, B. (1998). The Effect of Posture on Early Reaching Movements. *Journal of Motor Behavior*, 30(3), 260–272. <https://doi.org/10.1080/00222899809601341>

Pondaag, W., & Allen, R. H. (2011). Correlating birthweight with neurological severity of obstetric brachial plexus lesions. *International Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 1098–1103. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2011.02942.x>

Savelsbergh, G., & van Der Kamp, J. (1994). The Effect of Body Orientation to Gravity on Early Infant Reaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, 58, 510–528.

Thelen, E., Corbetta, D., Kamm, K., Spencer, J. P., Schneider, K., & Zernicke, R. F. (1993). The Transition to Reaching: Mapping Intention and Intrinsic Dynamics. *Child Development*, 64, 1058–1098.

Thelen, E., Corbetta, D., & Spencer, J. P. (1996). Development of Reaching During the First Year: Role of Movement Speed. *Journal of Experimental Psychology*, 22(5), 1059–1076.

Toledo, A., Soares, D., & Tudella, E. (2011). Proximal and Distal Adjustments of Reaching Behavior in Preterm Infants. *Journal of Motor Behavior*, 43(2), 137–145. <https://doi.org/10.1080/00222895.2011.552076>

Toledo, A., Soares, D., & Tudella, E. (2012). Additional Weight Influences the Reaching Behavior of Low-Risk Preterm Infants. *Journal of Motor Behavior*, 44(3), 203–212.

Toledo, A., & Tudella, E. (2008). The development of reaching behavior in low-risk preterm infants. *Infant Behavior and Development*, 31(3), 398–407. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2007.12.006>

van der Fits, I., Otten, E., Klip, A., van Eykern, L., & Hadders-algra, M. (1999). The development of postural adjustments during reaching in 6- to 18-month-old infants Evidence for two transitions. *Exp Brain Res*, 126, 517–528.

van der Heide, J., Otten, B., van Eykern, L., & Hadders-Algra, M. (2003). Development of postural adjustments during reaching in sitting children. *Exp Brain Res*, 151, 32–45. <https://doi.org/10.1007/s00221-003-1451-3>

Von Hofsten, C. (1991). Structuring of Early Reaching Movements: a Longitudinal Study. *Journal of Motor Behavior*, 23(4), 280–292. <https://doi.org/10.1080/00222895.1991.9942039>

Von Hofsten, C., & Fazel-zandy, S. (1984). Development of Visually Guided Hand Orientation in Reaching. *Journal of Experimental Child Psychology*, 38, 208–219.

CAPÍTULO 5

Epílogo

Estudos têm avaliado a habilidade do alcance por meio de variáveis cinemáticas, categóricas e eletromiográficas, além de diversos fatores que podem influenciar o alcance. O alcance de lactentes com desenvolvimento típico está bem documentado na literatura, especialmente em relação às variáveis cinemáticas e categóricas. Dentre as populações de risco de disfunção da extremidade superior, temos a Paralisia Braquial Obstétrica (PBO). As deficiências de estrutura e função apresentadas por lactentes com PBO limitam, em maior ou menor grau, a sua habilidade de alcançar e explorar os objetos. A investigação do alcance manual nessa população é inédita e de grande valor para a sua caracterização, ampliando o conhecimento sobre o desempenho do membro afetado e do membro não afetado, além de poder contribuir com novas abordagens na reabilitação desses pacientes.

Esta dissertação teve três objetivos principais. O primeiro foi investigar como a eletromiografia de superfície tem sido utilizada para avaliação do alcance manual de lactentes (capítulo 2). O segundo foi analisar o alcance manual de lactentes de 6 meses com PBO do tronco superior (C5-C6), por meio dos ajustes proximais e distais e da preensão do objeto (variáveis categóricas) (capítulo 3) e variáveis espaço-temporais (cinemática) (capítulo 4). O terceiro e último foi investigar o efeito da posição corporal nas variáveis categóricas e na frequência de movimentos (capítulo 3), e nas variáveis cinemáticas (capítulo 5) do alcance.

Este capítulo apresentará resumidamente as principais conclusões dos estudos descritos nos capítulos anteriores. Em seguida, serão discutidas as principais limitações do estudo e apresentadas sugestões para pesquisas futuras. Finalmente, considerações para a prática serão sugeridas de forma que os fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais possam melhorar a abordagem terapêutica a esses lactentes num contexto clínico e de orientação à família.

Principais conclusões

Os estudos sobre análise eletromiográfica do alcance em lactentes, em sua maioria, avaliaram o controle postural como habilidade primária durante a atividade de alcance. Poucos estudos (40% de um total de 15 estudos) avaliaram o alcance propriamente dito por meio da eletromiografia. Apenas um estudo apresentou boa qualidade metodológica, sendo a maioria classificado como razoável. Foram estudadas as populações de lactentes típicos, prematuros e com paralisia cerebral. A influência da idade e da orientação corporal foram os fatores mais investigados. A variabilidade dos parâmetros eletromiográficos utilizados e a pouca descrição do processamento dos sinais impossibilitou estabelecer uma padronização

para replicação e desenvolvimento de novos estudos com enfoque na análise do alcance manual em lactentes.

Em relação à análise do alcance manual na PBO, objetivo principal dessa pesquisa de mestrado, verificamos que ambos os membros do lactente com PBO são diferentes e menos eficientes na comparação com lactentes típicos, tanto na análise das variáveis categóricas quanto das variáveis espaço-temporais do alcance manual aos 6 meses de idade. O uso de contenção do membro sem a lesão parece favorecer a cinemática do alcance com o membro afetado. Observamos ainda que a posição do corpo não exerce efeito nos ajustes proximais e distais do alcance de lactentes com Paralisia de Erb, mas influencia consideravelmente as variáveis cinemáticas, havendo maior vantagem na posição sentada semi-reclinada com estabilização do tronco, do que em supino na idade de 6 meses. A postura influencia também a frequência de alcances, sendo esta mais limitada na posição sentada que em supino.

Limitações dos estudos

A limitação do estudo principal dessa dissertação está no tamanho da amostra analisada nos estudos apresentados nos capítulos 3, 4 e 5. O número de alcances analisados foi pequeno, principalmente porque no grupo PBO separamos os alcances com o membro afetado e o membro não afetado para análise individualizada. Uma amostra maior forneceria mais oportunidades de se encontrar diferenças entre os grupos. No entanto tratando-se de um tipo específico de paralisia braquial obstétrica, que não é uma condição de saúde com alta incidência na população, houve dificuldade de inclusão de um número maior de lactentes.

Pesquisas futuras

Considerando as limitações apresentadas no presente estudo, uma opção que parece viável na tentativa de aumentar a amostra de alcances seria aumentar a duração da coleta, por exemplo, de 2 para 5 minutos, o que levará a um maior número de movimentos.

Além disso, sugerem-se novas pesquisas com desenho longitudinal, as quais poderiam apresentar resultados interessantes em relação ao desenvolvimento do membro afetado e do não afetado de lactentes com PBO, ao longo do primeiro ano de vida. Pesquisas analisando o alcance na posição sentada vertical e sem estabilização do tronco e da escápula, como geralmente esses lactentes são avaliados e estimulados em um contexto clínico, podem trazer resultados diferentes e merecem ser investigados. A avaliação eletromiográfica dos músculos

envolvidos no alcance pode contribuir para maior compreensão de como a posição do corpo influencia nas características do alcance de lactentes com PBO e como observado no capítulo 2 desta dissertação não foi ainda analisado nesta população.

Extrapolando nossos resultados com enfoque na avaliação do alcance manual, acreditamos que estudos com o objetivo de verificar o efeito da terapia de contenção do membro, incluindo análise cinemática do movimento, podem trazer respostas sensíveis e contribuições para a reabilitação desses pacientes.

Implicações Clínicas

Baseado nos resultados encontrados, sugerimos que a abordagem terapêutica do lactente com PBO inclua a estimulação do membro não afetado, preferencialmente em atividades bimanuais. A contenção do membro não afetado, por curto período de tempo, sem estressar o bebê, pode fazer parte da estimulação de lactentes com PBO, sugerindo benefícios quando o objetivo é melhorar as características espaço-temporais do alcance. A posição sentada reclinada, associada à estabilização do tronco e da escápula, pode ser uma posição estratégica a ser utilizada na prática clínica com estes lactentes, quando o objetivo terapêutico for facilitar os parâmetros cinemáticos durante o alcance. No entanto, os terapeutas devem considerar que esta postura diminui a frequência de alcances.

APÊNDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Grupo PBO)

Título do Projeto: Análise do alcance manual na Paralisia Braquial Obstétrica

Prezado Sr(a),

O menor sob sua responsabilidade está sendo convidado a participar de uma pesquisa que estudará as características do alcance manual (músculos envolvidos, velocidade do movimento, preensão do brinquedo e forma de explorar o mesmo) na Paralisia Braquial Obstétrica.

O menor sob sua responsabilidade foi selecionado(a) porque tem o diagnóstico de Paralisia Braquial Obstétrica, idade de 4 ou 6 meses, capacidade de fazer o alcance de um brinquedo, e está em acompanhamento na Rede SARAH de Hospitais de Reabilitação.

A participação do menor sob sua responsabilidade nesse estudo consiste em ser submetido a uma avaliação em que ele será estimulado a levar a mão até um brinquedo, na posição deitada e na posição sentada sob uma cadeira confortável, semi-reclinada, com cinto de segurança. Esse procedimento será repetido uma vez, com a contenção do membro não acometido por uma faixa elástica, para permitir o alcance com o membro acometido pela lesão. A avaliação será registrada por câmeras de vídeo. Serão colocados sobre a pele do braço do bebê alguns eletrodos de superfície (pequenas placas), que não causam dor, nem choque, nem qualquer outra sensação desconfortável para o bebê, e têm a função de avaliar a ativação do músculo, sendo esta análise chamada de eletromiografia. Os eletrodos serão fixados à pele com fitas adesivas hipoalergênicas para minimizar o risco de irritação no local.

Você não terá nenhum gasto e também não receberá nenhum pagamento por participar desse estudo.

As informações obtidas nesse estudo serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação, quando da apresentação dos resultados em publicação científica ou educativa, uma vez que os resultados serão sempre apresentados como retrato de um grupo e não de uma pessoa. Você poderá se recusar a participar dessa pesquisa a qualquer momento, não havendo nenhum prejuízo no tratamento do menor sob sua responsabilidade, se esta for a sua decisão.

Este estudo propiciará maior compreensão sobre o alcance manual de bebês com Paralisia Braquial Obstétrica, sobre a influência da idade e da posição do corpo durante o alcance, sobre a observação de movimentos compensatórios. Este estudo também permitirá compreender se a alteração no membro com a lesão leva a um atraso na maturação do alcance apenas no membro acometido ou em ambos. Os resultados poderão trazer informações relevantes para o tratamento, no que se refere à estimulação.

Você receberá uma via deste termo onde consta o telefone e o endereço da pesquisadora responsável, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Pesquisadora responsável: Roberta de Matos Figueiredo

E-mail: robertamf@sarah.br

Endereço: SHIN QL 13 Área Especial C, Lago Norte/ Brasília - DF, 71535-005

Telefone: (61) 3319-2946

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Associação das Pioneiras Sociais, que poderá ser contatado em caso de questões éticas, pelo telefone: (61) 3319-1494 ou e-mail: comiteeticapesquisa@sarah.br.

Nome do participante (por extenso)

Assinatura do representante legal

Data

Nome e Assinatura da pesquisadora

Data

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Grupo Controle)

Título do Projeto: Análise do alcance manual na Paralisia Braquial Obstétrica

Prezado Sr(a),

O menor sob sua responsabilidade está sendo convidado a participar de uma pesquisa que estudará as características do alcance manual (músculos envolvidos, velocidade do movimento, preensão do brinquedo e forma de explorar o mesmo) na Paralisia Braquial Obstétrica. Para compreensão sobre as alterações nessa população faz-se necessária a comparação com bebês sem a alteração.

O menor sob sua responsabilidade foi selecionado(a) porque tem idade de 4 ou 6 meses, idade gestacional entre 38 e 42 semanas e peso adequado ao nascimento.

A participação do menor sob sua responsabilidade nesse estudo consiste em ser submetido a uma avaliação em que ele será estimulado a levar a mão até um brinquedo, na posição deitada e na posição sentada sob uma cadeira confortável, semi-reclinada, com cinto de segurança. A avaliação será registrada por câmeras de vídeo. Serão colocados sobre a pele do braço do bebê alguns eletrodos de superfície (pequenas placas), que não causam dor, nem choque, nem qualquer outra sensação desconfortável para o bebê, e têm a função de avaliar a ativação do músculo, sendo esta análise chamada de eletromiografia. Os eletrodos serão fixados à pele com fitas adesivas hipoalergênicas para minimizar o risco de irritação no local.

Você não terá nenhum gasto e também não receberá nenhum pagamento por participar desse estudo.

As informações obtidas nesse estudo serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação, quando da apresentação dos resultados em publicação científica ou educativa, uma vez que os resultados serão sempre apresentados como retrato de um grupo e não de uma pessoa. Você poderá se recusar a participar dessa pesquisa a qualquer momento.

Este estudo propiciará maior compreensão sobre o alcance manual de bebês com Paralisia Braquial Obstétrica, sobre a influência da idade e da posição do corpo durante o alcance, sobre a observação de movimentos compensatórios. Os resultados poderão trazer informações relevantes para o tratamento, no que se refere à estimulação.

Você receberá uma via deste termo onde consta o telefone e o endereço da pesquisadora responsável, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Pesquisadora responsável: Roberta de Matos Figueiredo

E-mail: robertamf@sarah.br

Endereço: SHIN QL 13 Área Especial C, Lago Norte/ Brasília - DF, 71535-005

Telefone: (61) 3319-2946

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Associação das Pioneiras Sociais, que poderá ser contatado em caso de questões éticas, pelo telefone: (61) 3319-1494 ou e-mail: comiteeticapesquisa@sarah.br.

Nome do participante (por extenso)

Assinatura do representante legal

Data

Nome e Assinatura da pesquisadora

Data

APÊNDICE 2

FICHA DE AVALIAÇÃO

Data do Teste:/...../..... Data de nascimento:...../...../..... Idade: meses e dias
JOB:.....

Nome do bebê:..... Sexo: F () M ()

Prontuário..... Procedência.....

Grupo: () Controle () PBO Membro afetado ()D ()E

DADOS DA GESTAÇÃO E AO NASCIMENTO

Anormalidades na gravidez:

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

() Outras:.....

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

Alguma

intercorrência:.....

Idade gestacional: **Peso Nascimento:**..... **Estatura:**..... **PC:**

Apgar: 1' 5'

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

Medicamentos:.....

DADOS DO TESTE

- Está com algum problema de saúde: () sim () não qual?.....

- Estado comportamental: () alerta ativo () alerta inativo

- Dormiu bem? () sim () não

Consegue alcançar o brinquedo sentado? () Sim () Não () Às vezes

Consegue alcançar o brinquedo deitado? () Sim () Não () Às vezes

Classificação equilíbrio de tronco () Precário () Regular () Bom

Classificação da força (Active Movement Scale – 0 a 7)

Flexão do ombro ()

Flexão do cotovelo () Extensão do cotovelo ()

Flexão do punho () Extensão do punho () Flexão dos dedos () Extensão dos dedos ()

Ordem dos procedimentos: () sentado livre
() supino livre
() sentado contido
() supino contido



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Análise do Alcance Manual na Paralisia Braquial Obstétrica

Pesquisador: Roberta de Matos Figueiredo

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 76389417.9.0000.0022

Instituição Proponente: ASSOCIACAO DAS PIONEIRAS SOCIAIS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.990.256

Apresentação do Projeto:

O presente estudo visa analisar o alcance manual em lactentes com PBO.

Métodos: Participarão do estudo lactentes de 4 e 6 meses com PBO e típicos (grupo controle). Serão analisadas variáveis cinemáticas (velocidade média, unidades de movimento, índice de retidão), eletromiográficas (ativação muscular e co-ativação muscular) e variáveis categóricas (ajustes distais, preensão e comportamento

exploratório ou não-exploratório após a preensão) durante o alcance nas posições supino e sentada. A comparação entre os grupos e, dentro do grupo PBO, entre os membros, será realizada pelo Teste ANOVA one way em caso de normalidade. Para análise de correlação entre variáveis categóricas e contínuas, será utilizado o teste de correlação de Spearman. Será adotada significância de 5% ($p < 0,05$).

Resultados esperados: Espera-se que lactentes com PBO apresentem características diferentes e menos eficientes do que aquelas observadas em lactentes típicos (controle).

Critério de Inclusão:

O grupo PBO será constituído por 20 lactentes de 4 e 6 meses de idade (10 de cada idade), com diagnóstico de PBO do tronco superior, admitidos e

em acompanhamento na Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação, Brasília/DF. O grupo controle será constituído por lactentes típicos, de 4 e 6

meses de idade (10 de cada idade), recrutados por conveniência na comunidade. Em ambos os

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar

Bairro: SMHS

CEP: 70.334-900

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3319-1494

E-mail: comiteeticapesquisa@sarah.br



Continuação do Parecer: 2.990.256

grupos, serão incluídos lactentes a termo com idade gestacional entre 38 e 42 semanas e peso adequado ao nascimento. Vale ressaltar que em pesquisa recente junto ao controle de qualidade do Hospital Sarah, foi verificado que em um ano, foram admitidos 22 lactentes com PBO com idade inferior a 6 meses. Desses, respeitando-se os critérios de inclusão/exclusão, 16 seriam potenciais sujeitos para o estudo. Considerando-se a possibilidade de um mesmo lactente ser avaliado aos 4 e aos 6 meses, estima-se ser possível obter uma amostra de 20 lactentes com PBO para o presente estudo.

Critério de Exclusão:

Serão excluídos do estudo os pacientes com PBO com envolvimento do tronco médio e/ou inferior, pacientes que não forem capazes de atingir os 90° de flexão do ombro durante o movimento de alcance, pacientes submetidos à intervenção cirúrgica (como transferências nervosas, enxertos de nervo ou aplicação de toxina botulínica) e lactentes com diagnóstico associado de lesão cerebral ou prematuridade.

Objetivo Primário:

Analisar o alcance manual em lactentes com PBO do tronco superior, aos 4 e aos 6 meses de idade, nas posições supino e sentada.

Objetivo Secundário:

- Analisar a ativação muscular dos músculos deltóide (DE), bíceps braquial (BB), tríceps braquial (TB), peitoral maior (PM) e trapézio superior (TS) por meio da variável eletromiográfica RMS (root mean square) durante o alcance manual em lactentes com PBO.- Analisar as variáveis cinemáticas (índice de retidão, unidades de movimento e velocidade média) durante o alcance manual em lactentes com PBO.- Analisar as variáveis categóricas (ajustes distais, preensão do objeto, comportamento exploratório e não exploratório durante o alcance manual em lactentes com PBO.- Analisar o efeito da idade (4 e 6 meses) nas variáveis do alcance manual em lactentes com PBO.- Analisar o efeito da posição (sentada e em supino) nas variáveis do alcance manual em lactentes com PBO.- Comparar as variáveis cinemáticas (índice de retidão, unidades de movimento e velocidade

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar

Bairro: SMHS

CEP: 70.334-900

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)3319-1494

E-mail: comiteeticapesquisa@sarah.br



Continuação do Parecer: 2.990.256

média) e a ativação muscular dos músculos envolvidos no alcance, entre o grupo PBO (membro acometido e membro não acometido) e o grupo de lactentes típicos (controle).- Verificar a correlação do ajuste distal e da preensão com as variáveis cinemáticas (velocidade média, índice de retidão e unidades de movimento) e eletromiográficas (ativação muscular) em lactentes com PBO e típicos.- Caracterizar o grupo com PBO quanto à lateralidade da lesão, preferência manual, goniometria e movimento ativo do membro superior acometido.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo da EMENDA:

Incluir, de acordo com parecer anterior do CEP - APS, a anuência da diretoria da Rede SARAH o recrutamento de participantes da comunidade.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não se aplica para essa avaliação (já contemplado no parecer inicial)

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Não se aplica para essa avaliação (já contemplado no parecer inicial)

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos estão de acordo com o que propõe a Resolução 466/12.

Recomendações:

Não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Emenda aprovada.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o CEP - APS de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS nº 466 de 2012 e na Norma Operacional nº 001 de 2013 do CNS, manifesta-se a favor da situação "APROVADO" para a EMENDA ao projeto de pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar

Bairro: SMHS

CEP: 70.334-900

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)3319-1494

E-mail: comiteeticapesquisa@sarah.br



ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH



Continuação do Parecer: 2.990.256

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1106653_E1.pdf	17/08/2018 08:52:24		Aceito
Outros	CARTA_ao_CEP_3.pdf	17/08/2018 08:51:04	Roberta de Matos Figueiredo	Aceito
Outros	Autorizacao_Diretoria_prontuario_pesquisa.pdf	17/08/2018 08:34:38	Roberta de Matos Figueiredo	Aceito
Outros	CARTA_AO_CEP_2.pdf	19/04/2018 11:00:33	Roberta de Matos Figueiredo	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	pre_projeto_mestrado_CEP_alteradoap oscoletalabmov.pdf	19/04/2018 10:55:41	Roberta de Matos Figueiredo	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	pre_projeto_mestrado_CEP_modificado.pdf	02/10/2017 23:01:02	Roberta de Matos Figueiredo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_modificado.pdf	02/10/2017 23:00:40	Roberta de Matos Figueiredo	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostoPDF.pdf	13/09/2017 08:43:29	Roberta de Matos Figueiredo	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASILIA, 30 de Outubro de 2018

Assinado por:
Mauren Alexandra Sampaio
(Coordenador(a))

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar

Bairro: SMHS

CEP: 70.334-900

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3319-1494

E-mail: comiteeticapesquisa@sarah.br