

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CEILÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO**

**Análise do alcance manual em lactentes prematuros com
baixo peso ao nascer**

Rosana Tannús Freitas Lima

Brasília – DF

2019

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CEILÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

**Análise do alcance manual em lactentes prematuros com
baixo peso ao nascer**

Rosana Tannús Freitas Lima

Orientadora: Prof^ª. Dra. Aline Martins de Toledo

Co-orientadora: Profa. Dra. Aline do Carmo

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)

TR788a Tannús Freitas Lima, Rosana
Análise do alcance manual em lactentes prematuros com
baixo peso ao nascer / Rosana Tannús Freitas Lima;
orientador Aline Martins de Toledo; co-orientador Aline do
Carmo. -- Brasília, 2019.
89 p.

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

1. Eletromiografia. 2. Cinemática. 3. Alcance manual. 4.
Recém-nascidos prematuros nascidos de baixo peso. 5.
Treinamento de resistência. I. Martins de Toledo, Aline,
orient. II. do Carmo, Aline , co-orient. III. Título.

Membros da banca examinadora para Defesa da Dissertação de Mestrado de Rosana Tannús Freitas Lima, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade de Brasília, em 30 de janeiro de 2019.

**Aline Martins de Toledo
(UNB)**

**Aline do Carmo
(UNB)**

**Tatiana Barcelos Pontes
(UNB)**

**Luanda André Collange Grecco
(UNISO)**

**Lídia Mara Aguiar Bezerra de Melo
(UNB)**

Aos pais e aos bebês que participaram como voluntários dessa pesquisa, sem eles nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por me dar forças para concluir esse trabalho com êxito depois de 3 anos de dedicação desde o início dos meus estudos como aluna especial, principalmente por ter me mantido motivada e focada para concluir o ciclo de coletas que necessitou muitas horas de trânsito por Brasília e muito cansaço físico. O último ano foi de um conhecimento espiritual tamanho, e isso manteve minha mente sã e tranquila.

Aos pais e mães dos bebês mais fofos que eu poderia conhecer, que me acolheram tão bem em suas casas e que fizeram diariamente a minha motivação aumentar com nossas conversas sobre a vida e os desafios de serem pais em diferentes contextos. Suas histórias dariam um novo capítulo dessa dissertação. E cada mensagem de agradecimento, fotos e vídeos das conquistas de seus filhos, que recebi com muito amor, foram com certeza os maiores presentes desse trabalho. Aprendi muito com eles e levo cada um com muito carinho em meu coração.

Ao meu marido Rodrigo, que não mediu esforços para que eu ficasse bem nesse período, me dando o espaço necessário, ouvindo minhas angústias e entendendo minha ausência, principalmente no último ano. O amor que recebo em casa diariamente com certeza reflete nos frutos dessa conquista. E à nossa família, que mesmo um pouco distante e não entendendo muito bem o que um mestrado significa, me apoiou e deu forças para continuar.

À minha “duplinha” Mariana, carinhosamente chamada assim por ter sido minha parceira nesse projeto tão difícil. O desafio de fazer um ensaio clínico tentando deixá-lo o mais controlado possível foi menos difícil com ela. Ela ouviu todas as minhas reclamações, angústias, alegrias e desabafos e juntas nos apoiamos para que o melhor fosse feito. Junto com ela estavam as meninas da graduação que fizeram toda diferença nas coletas: Isabela, Letícia, Rafaela e Emily. Tenho certeza que vocês tiveram um crescimento muito importante nesses dois anos conosco e nós também aprendemos muito com vocês. Outra pessoa que fez toda diferença no nosso trabalho e sem ele nem teríamos começado a coleta, foi nosso grande amigo Leandro. O engenheiro mais bacana que conheço, que dedicou muito do seu tempo para nos ajudar com toda sua paciência e calma e nos socorreu tantas vezes ao longo das coletas e também no final delas para rodar os dados. Teremos dificuldade para agradecer tudo que você fez por nós.

Outra pessoa que gostaria de agradecer é minha amiga querida e colega de trabalho Roberta. Trabalhamos juntas na Rede Sarah na mesma equipe e tivemos por 3 anos o mesmo

caminho e o mestrado com a mesma orientadora. Isso nos aproximou ainda mais e fomos muito o suporte uma da outra em muitos momentos. Trocamos artigos, experiências, desafios, compartilhamos histórias das coletas, ajudamos a aumentar a coleta uma da outra, entre muitas outras coisas difíceis de enumerar. Obrigada minha amiga, por tudo. Tem também pessoas como a Patrícia, a Bruna, a Luana, a Ana Letícia (que conheci nesse caminho), todas me deram um apoio moral muito importante, talvez elas nem tenham consciência disso. À todos aqueles, amigos próximos ou distantes ou apenas conhecidos, que torceram para que esse trabalho desse certo, meu muito obrigada.

Por fim, meu último agradecimento deixo à minha orientadora, Professora Aline Toledo. Nos dois anos de mestrado, ela esteve longe por um ano na Holanda, em seu pós-doutorado, bem no período de coletas. Ainda bem que formamos uma equipe muito boa, eu, Mariana, Leandro, Isabela, Letícia, Rafaela e Emily, e demos conta do recado. Nesse período de sua ausência tive o suporte da querida Professora Aline do Carmo, sempre à disposição para me ajudar. Obrigada também pelo seu carinho. Mas, olhando em retrospecto, acho que a Aline Toledo foi e voltou na época certa. Precisei muito dela no início e no final e ela correspondeu prontamente. Nosso primeiro ensaio clínico, como total responsáveis pela pesquisa, tenho muito orgulho de fazer parte dessa conquista. Erramos e aprendemos juntas essa experiência incrível. Obrigada pelo acolhimento, as palavras de incentivo, pelas broncas, por me ensinar a ser uma pesquisadora responsável, organizada e sobretudo ética. Agradeço também ao Professor Rodrigo pela ajuda com nossos dados, pelos artigos e por todo seu conhecimento.

Estou muito feliz por concluir esse trabalho. Um ensaio clínico controlado randomizado foi um desafio e tanto para apenas 2 anos. Tenho sorte por ter todas essas pessoas em meu caminho, sem elas eu não teria conseguido.

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Capítulo 2

Figura 1: Treino funcional do alcance manual----- 25

Capítulo 3

Figura 1: Fluxograma do processo de seleção dos estudos----- 38

Capítulo 4

Figura 1: Fluxograma das avaliações----- 59

Figura 2: Protocolo de intervenção----- 61

Figura 3: Representação do Índice de Retidão, Unidade de Transporte (%),
Unidades de Movimentos e Índice de Desaceleração (s) nos grupos (GC e GI)
em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção)----- 64

Gráfico 1: Porcentagem de prensão com sucesso nos grupos em todas as avaliações----- 65

LISTA DE TABELAS

Capítulo 3

Tabela 1: Dados extraídos dos artigos----- 39

Capítulo 4

Tabela 1: Características da amostra (média \pm desvio padrão) por grupo----- 58

LISTA DE ABREVIATURAS

AIMS - *Alberta Infant Motor Scale*
BB - Bíceps Braquial
CASP - *Critical Appraisal Skills Programme*
DE – Deltoide
DNM – Disfunção Neurológica Menor
ECM – Esternocleidomastoideo
EL - Extensor Lombar
EMG - Eletromiografia
EP - Extensor de Punho
ET - Extensor de Tronco
FP - Flexor de Punho
GC – Grupo Controle
GI – Grupo Intervenção
Hz – Hertz
IC – Índice de Concordância
IQT – Isquiotibiais
ISEK - *International Society of Electrophysiology and Kinesiology*
ITT – Intenção de Tratar
 k - coeficiente de Kappa de Cohen
L – Longitudinal
M – média
ms – milissegundos
n – amostra
NR - Não Relatado
OMS – Organização Mundial da Saúde
 p – nível de significância
PC - Paralisia Cerebral
PM - Peitoral Maior
PV – Paravertebrais
QD – Quadríceps
QTM - *Qualisys Track Manager*

r – tamanho do efeito

RA - Reto Abdominal

RF - Reto Femoral

s – segundos

TB - Tríceps Braquial

TS - Trapézio Superior

V - V de Cramer

χ^2 – Qui-quadrado

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética e Pesquisa-----	77
ANEXO 2: Protocolo para coleta de dados das mães e dos lactentes-----	82
ANEXO 3: <i>Alberta Infant Motor Scale</i> (AIMS)-----	84

SUMÁRIO

RESUMO -----	12
ABSTRACT -----	14
<hr/>	
Capítulo 1 – Contextualização -----	16
Motivação para o trabalho-----	17
<hr/>	
Capítulo 2 - Introdução Geral -----	20
1 Prematuridade e Baixo Peso ao nascer-----	21
2 Alcance Manual-----	21
3 Treinamento funcional-----	24
4 Peso adicional-----	26
5 Objetivos-----	28
6 Esboço do estudo-----	28
7 Referências-----	29
<hr/>	
Capítulo 3 - Artigo 1: O uso da eletromiografia na avaliação e caracterização do alcance manual em lactentes: Uma revisão sistemática -----	33
1 Introdução-----	34
2 Métodos-----	36
2.1 Identificação e seleção dos estudos-----	36
2.2 Critérios de inclusão-----	36
2.3 Dados extraídos e análise-----	37
3 Resultados-----	38
4 Discussão-----	43
5 Conclusão-----	49
6 Referências-----	50
<hr/>	

Capítulo 4 - Artigo 2: Treinamento do alcance manual com peso adicional em lactentes prematuros: um ensaio clínico randomizado -----	54
1 Introdução-----	55
2 Métodos-----	56
2.1 Desenho do estudo-----	56
2.2 Participantes-----	57
2.3 Procedimentos relacionados as avaliações-----	59
2.3.1 Aparatos-----	60
2.4 Procedimentos relacionados a intervenção-----	60
2.5 Descrição dos desfechos e Análise de Dados-----	61
2.6 Análise estatística-----	62
3 Resultados-----	63
3.1 Variáveis cinemáticas-----	63
3.2 Variáveis categóricas-----	64
4 Discussão-----	65
5 Conclusões-----	69
6 Limitações do estudo e Sugestões futuras-----	69
7 Referências-----	70

Capítulo 5 – Epílogo -----	73
1 Principais conclusões-----	74
2 Limitações dos estudos-----	75
3 Pesquisas futuras-----	76
4 Implicações Clínicas-----	76

RESUMO

LIMA, R.T.F. **Análise do alcance manual com peso adicional em lactentes prematuros com baixo peso ao nascer.** 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

O alcance manual em lactentes vem sendo muito estudado por ser uma das mais importantes habilidades do desenvolvimento global. A compreensão das transformações do comportamento manual foi sendo estabelecida e hoje já se sabe como se desenvolve o alcance manual em lactentes a termos saudáveis e também em lactentes prematuros. Atualmente, estudos tem buscado analisar o efeito do treino da habilidade do alcance nestes lactentes prematuros e os resultados observados até o momento são positivos. No entanto, existem poucos estudos com a proposta de investigar as alterações a nível de ativação muscular que ocorrem durante a execução desta habilidade, assim como há poucos estudos que fazem uso de algum recurso externo para aumentar a eficiência do treino funcional do alcance. Esta dissertação teve dois estudos principais. O primeiro estudo objetivou investigar como a técnica de eletromiografia de superfície tem sido utilizada para avaliação do alcance manual através de uma revisão sistemática. A busca nas bases de dados resultou em 15 artigos selecionados para essa revisão. A revisão mostrou que o controle postural é a habilidade primária mais avaliada em lactentes e houve uma variabilidade dos parâmetros utilizados com pouca descrição do processamento dos sinais, o que impossibilitou estabelecer uma padronização para replicação e desenvolvimento de novos estudos. O segundo estudo objetivou investigar os efeitos do uso do peso adicional no treinamento funcional do alcance manual em lactentes pré-termos com baixo peso ao nascer em relação aos aspectos cinemáticos e sua relação com a preensão manual. A amostra foi de trinta e quatro lactentes prematuros moderados a tardios nascidos com baixo peso que foram aleatoriamente alocados nos grupos controle (GC) e grupo intervenção (GI) e avaliados em 3 momentos (pré-treino, pós-treino e retenção). A Intervenção envolveu um programa de treinamento funcional do alcance por 4 semanas (8 sessões) em que ambos os grupos participaram. O GC fez uso de um bracelete simples sem peso e o GI fez uso de um bracelete com peso adicional de 20% o peso do seu membro superior. O estudo 2 mostrou que o uso do peso adicional no treinamento de longa duração do alcance não parece favorecer a melhora do movimento da habilidade em relação às variáveis cinemáticas. O grupo controle apresentou melhora nos parâmetros espaço-temporais na retenção e o grupo intervenção modificou o sucesso da preensão. Ao comparar os grupos em

cada momento, observou-se que na retenção o grupo controle apresentou melhores parâmetros espaço-temporais.

Palavras-chaves: Eletromiografia, cinemática, alcance manual, treinamento de resistência, recém-nascido prematuro, recém-nascido de baixo peso.

ABSTRACT

LIMA, R.T.F. **Analysis of reaching with additional weight in preterm infants with low birth weight.** 2019. Dissertation (Master degree) - University of Brasília, Brasília, DF.

Reaching in infants has been widely studied as one of the most important skills in overall development. The understanding of the transformations of manual behavior has been established and it is now known how the reaching is developed in healthy terms infants and also in preterm infants. Currently, studies have sought to analyze the effect of training of reaching ability in these preterm infants and the results observed so far are positive. However, there are few studies with the proposal to investigate the changes in muscle activation that occur during the execution of this ability, just as there are few studies that make use of some external resource to increase the efficiency of the functional training of reaching. This dissertation had two main studies. The first study aimed to investigate how the surface electromyography technique has been used to evaluate the reaching through a systematic review. The search in the databases resulted in 15 articles selected for this review. The review showed that postural control is the primary ability most evaluated in infants and there was a variability of the parameters used with little description of signal processing, which made it impossible to establish a standardization for replication and development of new studies. The second study aimed to investigate the effects of the use of additional weight in the functional training of reaching in preterm infants with low birth weight in relation to the kinematic aspects and its relation to the gripping. The sample consisted of thirty-four moderate to late preterm infants born with low birth weight who were randomly allocated in the control (CG) and intervention (IG) groups and evaluated in 3 moments (pre-training, post-training and retention). Intervention involved a 4-week (8-session) functional training of reaching program in which both groups participated. The CG made use of a simple weightless bracelet and the IG made use of a bracelet with an additional weight of 20% the weight of his upper limb. Study 2 showed that the use of additional weight in long training does not seem to favor the improvement of the movement skill in relation to the kinematic variables. The control group showed improvement in the spatio-temporal parameters in the retention and the intervention group modified the success of gripping. When comparing the groups at each moment, it was observed that in the retention the control group presented better spatio-temporal parameters.

Keywords: Electromyography, kinematics, reaching, training, premature infants, low birth weight infants.



Capítulo 1

Apresentação

Motivação para o trabalho

As crianças sempre foram minha inspiração de vida desde muito pequena. Quando criança, tinha profunda admiração pelo meu pediatra, o que me fez dizer por muitos anos que eu seria “médica” de crianças. Cresci e a vontade de fazer medicina cresceu junto comigo, mas os caminhos da vida me levaram até a Fisioterapia. Entrei na Universidade aos quase 20 anos, após tentar por algum tempo a aprovação em Medicina, sem sucesso. Algo me fez desistir e encarar a Fisioterapia na Universidade Estadual de Goiás. Por algum tempo eu tive dúvidas se eu estava no curso certo.

No final da faculdade, conheci um professor que me fez olhar para a pesquisa científica e brilhar meus olhos. O professor Gustavo Christofolletti atuava em Neurologia, era Mestre em Ciências da Motricidade e tinha acabado de entrar no Doutorado pela Unicamp aos 25 anos. Seu projeto de pesquisa era muito interessante, um ensaio clínico com Parkinson que durou cerca de 2 anos e que seria minha monografia no final do curso. Essa pesquisa me rendeu nota máxima no Trabalho de Conclusão de Curso e um artigo, publicado em 2010, com título “Eficácia de tratamento fisioterapêutico no equilíbrio estático e dinâmico de pacientes com Doença de Parkinson”.

Ao mesmo tempo que realizava a pesquisa, eu cumpria os últimos três semestres de estágio supervisionado da faculdade. O nono semestre do curso era estágio em neurologia, dividido em adulto e infantil. O estágio infantil foi realizado na APAE. Era difícil dizer naquela época qual caminho eu ia seguir na vida profissional porque eu gostava de atender todas as áreas, mas eu lembro de dizer que achava a fisioterapia em neuropediatria linda, porém, eu só trabalharia com a mesma em um grande centro de reabilitação devido à complexidade dos recursos necessários.

No meu último semestre de faculdade, o décimo período, surgiu a notícia do concurso da Rede SARA, e isso me desesperou profundamente. O SARA para mim era um sonho desde a metade da faculdade porque acreditava que reunia toda a complexidade que eu queria, a possibilidade de manter a pesquisa científica e ainda um ótimo salário para alguém no início da carreira profissional. Mas o concurso seria no meu último semestre de faculdade e isso me deixou muito apreensiva pois eu tinha certeza que não seria aprovada por ainda ser uma estudante sem experiência.

Neste momento tive dois grandes apoiadores. Primeiro meu marido Rodrigo, que na época ainda era meu namorado. Recordo-me claramente que no último dia de inscrição ele me disse que se eu não me inscrevesse, ele me inscreveria, pois se era meu sonho eu precisava

pelo menos fazer a prova e mostrar para o SARAH quem eu era. Após a inscrição e as provas objetiva e discursiva feitas, o resultado positivo me levaria à temida entrevista, segunda fase do concurso. Neste momento, meu querido professor Gustavo sentou comigo e me deu muitas dicas sobre a entrevista e eu tenho certeza que as mesmas juntamente com meu projeto de pesquisa durante a faculdade fez toda diferença na aprovação. Solicitei que a prova prática, terceira fase do concurso, fosse feita com crianças, pois havia sido meu último estágio, e portanto, estava bem vívido em minha memória. Além disso, recentemente havia feito estágio voluntário em outro serviço infantil. Desta forma, acreditava que meu desempenho seria melhor na reabilitação infantil considerando minha restrita experiência até o momento. Fui aprovada em abril de 2009 no concurso da Rede SARAH. Minha felicidade era indescritível naquele momento, mas sabe quando você sente que seu querido professor estava tão feliz quanto você? Aqui deixo meus agradecimentos ao Professor Doutor Gustavo Christofolletti, imensamente, pelos ensinamentos, pelo gosto pela pesquisa, pela humildade e carinho de sempre. Agradeço ainda a todos meus professores de faculdade que me ensinaram a ser a profissional que me tornei e que busca melhorar sempre.

Um ano depois eu fui convocada e então renasceu minha história com a pediatria. Fui chamada para assumir na Unidade de Macapá, e cabia a mim a decisão de aceitar a vaga naquela região. Eu havia me formado em julho de 2009, iniciei uma residência em Fisioterapia Hospitalar enquanto aguardava ser convocada. Seria meu primeiro emprego e apesar de ter sido uma decisão muito fácil na minha cabeça, todo o contexto foi muito difícil. No desespero desse momento, outra coisa me marcou muito. Minha irmã me ligou e disse: “Eu cresci te ouvindo dizer que seria médica de crianças, Deus está te dando essa oportunidade agora! ”. Ela disse isso porque Macapá era uma Unidade de Reabilitação Infantil.

Maior de 2010. Cidade nova, no extremo norte do Brasil, uma cultura completamente diferente, longe da família, longe do namorado. Um treinamento de oito meses, quarta fase do concurso, me consumiria e a pesquisa foi sendo esquecida. Estudei e ainda estudo muito, uma das vantagens de se trabalhar em um lugar que você atende tudo que uma criança pode ter e que necessita sempre de renovação de conhecimento. Fiquei em Macapá por 4 anos e fui então transferida para Brasília em agosto de 2014. Continuei na Unidade SARAH Brasília atendendo na Reabilitação Infantil. Precisei estudar ainda mais pois Brasília abrange uma variedade e complexidade de casos ainda maior que Macapá. Em 2016 houve a possibilidade do meu marido se mudar para São Paulo por 2 anos para uma nova especialização e nessa época eu cogitei pedir uma licença e tentar um mestrado enquanto eu o acompanhava. A

mudança não foi necessária, mas o sentimento de que eu pudesse voltar a estudar e me dedicar à pesquisa ressurgiu. Cursei um ano como aluna especial no programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade de Brasília. Minha ideia inicial era fazer uma pesquisa sobre as patologias ortopédicas da infância, uma área que eu gosto muito, porém, tudo mudou quando eu conheci a Mariana. A Mariana estava no doutorado procurando alguém para completar sua pesquisa com bebês e eu me apaixonei pelo projeto. Assim, nasceu nossa parceria de sucesso que resultou nessa linda pesquisa. Conheci então a Professora Doutora Aline Toledo, minha querida orientadora, que me acolheu com muito carinho e a essas duas eu tenho muito a agradecer.

Com a finalização dessa pesquisa e de todo o mestrado, aprendi muito sobre metodologia científica apesar de saber o quanto eu ainda tenho que me aperfeiçoar. Não pretendo seguir vida acadêmica e nesse momento não penso em Doutorado, mas eu trabalho em um lugar que me dá todas as possibilidades para continuar pesquisando e publicando. O trabalho lindo desenvolvido lá precisa ser divulgado no meio acadêmico.

Meu objetivo é seguir firme na linha de pesquisas e aliar isso à minha prática clínica. Ter desenvolvido um projeto que visa a melhora das atividades funcionais de lactentes de risco, com o uso de recursos práticos e viáveis, reafirma que meu desejo inicial pela neuropediatria estava no caminho certo. Estou muito feliz de ter chegado até aqui, com a certeza de que é só o início do caminho. Agradeço muito a Deus por essa oportunidade e que Ele me abençoe a continuar cuidando das minhas crianças.

Crianças são a face mais
linda da verdade e do amor.

Rosana Tannús Freitas Lima

Capítulo 2

Introdução Geral

1 Prematuridade e baixo peso ao nascer

Um bebê nascido vivo é considerado prematuro antes que as 37 semanas de gestação tenham sido completadas. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 2018) as crianças prematuras são divididas em subcategorias de acordo com a idade em: prematuro extremo (<28 semanas de gestação), muito prematuro (28 a <32 semanas de gestação) e prematuros moderados a tardios (32 a <37 semanas de gestação). Recém-nascidos com baixo peso são aqueles com peso ao nascer inferior a 2500g e os de muito baixo peso são aqueles que apresentam peso ao nascer menor que 1500g (OMS, 2018). Uma nova faixa de peso é considerada devido aos grandes avanços na Medicina, que permitiram aumentar a sobrevivência de recém-nascidos de extremo baixo peso, definidos como aqueles com peso ao nascimento abaixo de 1000g. É importante salientar que nem todo bebê com baixo peso ao nascer é um bebê pré-termo, e que nem todo bebê pré-termo apresenta baixo peso.

Com a diminuição do tempo gestacional, a idade ao nascer e o baixo peso estão associados a um maior risco de mortalidade e incapacidade, assim como a uma maior necessidade e intensidade de cuidados neonatais (Costeloe, Hennessy, Gibson, Marlow, & Wilkinson, 2000; Blencowe et al., 2012). Estima-se que a taxa de nascimentos prematuros varia de 5% a 18% dos recém-nascidos (OMS, 2018). Os prematuros extremos (<32 semanas de gestação) possuem alto risco de atraso no desenvolvimento (Marlow, Hennessy, Bracewell, Wolke, & EPICure Study Group, 2007). As crianças sem déficits neurológicos específicos, ou seja, lactentes prematuros moderados a tardios, podem apresentar atipicidades sutis, como dificuldades com a função motora fina, coordenação e aprendizado. Essas pequenas alterações neuromotoras, podem trazer dificuldades na vida familiar e requerem atenção no âmbito social, educacional e de saúde específicos (Allen, 2008). Além disso, o desempenho escolar pode ser afetado (Van Hus, Potharst, Jeukens-Visser, Kok, & Van Wassenaer-Leemhuis, 2014; Sucksdorff et al., 2015); além de haver maior risco para déficit de atenção e hiperatividade, identificado não somente em bebês prematuros como naqueles de baixo peso ao nascer (Sucksdorff et al., 2015).

2 Alcance manual

O alcance manual representa uma das primeiras fases do desenvolvimento motor voluntário durante a infância, sendo um importante marco do desenvolvimento motor, social, perceptual e cognitivo do bebê (Thelen et al., 1993). Por meio do alcance manual, os lactentes

aprendem sobre o ambiente, exploram objetos e melhoram sua coordenação motora (Corbetta & Spencer, 1996). O seu desenvolvimento em lactentes a termos com o peso adequado ao nascer está bem descrito na literatura, com início por volta dos 3-4 meses de idade e amadurecimento por volta dos 6 meses de idade (von Hofsten, 1991; Thelen, Corbetta, & Spencer, 1996; Konczak & Dichgans, 1997; Thelen & Spencer, 1998; Bakker, De Graaf-Peters, Van Eykern, Otten, & Hadders-Algra, 2010; Zaal, Daigle, Gottlieb, & Thelen, 1999). O início do alcance é marcado por um movimento tortuoso com muitos segmentos de aceleração e desaceleração (unidades de movimento) durante a trajetória (Zaal et al., 1999). Nos primeiros meses após o início do alcance, tanto a qualidade da trajetória do braço quanto a natureza do acoplamento entre membros são intimamente afetadas pelas mudanças de velocidade (Zaal & Thelen, 2005). Os movimentos rápidos causam movimentos mais bruscos e menos retos (Corbetta & Thelen, 1996). Além disso, a posição sentada permite melhor alcance nessa fase, promovendo aumento na frequência de alcances e uma diminuição na duração do alcance e do tempo de desaceleração (Carvalho, Tudella, & Savelsbergh, 2007). Após os 6 meses, os lactentes são capazes de modular a velocidade e aprimorar os parâmetros espaço-temporais de seus movimentos. Esse controle é essencial para produzir alcances que sejam espacialmente precisos, especialmente quando a dificuldade do alvo aumenta (Zaal & Thelen, 2005). O aumento da idade também favorece um aumento da frequência de alcances e do índice de retidão (menor trajetória) (Carvalho et al., 2007). Por volta de 8 e 9 meses, a trajetória da mão torna-se mais reta e suave e a alta variabilidade do início é reduzida (Konczak & Dichgans, 1997; Thelen et al., 1993; Corbetta & Spencer, 1996). Van Hof e colaboradores (2005) demonstraram que a habilidade em alcançar inicia de forma bimanual e passa a ser unimanual quando o equilíbrio de tronco melhora, por volta dos 6 meses de idade, mostrando que a idade é um fator determinante nesse ajuste. Fagard (2000) acrescenta ainda que os ajustes distais também se modificam ao longo do tempo, iniciando o alcance com a mão horizontalizada e passando para posição mais vertical a partir dos 5 meses. Além disso, os lactentes fazem uso de informações visuais, táteis e proprioceptivas para planejar e ajustar efetivamente sua mão para apreender os objetos já a partir dos 4 meses de idade (Rocha, Silva, & Tudella, 2006). As ações exploratórias em relação ao objeto também se modificam ao longo do tempo e aumentam de 5 a 7 meses de idade. À medida que os bebês obtêm maiores informações somatossensoriais, eles passam a usar ações exploratórias com maior frequência como Sacudir, Bater-o-objeto, Transferir de uma mão a outra e Rotacionar (Soares, von Hofsten, & Tudella, 2012).

O alcance manual parece ser influenciado por diversos fatores. Dentre as populações de risco que podem afetar o desenvolvimento infantil e particularmente o alcance, a prematuridade destaca-se devido às particularidades que acompanham esta condição de saúde que os diferem dos lactentes a termo. Ao analisar o alcance manual de lactentes prematuros moderados a tardios com idade gestacional entre 32 a 36 semanas, aos 6 meses de idade corrigida, observa-se que estes apresentam uma trajetória da mão menos retilínea e com mais correções, com menor velocidade, mais unidades de movimento, e menos sucesso na preensão que os lactentes a termo (Toledo & Tudella, 2008). Além disso, os bebês prematuros precisam diminuir a velocidade para manter trajetórias mais retilíneas e preensões bem-sucedidas (Toledo & Tudella, 2008). Ainda, os lactentes prematuros apresentam fraco desempenho na regulação da força muscular dos membros superiores durante a função da mão (De Groot, 2000). No mesmo sentido, Fallang, Saugstad, e Hadders-Algra (2003) afirmam que lactentes prematuros aos 6 meses apresentam maior frequência de movimentos com velocidade muito alta ou muito baixa e/ou movimentos com Unidades de Movimento em excesso, demonstrando uma trajetória com muitos picos de aceleração e desaceleração do braço.

Toledo, Soares, e Tudella (2011) demonstraram ainda que os lactentes prematuros tardios apresentam predominantemente a mão semiaberta no momento do toque com o objeto entre 5 e 7 meses de idade corrigida, além de um aumento progressivo de mão aberta e verticalizada com o decorrer da idade. Ainda nesta fase, os prematuros tardios apresentam predomínio de alcance unimanual quando a estabilidade do tronco melhora.

Quando avaliado o controle postural durante o alcance manual por meio da eletromiografia de superfície, Van der Fits, Klip, e Eykern (1999) demonstraram que bebês prematuros relativamente saudáveis apresentam um déficit na capacidade de ajustar a atividade postural durante o início do alcance. Possivelmente, essa deficiência está relacionada à presença contínua de altos níveis de atividade postural, o que pode dificultar o processamento adequado da informação sensorial. Clearfield, Feng, e Thelen (2007) analisaram gêmeos prematuros quanto a coativação dos músculos relacionados ao alcance (bíceps, trapézio, deltoide e tríceps braquial) durante o alcance entre 4,5 e 13 meses de idade e observaram que todas as crianças mostraram ativação dos quatro músculos testados. No entanto, essa ativação não apresentou efeito do período avaliado, o que sugere que não há tendências significativas de desenvolvimento na coativação muscular, mesmo após a melhora da habilidade do alcance.

As alterações encontradas no desenvolvimento motor de lactentes prematuros podem se intensificar quando os mesmos nascem com um peso abaixo do esperado, inferior a 2.500

gramas (Wolf et al., 2002). No estudo de Oliveira (2015), os resultados espaço-temporais mostraram que os lactentes com baixo peso ao nascer apresentaram uma maior trajetória para tocar o objeto, com um movimento mais tortuoso, com mais acelerações e desacelerações e um maior tempo para tocar o objeto após o pico da velocidade que os nascidos a termo com peso adequado. Fonseca (2015) estudou o alcance com eletromiografia e os resultados afirmam que os lactentes prematuros nascidos com baixo peso apresentam menores magnitudes de ativação e coativação musculares quando comparados aos lactentes a termo com peso adequado ao nascer, provavelmente devido a uma menor massa muscular e a um tônus muscular diminuído.

De forma geral, de acordo com a revisão sistemática de Guimarães et al (2013), o comportamento das variáveis cinemáticas do alcance manual de lactentes prematuros demonstrou pior desempenho da habilidade quando comparados aos lactentes a termos. Fallang et al (2005) relacionaram essa pior habilidade do alcance com uma possível disfunção neurológica menor (DNM), caracterizada por dificuldades de aprendizagem e habilidades motoras finas aos 6 anos de idade.

Diante do exposto, e considerando a evidente alteração na habilidade do alcance em lactentes prematuros moderados, o treinamento do alcance seria essencial para melhorar o desenvolvimento dessa habilidade o mais cedo possível.

3 Treinamento funcional

As abordagens teóricas contemporâneas e a neurociência do desenvolvimento têm enfatizado na avaliação e intervenção de lactentes e crianças com deficiências motoras cada vez mais precocemente e que envolvam atividades motoras específicas. Esta abordagem busca a otimização dos resultados a serem alcançados na prática clínica. Protocolos funcionais devem enfatizar as atividades da vida diária, proporcionando às crianças a capacidade de moverem-se ativamente seus membros e corpos através do espaço e responderem a perturbações realistas do ambiente, demonstrando, assim, sua capacidade de adaptação (Ulrich, 2010). De acordo com Dusing *et al.* (2013) o uso de protocolos baseados em atividades funcionais deve ser o ponto central nas terapias para incapacidades motoras na tentativa de melhorar o controle neuromotor, força muscular (capacidade de gerar força) e o rendimento da atividade.

Apesar das alterações encontradas em lactentes pré-termos não impedirem que esses realizem a atividade de alcançar objetos, o treino desta habilidade poderá contribuir para um movimento mais habilidoso. A exploração gera ciclos de cognição-percepção-ação, que os

bebês usam para expandir seu repertório de movimento, gerando oportunidades de aprendizado e avançando no desenvolvimento global (Dusing & Harbourne, 2010). A prática motora é capaz de gerar novas possibilidades de mudança na exploração do ambiente dos bebês, de maneira a permitir que estes ampliem seus comportamentos já adquiridos e os combine com outros comportamentos exploratórios (Lobo & Galloway, 2013).

O treino do alcance manual (Figura 1), apesar de incipiente nas pesquisas com lactentes, têm mostrado resultados importantes. Sabe-se que nesse processo, a habilidade motora é adquirida através da prática espontânea ou induzida, fazendo uso de informações externas do ambiente e do feedback de experiências motoras adquiridas a fim de moldar e remodelar novas habilidades no indivíduo (Lobo & Galloway, 2013).



Figura 1: Treino funcional do alcance manual (Fonte: próprio autor)

Alguns estudos têm desenvolvido treinamentos com lactentes a termos para aprimorar o alcance manual. Lobo, Galloway e Savelsbergh (2004) e Lobo e Galloway (2008) abordaram os efeitos de treinos no alcance manual em bebês a termos aos 2-3 meses de idade, evidenciando que o treino específico de atividades ao longo de 2 e 3 semanas adiantou a aquisição e promoveu aumento dos números de alcance. Posteriormente, Cunha, Woollacott e Tudella (2013) e Cunha et al. (2013) demonstraram em bebês a termos, que poucos minutos de treino do alcance manual (sessão de 4 minutos) foram eficientes para aumentar o número de contatos com o objeto, melhorar a velocidade de alcance e diminuir o tempo de alcance. No mesmo sentido, Cunha et al. (2016) demonstraram que uma breve sessão de treino de 4 minutos foi eficaz na melhora no número de contatos com o objeto e melhora na qualidade do

alcance em bebês a termos no período de aquisição do alcance. Três avaliações e três sessões de treinamento foram realizadas em dois dias consecutivos. Além disso, três sessões resultaram em breves mudanças espaço-temporais com alcances mais curtos, mais velozes e suaves e mais alterações nos ajustes distais que facilitaram a interação com os objetos. As autoras desenvolveram um protocolo de estimulação do alcance visando tanto a movimentação do braço quanto a estimulação tátil e proprioceptiva causada pelo toque do objeto no braço dos lactentes.

Os estudos de treino do alcance manual também foram realizados em lactentes prematuros. Soares et al. (2013) propuseram um ensaio clínico, no qual utilizou-se um treino de curta duração, porém, com prematuros tardios. Os bebês pré-termos tiveram um aumento na quantidade de alcances e alcances bimanuais imediatamente após um curto período de prática de alcance em comparação com a linha de base. Apesar de tais mudanças, os ganhos não foram mantidos um dia após o treino, evidenciando que a prematuridade é um fator limitante para o aprimoramento da habilidade. Posteriormente, Guimarães e Tudella (2015) aplicaram um treino de 5 minutos em bebês pré-termos com baixo peso ao nascer e evidenciaram que poucos minutos de experiência motora provou ser eficaz na promoção de alcances mais lentos, com maior ajuste e menor número de unidades de movimento.

Além dos treinos da habilidade de alcance, em si, existem estudos que utilizam recursos ambientais para estimular a habilidade do alcance. Um destes recursos é o *sticky mittens paradigm*, ou paradigma das “luvas aderentes” (tradução livre). Esse modelo foi criado por Needham, Barret e Peterman (2002) com objetivo de aprimorar comportamentos manuais em bebês. Consiste no uso de luvas aderentes e objetos com faces aderentes opostas às luvas favorecendo ao bebê oportunidades de apreender e explorar objetos antes da aquisição destas habilidades. Ao ser aplicado por cerca de 10 minutos diários em bebês a termo, o treino parece proporcionar maior interesse pela exploração dos objetos, motivação para iniciar o contato com estes antes mesmo da aquisição do alcance, bem como aumento do número de alcances e de preensões do objeto (Needham, Barret & Peterman, 2002). Recentemente, Nascimento et al. (2019) aplicou um treino de 4 minutos com uso de luvas aderentes em lactentes pré-termos tardios entre 4 e 5 meses de idade. Os achados sugeriram que o treino de alcance com luvas aderentes promove maior número de contatos mão-brinquedo, principalmente alcances bimanuais e com mão semiaberta, em comparação ao treino social.

4 Peso adicional

Com base nos estudos apresentados, pode-se concluir que o treino do alcance manual tem apresentado resultados positivos em relação à melhora da habilidade, inclusive com o uso de influências externas, como o uso das luvas aderentes. Além do treino específico da habilidade do alcance e o uso das luvas aderentes, outros recursos têm sido utilizados na tentativa de estimular ou melhorar os componentes neuromotores durante o alcance manual. O peso adicional é uma importante estratégia na manipulação do contexto, pois auxilia a compreensão da capacidade de adaptação do organismo do lactente a alterações do ambiente, além de possuir grande relevância clínica e aplicabilidade terapêutica (Toledo, Soares, & Tudella, 2012). No entanto, até o momento, foram encontrados estudos que verificaram apenas seu efeito imediato no alcance manual e outras habilidades motoras.

Está relatado na literatura que o uso contínuo do peso leva a uma adaptação muscular e modificação do tipo de fibras musculares recrutadas (Fleck & Kraemer, 2004), mudanças que podem melhorar a coordenação motora e a própria habilidade motora.

Com relação ao uso do peso adicional em habilidades motoras específicas, Chen et al. (2002) investigaram seu efeito na coordenação intermembros durante a habilidade de chutar em bebês a termos de 4 meses de idade e demonstrou que o peso favorece maior frequência de chutes, assim como encontrado por Vaal, van Soest e Hopkins (2000). Rocha *et al.* (2009), ao avaliar o alcance de bebês a termos em uso de peso adicional, não encontrou mudanças na maioria das variáveis analisadas, porém, houve maior sincronia e coordenação entre as mãos nos alcances bimanuais. Em 2012, Toledo *et al.* investigaram a influência do peso adicional no comportamento de alcance de bebês prematuros. Neste estudo, o peso adicional aumentou a velocidade média do alcance e diminuiu as unidades de movimento (aceleração e desaceleração), além de ter aumentado a frequência de preensão sem sucesso dos objetos.

No estudo de Fonseca (2015), foram avaliados e comparados lactentes a termo com peso adequado ao nascer e pré-termos com baixo peso ao nascer quanto a ativação muscular por meio da eletromiografia e variáveis cinemáticas durante o alcance manual com e sem peso adicional nos punhos. O peso adicional promoveu aumento da ativação dos músculos bíceps e deltoide nos lactentes pré-termos, favoreceu uma trajetória do alcance mais retilínea e menor número de unidades de movimentos (acelerações e desacelerações).

Tais evidências nos permitem concluir que o peso adicional influencia a habilidade do alcance manual, quando verificado seu efeito imediato. Deste modo, tal estratégia poderia ser utilizada na prática clínica, dependendo dos objetivos terapêuticos propostos. No entanto, nenhum estudo foi desenvolvido até o momento com o intuito de verificar seu efeito como

recurso terapêutico em estudos de treinamento da habilidade do alcance. Este trabalho é pioneiro no mundo utilizando este protocolo, podendo fornecer uma alternativa de protocolo de intervenção para prevenção de disfunções manuais baseado em evidências.

5 Objetivos

Considerando o contexto exposto, a presente dissertação teve dois estudos com diferentes objetivos. O primeiro estudo objetivou 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. O segundo estudo teve o objetivo geral de investigar os efeitos do uso do peso adicional em um treinamento funcional do alcance manual em lactentes pré-termos com baixo peso ao nascer.

6 Esboço do estudo

Para expandir o estudo relacionado ao alcance manual, o próximo capítulo dessa dissertação (Capítulo 3) abordará uma revisão sistemática que teve o objetivo de reunir estudos que avaliaram o alcance manual de lactentes por meio da eletromiografia, identificar as variáveis e os métodos utilizados e discutir os seus achados. Com este artigo, investigamos outra forma de avaliação do alcance manual que tem sido utilizada na literatura, visto que a grande maioria dos estudos utilizam a cinemática como principal método.

O capítulo 4 abordará os resultados referente ao objeto de estudo principal da atual dissertação. O objetivo foi descrever os efeitos do treinamento com peso adicional nas variáveis cinemáticas espaço-temporais e categóricas (preensão dos objetos) do alcance manual em lactentes pré-termos com baixo peso ao nascimento.

O capítulo 5 (Epílogo) resume e destaca as principais conclusões dessa dissertação. Sugestões para pesquisas futuras são identificadas e implicações práticas são oferecidas.

7 Referências

- Allen, M. C. (2008). Neurodevelopmental outcomes of preterm infants. *Current Opinion in Neurology*, 21(2), 123–128.
- 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.
- Blencowe, H., Cousens, S., Oestergaard, M. Z., Chou, D., Moller, A.-B., Narwal, R., ... Lawn, J. E. (2012). National, regional, and worldwide estimates of preterm birth rates in the year 2010 with time trends since 1990 for selected countries: a systematic analysis and implications. *The Lancet*, 379(9832), 2162–2172
- 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.
- Chen, Y.-P., Fetters, L., Holt, K. G., & Saltzman, E. (2002). Making the mobile move: Constraining task and environment. *Infant Behavior and Development*, 25(2), 195–220.
- 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.
- Corbetta, D., & Spencer, J. P. (1996). Development of Reaching during the First Year : Role of Movement Speed Development of Reaching During the First Year : Role of Movement Speed, (August 2017).
- Corbetta, D., & Thelen, E. (1996). The developmental origins of bimanual coordination: a dynamic perspective. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 22(2), 502–522. Retrieved from
- Costeloe, K., Hennessy, E., Gibson, A. T., Marlow, N., & Wilkinson, A. R. (2000). The EPICure study: outcomes to discharge from hospital for infants born at the threshold of viability. *Pediatrics*, 106(4), 659–671.
- Cunha, A. B., Soares, D. A., Ferro, A. M., & Tudella, E. (2013). Effect of Training at Different Body Positions on Proximal and Distal Reaching Adjustments at the Onset of Goal-Directed Reaching: a Controlled Clinical Trial. *Motor Control*, 17(2), 123–144.
- Cunha, A. B., Woollacott, M., & Tudella, E. (2013). Influence of specific training on spatio-temporal parameters at the onset of goal-directed reaching in infants: A controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 17(4), 409–417.
- Cunha AB, Lobo MA, Kokkoni E, Galloway JC, T. E. (2016). 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 : *Journal of Motor Behavior*, 48(2), 132–142.
- De Groot, L. (2000). Posture and motility in preterm infants. *Developmental Medicine and*

Child Neurology, 42(1), 65–68.

- Dusing, S. C., & Harbourne, R. T. (2010). Variability in Postural Control During Infancy: Implications for Development, Assessment, and Intervention. *Physical Therapy*, 90(12), 1838–1849.
- Dusing, S. C., Lobo, M. A., Lee, H.-M., & Galloway, J. C. (2013). Intervention in the First Weeks of Life for Infants Born Late Preterm. *Pediatric Physical Therapy*, 25(2), 194–203.
- 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., Øien, I., Hellem, E., Saugstad, O. D., & Hadders-Algra, M. (2005). Quality of Reaching and Postural Control in Young Preterm Infants Is Related to Neuromotor Outcome at 6 Years. *Pediatric Research*, 58(2), 347–353.
- Fallang, B., Saugstad, O. D., & Hadders-Algra, M. (2003). Postural Adjustments in Preterm Infants at 4 and 6 Months Post-Term During Voluntary Reaching in Supine Position. *Pediatric Research*, 54(6), 826–833.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (2004). *Designing resistance training programs*.
- Fonseca, M. V. da. (2015). *Influência do peso adicional no alcance manual de lactentes prematuros nascidos com baixo peso*.
- Guimarães, E. L., Cunha, A. B., Soares, D. D. A., & Tudella, E. (2013). Reaching Behavior in Preterm Infants During the First Year of Life : A Systematic Review, 340–354.
- Guimarães, E. L., & Tudella, E. (2015). Immediate effect of training at the onset of reaching in preterm infants: Randomized clinical trial. *Journal of Motor Behavior*, 47(6), 535–549.
- Konczak, J., & Dichgans, J. (1997). The development toward stereotypic arm kinematics during reaching in the first 3 years of life. *Experimental Brain Research*, 117(2), 346–354.
- Lobo, M. A., & Galloway, J. C. (2008). Postural and object-oriented experiences advance early reaching, object exploration, and means-end behavior. *Child Development*, 79(6), 1869–1890.
- Lobo, M. A., & Galloway, J. C. (2013). The onset of reaching significantly impacts how infants explore both objects and their bodies. *Infant Behavior and Development*, 36(1), 14–24.
- Lobo, M. A., Galloway, J. C., & Savelsbergh, G. J. P. (2004). General and task-related experiences affect early object interaction. *Child Development*, 75(4), 1268–1281.
- Marlow, N., Hennessy, E. M., Bracewell, M. A., Wolke, D., & EPICure Study Group. (2007). Motor and Executive Function at 6 Years of Age After Extremely Preterm Birth. *PEDIATRICS*, 120(4), 793–804.

- Nascimento, A. L., Toledo, A. M., Merey, L. F., Tudella, E., & Soares-Marangoni, D. de A. (2019). Brief reaching training with “sticky mittens” in preterm infants: Randomized controlled trial. *Human Movement Science*, *63*(November 2018), 138–147.
- Needham, A., Barrett, T., & Peterman, K. (2002). A pick-me-up for infants’ exploratory skills: Early simulated experiences reaching for objects using ‘sticky mittens’ enhances young infants’ object exploration skills. *Infant Behavior and Development*, *25*(3), 279–295.
- Oliveira, A. L. D. S. (2015). *Análise do alcance manual de lactentes pré-termo com baixo e muito baixo peso ao nascer*.
- OMS. (2018). Nascimentos prematuros. Retrieved January 5, 2019, from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth>
- Rocha, N. A. C. F., da Costa, C. S. N., Savelsbergh, G., & Tudella, E. (2009). The effect of additional weight load on infant reaching. *Infant Behavior and Development*, *32*(2), 234–237.
- Rocha, N. A. C. F., Silva, F. P. dos S., & Tudella, E. (2006). The impact of object size and rigidity on infant reaching. *Infant Behavior & Development*, *29*(2), 251–261.
- Soares, D. de A., van der Kamp, J., Savelsbergh, G. J., & Tudella, E. (2013). The effect of a short bout of practice on reaching behavior in late preterm infants at the onset of reaching: A randomized controlled trial. *Research in Developmental Disabilities*, *34*(12), 4546–4558.
- Soares, D. de A., von Hofsten, C., & Tudella, E. (2012). Development of exploratory behavior in late preterm infants. *Infant Behavior and Development*, *35*(4), 912–915.
- Sucksdorff, M., Lehtonen, L., Chudal, R., Suominen, A., Joelsson, P., Gissler, M., & Sourander, A. (2015). Preterm Birth and Poor Fetal Growth as Risk Factors of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Pediatrics*, *136*(3), e599–e608.
- 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., & Tudella, E. (2008). The development of reaching behavior in low-risk preterm infants. *Infant Behavior and Development*, *31*(3), 398–407.
- 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.
- Toledo, A. M. de, Soares, D. de A., & Tudella, E. (2012). Additional Weight Influences the Reaching Behavior of Low-Risk Preterm Infants. *Journal of Motor Behavior*, 44(3), 203–212.
- Ulrich, B. D. (2010). Opportunities for Early Intervention Based on Theory, Basic Neuroscience, and Clinical Science. *Physical Therapy*, 90(12), 1868–1880.
- Vaal, J., van Soest, A. J. “Knoek,” & Hopkins, B. (2000). Spontaneous kicking behavior in infants: Age-related effects of unilateral weighting. *Developmental Psychobiology*, 36(2), 111–122.
- Van der Fits, I. B. M. Van Der, Klip, A. W. J., & Eykern, L. A. Van. (1999). Postural adjustments during spontaneous and goal-directed arm movements in the first half year of life, 106, 75–90.
- van Hof, P., van der Kamp, J., Caljouw, S. R., & Savelsbergh, G. J. P. (2005). The confluence of intrinsic and extrinsic constraints on 3- to 9-month-old infants’ catching behavior. *Infant Behavior and Development*, 28(2), 179–193.
- Van Hus, J. W., Potharst, E. S., Jeukens-Visser, M., Kok, J. H., & Van Wassenaer-Leemhuis, A. G. (2014). Motor impairment in very preterm-born children: Links with other developmental deficits at 5 years of age. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 56(6), 587–594.
- von Hofsten, C. (1991). Structuring of Early Reaching Movements: A Longitudinal Study. *Journal of Motor Behavior*, 23(4), 280–292.
- Wolf, M. J., Koldewijn, K., Beelen, A., Smit, B., Hedlund, R., & de Groot, I. J. M. (2002). Neurobehavioral and developmental profile of very low birthweight preterm infants in early infancy. *Acta Paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*, 91(8), 930–938.
- 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: Human Perception and Performance*, 31(6), 1266–1273.

CAPÍTULO 3

Artigo 1: O uso da eletromiografia na avaliação e caracterização do alcance manual em lactentes: Uma revisão sistemática

Manuscrito elaborado e submetido no 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 verificar a validade da utilização da EMG como método de avaliação do alcance manual em lactentes, assim como determinar as principais 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-chaves: 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?

2 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 Interavaliadores com relação a pontuação dos itens avaliados e o mesmo obteve uma concordância de 96%. O Índice de Concordância Interavaliadores foi calculado pela equação: $[\text{número de acordos} / (\text{número de acordos} + \text{número de desacordos})] \times 100$. As repostas em desacordo foram discutidas com um terceiro autor para definir a pontuação final de cada artigo.

3 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 foram incluídos nesta revisão (Figura 1).

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

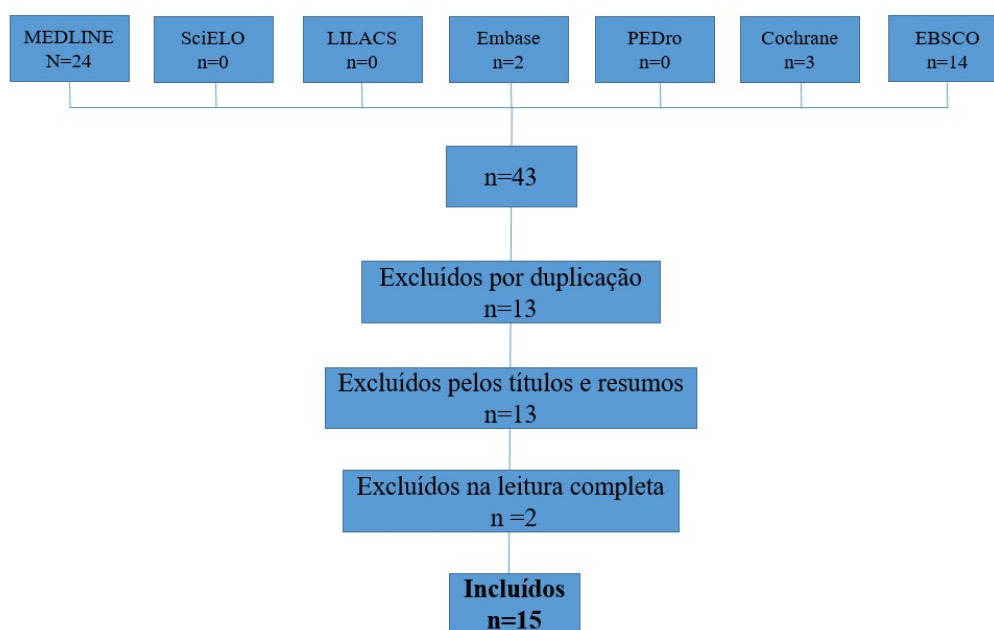


Figura 1: Fluxograma do processo de seleção dos estudos

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-contratação, (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

4 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. 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: deltóide (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.

5 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 típicos 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.

6 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 the 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 4

Artigo 2: Treinamento do alcance manual com peso adicional em lactentes prematuros: um ensaio clínico randomizado

Manuscrito em elaboração – Será submetido no periódico *Pediatric Physical Therapy*

Resumo: Objetivo: Investigar os efeitos do peso adicional em um treinamento funcional de longo prazo, no alcance manual de lactentes pré-termos com baixo peso ao nascer. Métodos: Trinta e quatro lactentes prematuros nascidos com baixo peso foram aleatoriamente alocados nos grupos controle (bracelete sem peso) e intervenção (bracelete com peso) e avaliados em 3 momentos (pré-treino, pós-treino e retenção). A Intervenção envolveu um programa de treinamento funcional do alcance por 4 semanas (8 sessões). Resultados: O grupo controle apresentou melhora nos parâmetros espaço-temporais na retenção e o grupo intervenção modificou o sucesso da preensão. Ao comparar os grupos em cada momento, observou-se que na retenção o grupo controle apresentou melhores parâmetros espaço-temporais. Conclusão: O treino da habilidade do alcance parece ser mais benéfico que o uso do peso adicional em treinamentos a longo prazo.

Palavras-chaves: alcance manual, treinamento de resistência, recém-nascido prematuro, recém-nascido de baixo peso.

1 Introdução

Uma redução do controle postural ou padrões atípicos de movimento podem não gerar o nível de exploração diária necessário para impulsionar processos cognitivos, perceptuais e motores, como pode acontecer, por exemplo, em lactentes prematuros. Assim, o uso de protocolos baseados em atividades funcionais deve ser o ponto central nas terapias para incapacidades motoras na tentativa de melhorar o controle neuromotor, força muscular (capacidade de gerar força) e o rendimento da atividade (Dusing, Lobo, Lee, & Galloway, 2013).

Seguindo esta recomendação, recentemente estudos têm sido realizados com o intuito de treinar habilidades motoras específicas. Uma das habilidades mais usualmente treinada é o alcance manual. O treino funcional do alcance manual tem apresentado bons resultados em relação ao aprimoramento da habilidade. Em lactentes a termos, o treino específico promove aumento no número de alcances (Lobo, Galloway, & Savelsbergh, 2004; Lobo & Galloway, 2008), aumento do número de contatos com o objeto, maior velocidade de alcance e diminuição do tempo total de alcance e mais alterações nos ajustes distais que facilitaram a interação com os objetos (Cunha, Soares, Ferro, & Tudella, 2013; Cunha, Woollacott, & Tudella, 2013; Cunha, Lobo, Kokkoni, Galloway, 2016). Em lactentes pré-termos, os estudos

mostraram aumento na quantidade de alcances bimanuais imediatamente após um curto período de prática (Soares, van der Kamp, Savelsbergh, & Tudella, 2013), diminuição da velocidade de pico e menor número de unidades de movimento (Guimarães & Tudella, 2015).

Além do treino específico da habilidade do alcance, alguns recursos adicionais têm sido utilizados durante o treino do alcance na tentativa de melhorar o desempenho da habilidade, como por exemplo, o uso das luvas aderentes. No estudo de Nascimento *et al.* (2019) o uso das luvas em lactentes prematuros proporcionou maior número de contatos mão-brinquedo, alcances bimanuais e com mão semiaberta. Um outro recurso possível de ser utilizado refere-se ao peso adicional nos punhos dos lactentes. Estudos demonstram um forte potencial do uso deste recurso no alcance de lactentes prematuros, uma vez que o mesmo aumentou a velocidade média e diminuiu as unidades de movimento (aceleração e desaceleração) (Toledo, Soares, & Tudella, 2012), além de ter favorecido alcances unimanuais e com a mão verticalizada (Fonseca, Oliveira, Carregaro, Tudella & Toledo, 2018). Os autores atribuem tais mudanças a um possível aumento da força muscular dos lactentes e sugerem que o controle da atividade muscular pode ter ajudado na realização de um movimento mais fluente. Apesar de promissor, seu uso foi testado até o momento apenas com o intuito de verificar seu efeito imediato no alcance.

Considerando que lactentes prematuros apresentam uma habilidade de alcançar mais tardiamente que os a termos, com velocidades mais baixas e trajetórias menos retilíneas (Guimarães, Cunha, Soares, & Tudella, 2013), podendo levar a dificuldades na aprendizagem e nas habilidades motoras finas (Fallang, Øien, Hellem, Saugstad, & Hadders-Algra, 2005), mais estudos visando o aprimoramento da habilidade faz-se necessário. Além disso, o fato desses lactentes terem apresentado uma melhora na habilidade do alcance com treinos específicos, instiga a investigação de ensaios clínicos com recursos que possam aprimorar sua habilidade, como o peso adicional. Assim, o presente estudo teve como objetivo geral investigar os efeitos do uso do peso adicional em um treinamento funcional de longo prazo, no alcance manual de lactentes pré-termos com baixo peso ao nascer.

2 Métodos

2.1 Desenho do estudo

Este é um ensaio clínico controlado randomizado com modelo de grupos paralelos balanceados. O protocolo para este estudo seguiu as diretrizes do CONSORT 2010. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de Brasília (parecer número 2.226.242) e registrado na plataforma *Clinical Trials* (protocolo n. NCT03405181).

2.2 Participantes

O cálculo amostral foi feito pelo GPower (versão 3.1.2), considerando um poder estatístico de 80% e um valor α de 5% ($\alpha=0,05$; erro tipo I), de modo a detectar um efeito moderado ($f<0,5$) nas variáveis adotadas no projeto, sendo estabelecido um número mínimo de 15 participantes para cada grupo. Os lactentes foram recrutados no Hospital Regional de Ceilândia, em Brasília, Distrito Federal (Brasil) e avaliados no Laboratório de Movimento da Universidade de Brasília entre outubro de 2017 a setembro de 2018. Todos os responsáveis assinaram o termo de consentimento legal. O estudo incluiu 34 lactentes prematuros moderados a tardios nascidos com idade gestacional entre 32-36 semanas e 6 dias ($M=35,1 \pm 1,2$ semanas de gestação) e baixo peso ao nascer (entre 1500 e 2500g / $M=2061,44g \pm 268,42g$). Os participantes foram randomicamente alocados no grupo controle - GC ($n=17$; 11 meninas) e grupo intervenção - GI ($n=17$, 9 meninas). A randomização foi feita eletronicamente e para ocultação da sequência estabelecida, foram utilizados envelopes opacos e lacrados, numerados sequencialmente. Três examinadores foram mascarados para os grupos ao realizar as avaliações e análise de dados. Na avaliação inicial os lactentes estavam com 6 meses de idade corrigida, e com percentil acima de 25% de acordo com a *Alberta Infant Motor Scale* (AIMS, Piper & Darrah, 1994). Os bebês iniciaram o estudo com níveis semelhantes de idade gestacional, peso corporal, AIMS e frequência total de alcance, sendo os grupos semelhantes entre si no início do estudo (Tabela 1).

Tabela 1. Características da amostra (média \pm desvio padrão) por grupo

Característica	GC (n=17)	GI (n=17)	<i>p</i>
Idade gestacional (semanas)	34,9 \pm 1	35,3 \pm 1,4	0,351
Peso de nascimento (g)	1966,8 \pm 254,8	2150,4 \pm 257,4	0,045
Peso na 1ª avaliação (g)	7400,5 \pm 1031,5	7184,59 \pm 584,3	0,458
AIMS (percentil)	55,9 \pm 23,87	61 \pm 22,7	0,527
Frequência total de alcances pré-treino	11,7 \pm 9,3	11,35 \pm 4,6	0,89

p: valor do *t-student*

AIMS: *Alberta Infant Motor Scale*

Os critérios de exclusão incluíram: (a) anóxia, (b) sinais de complicações neurológicas, (c) malformações congênitas (d) síndromes, (e) alterações visuais ou auditivas, (f) dificuldades cardiopulmonares. Dezesete lactentes participaram das 3 avaliações previstas (pré-treino, pós-treino e retenção), 4 lactentes não foram na avaliação pós-treino, 11 lactentes não compareceram na avaliação de retenção e 2 lactentes faltaram tanto a avaliação pós-treino quanto retenção. Os motivos das faltas foram principalmente condições clínicas (Figura 1).

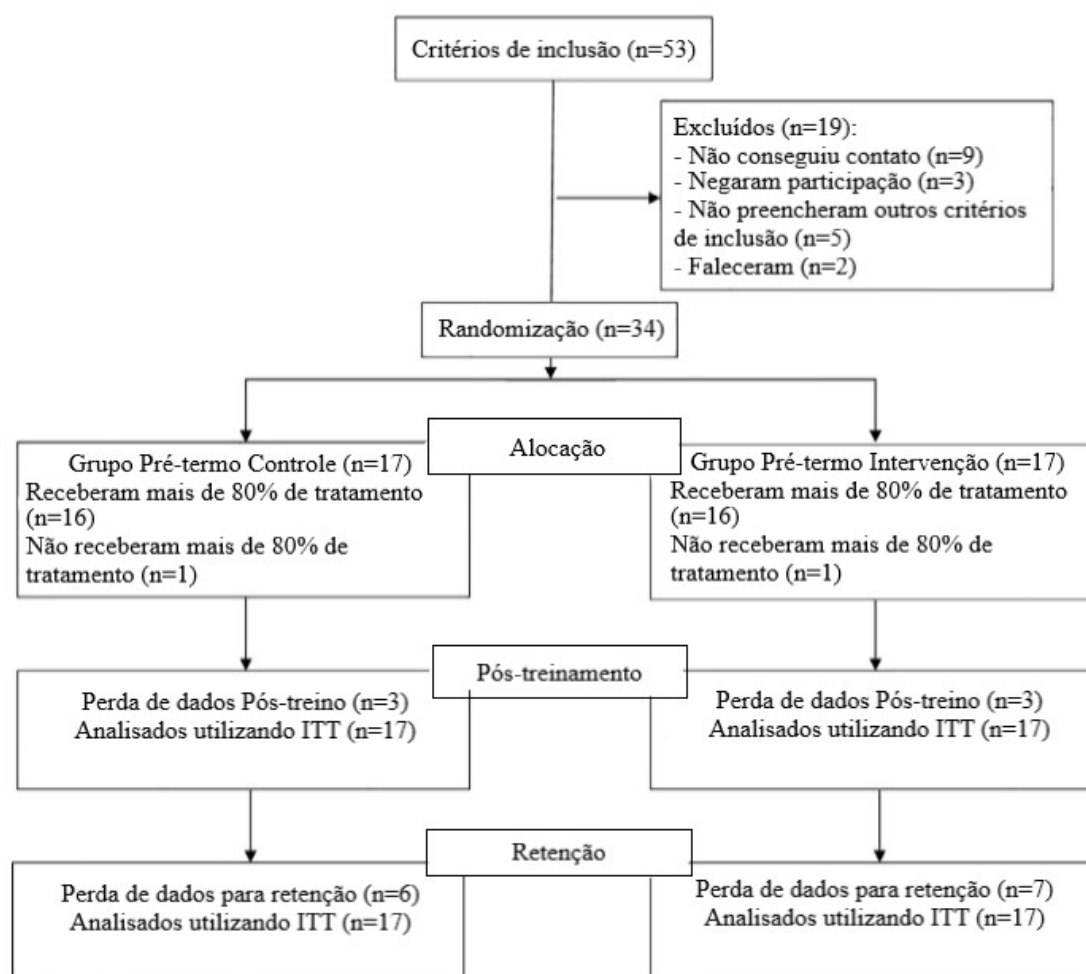


Figura 1: Fluxograma das avaliações

2.3 Procedimentos relacionados as avaliações

Na avaliação inicial foi aplicada a escala *Alberta Infant Motor Scale* – AIMS e as medidas antropométricas dos braços e mãos. As medidas foram aferidas para cálculo da massa do membro superior pela equação de regressão de Schneider e Zernicke (1992) e então estimar 20% da massa total do membro superior o qual foi adicionado ao bracelete fixado nos punhos dos lactentes durante a intervenção. Todos os bebês foram avaliados nas mesmas condições, em estado de alerta inativo ou ativo (Prechtl & Beintema, 1964) e somente de fraldas. Foram posicionados em uma cadeira inclinada a 50° (Toledo & Tudella, 2008; von Hofsten, 1984; Bergmeier, 1992), com uma faixa de tecido, na altura dos mamilos para melhor estabilidade de tronco e avaliados em três momentos: (1) Pré-treino: linha de base, até

quatro dias antes do início do protocolo de treino; (2) Pós-treino: até sete dias após o término do protocolo; e (3) Retenção: sete dias após a avaliação pós-treino. Um marcador retrorreflexivo foi anexado aos punhos dos bebês (região dorsal do carpo) usando fita hipoalergênica (Carvalho, Tudella, & Savelsbergh, 2007; Toledo & Tudella, 2008). Um objeto atrativo, maleável, não familiar ao lactente foi exibido pelo examinador, que foi posicionado na frente e fora da distância de alcance da criança, durante 5 minutos na linha média do bebê, altura do ombro e comprimento do braço (Toledo & Tudella, 2008; Toledo, Soares, & Tudella, 2011). Após o alcance, o objeto foi cuidadosamente removido e novamente apresentado para provocar um novo movimento. Os alcances foram estimulados até o final do tempo ou interrompidos quando o bebê chorava.

2.3.1 Aparatos

As avaliações do alcance envolveram a análise cinemática dos membros superiores durante a trajetória do alcance, realizada através do Sistema *Qualysis* (QTM - *Qualisys Track Manager*). A frequência de captura das câmeras foi pré-fixada em 200 Hz. Foram utilizados os marcadores padronizados e utilizadas 7 câmeras posicionadas em volta da cadeira infantil. Além disso, utilizou-se uma câmera, tipo *webcam*, posicionada superiormente para identificar o início e o final de cada movimento, bem como, para a análise das variáveis categóricas. Esta última é sincronizada com as demais câmeras do sistema *Qualysis*.

2.4 Procedimentos relacionados a intervenção

No período entre as avaliações pré e pós-treino, foi aplicado um protocolo de treinamento de alcance com duração de quatro semanas, 2 vezes na semana, com intervalo entre 3 a 4 dias entre as sessões, iniciado até 4 dias após a avaliação pré-treino. O protocolo de treinamento do alcance foi realizado por um único fisioterapeuta, que fez a intervenção na casa dos lactentes de ambos os grupos. Cada sessão teve duração média de 15 minutos. O lactente do GI fez uso de um bracelete nos punhos com peso correspondente a 20% da massa total do seu membro superior e o lactente do GC fez uso do mesmo bracelete, porém, sem nenhum peso adicional, passando ambos os grupos pelo mesmo treinamento.



Figura 2: Protocolo de intervenção na casa dos lactentes (Fonte: próprio autor).

2.5 Descrição dos desfechos e Análise de Dados

O início do alcance foi estabelecido como sendo o quadro que mostra o primeiro movimento de um ou ambos os membros superiores em direção ao objeto. O final do alcance foi determinado como o quadro no qual qualquer parte da mão do lactente toque o objeto (Toledo *et al.*, 2012; Out, van Soest & Savelsbergh, 1998). O alcance foi desconsiderado quando o lactente apresentou choro ou irritação durante a realização do movimento e quando o lactente iniciou o movimento do braço com a mão próxima ao objeto (Konczak, Borutta, & Dichgans, 1997). Foi realizada a análise do movimento do membro superior do lactente que tocou o objeto primeiro. Nos alcances realizados com ambas as mãos, foi analisada a mão direita.

Os parâmetros cinemáticos foram os desfechos primários, e o sucesso da preensão e o tipo de preensão foram os desfechos secundários. As variáveis cinemáticas avaliadas foram: (a) Números de Unidades de Movimento, consiste no número de fases de aceleração e desaceleração da trajetória de alcance; foi definido como o número de velocidades máximas entre duas velocidades mínimas, cuja diferença foi maior que 1 cm/s (Thelen, Corbetta, & Spencer, 1996); (b) Índice de retidão: obtido pela razão entre a distância percorrida pela mão e a menor distância que poderia ser percorrida nesta trajetória. Quanto mais próximo de 1 for o índice, mais próximo de um segmento de reta será (Toledo & Tudella, 2008); (c) Unidade de Transporte, é a duração relativa da primeira unidade de movimento em relação à duração total do alcance, em porcentagem (De Graaf-Peters, Bakker, Van Eykern, Otten, & Hadders-Algra, 2007); (d) Índice de desaceleração, indica a proporção de tempo gasto na

desaceleração da mão para que ela toque no brinquedo; foi calculado pela razão entre o tempo gasto no movimento após o maior pico de velocidade até o toque no brinquedo e a duração total do alcance, em segundos (Carvalho *et al.*, 2007); (e) Velocidade média, obtida pela razão entre a distância percorrida e a duração do movimento (Mathew & Cook, 1990); (f) Duração do Alcance, que é o tempo total do movimento.

As variáveis categóricas incluíram o resultado da preensão que consistiu em alcances com preensão, quando a criança agarrou o brinquedo (ou parte dele) com os dedos usando uma ou ambas as mãos após o tocar, ou alcance sem preensão, quando a criança tocou o brinquedo e não o agarrou (Toledo & Tudella, 2008; Soares *et al.*, 2013). Nas preensões com sucesso foi analisada se a preensão foi: (1) unimanual, o lactente fez a preensão do brinquedo com uma das mãos e (2) bimanual, o lactente fez a preensão do brinquedo com as duas mãos simultaneamente com uma diferença menor ou igual a 20 quadros.

Todas as variáveis foram analisadas por um observador especialista cego para a alocação dos bebês aos grupos. Para a confiabilidade da codificação das variáveis categóricas, todos os alcances de 8 crianças da amostra foram analisados independentemente por dois observadores experientes. A confiabilidade inter-observador (índice de concordância) avaliada pelo coeficiente de Kappa de Cohen (k), considerando todas as variáveis categóricas, foi alta ($k = 0,91$; $IC95\% = 0,01$).

2.6 Análise estatística

Os dados foram analisados inicialmente com base nos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Levene). Os testes revelaram que os dados categóricos e cinemáticos não eram normalmente distribuídos. As características iniciais dos bebês (idade gestacional, peso de nascimento, peso corporal, AIMS e frequência total de alcance), foram avaliadas pelo teste *t-student*, considerando a normalidade dos dados.

As variáveis categóricas foram analisadas pelas proporções de sua ocorrência em relação ao número de alcances e utilizou-se o teste Qui-quadrado para as comparações entre grupos e entre as avaliações. Os dados cinemáticos foram analisados utilizando valores médios de alcance para cada lactente. Foi utilizado o princípio da intenção de tratar (IIT), já que houve perda de dados menor que 20% (16,6%). Os dados perdidos foram substituídos usando a média do grupo para cada variável em cada momento (Armijo-Olivo, Warren, &

Faculty, 2009). A ITT fornece uma avaliação mais válida da eficácia do tratamento no que se refere à prática clínica real, é menos propenso ao viés de seleção e mantém as virtudes da randomização, assegurando comparações de tratamento mais precisas e avaliação dos efeitos do tratamento. O teste não paramétrico de U de Mann-Whitney foi utilizado para comparar os grupos (GC e GI) em cada avaliação (pré-treino, pós-treino, retenção). Para testar as diferenças entre as avaliações (pré-treino, pós-treino e retenção), foi utilizado o teste não paramétrico de Friedman de medidas repetidas com comparações pelo teste de Wilcoxon pareado. Os tamanhos de efeito foram calculados usando r ($r = Z\text{-score} / \sqrt{\text{amostra total}}$, onde $r \leq 0,2$: efeito pequeno; $r \geq 0,2$ e $\leq 0,4$: efeito moderado; $r \geq 0,5$: efeito alto) para os testes não paramétricos e para o teste Qui-quadrado foi usado o V de Cramer (V) ($V = \sqrt{X^2 / \text{amostra total} - \text{grau de liberdade}}$, onde $V \leq 0,1$: efeito pequeno; $V \geq 0,2$ e $\leq 0,4$: efeito moderado; $V \geq 0,5$: efeito alto). A significância adotada para todas as análises foi de 5% ($p < 0,05$).

3 Resultados

Um total de 896 movimentos de alcance foram analisados para as variáveis categóricas: 392 no pré-treino, 297 no pós-treino e 207 na retenção. Para a análise cinemática, foram excluídos os movimentos em que o marcador não foi captado por uma das câmeras ou que não foram rastreados automaticamente pelo sistema de análise, (totalizando 844 movimentos). Os dados foram analisados utilizando valores médios dos alcances para cada lactente.

3.1 Variáveis cinemáticas

A análise de medidas repetidas mostrou efeito significativo no GC em relação a variável Índice de Retidão entre o Pré-treino e Retenção ($p = 0,011$ e $r = 0,60$), e entre o Pós-treino para Retenção ($p = 0,017$ e $r = 0,58$), caracterizado pelo aumento do IR na Retenção em ambas comparações. O GC ainda mostrou aumento significativo da variável Unidade de Transporte entre os momentos Pós-treino e Retenção ($p = 0,017$ e $r = 0,58$) (Figura 3). No GI não ocorreram efeitos significativos para nenhuma variável.

Na avaliação entre grupos em cada momento pode-se observar que somente no momento Retenção, o GC apresentou maior Índice de Retidão ($p = 0,000$; $r = 0,89$), menor

Unidade de Movimento ($p = 0,006$; $r = 0,66$), menor Índice de Desaceleração ($p = 0,027$; $r = 0,53$) e maior Unidade de Transporte ($p = 0,012$; $r = 0,61$).

Todos as análises referentes as variáveis cinemáticas mostraram um efeito alto ($r \geq 0,5$). Não houve diferenças nas variáveis Duração do Alcance e Velocidade Média.

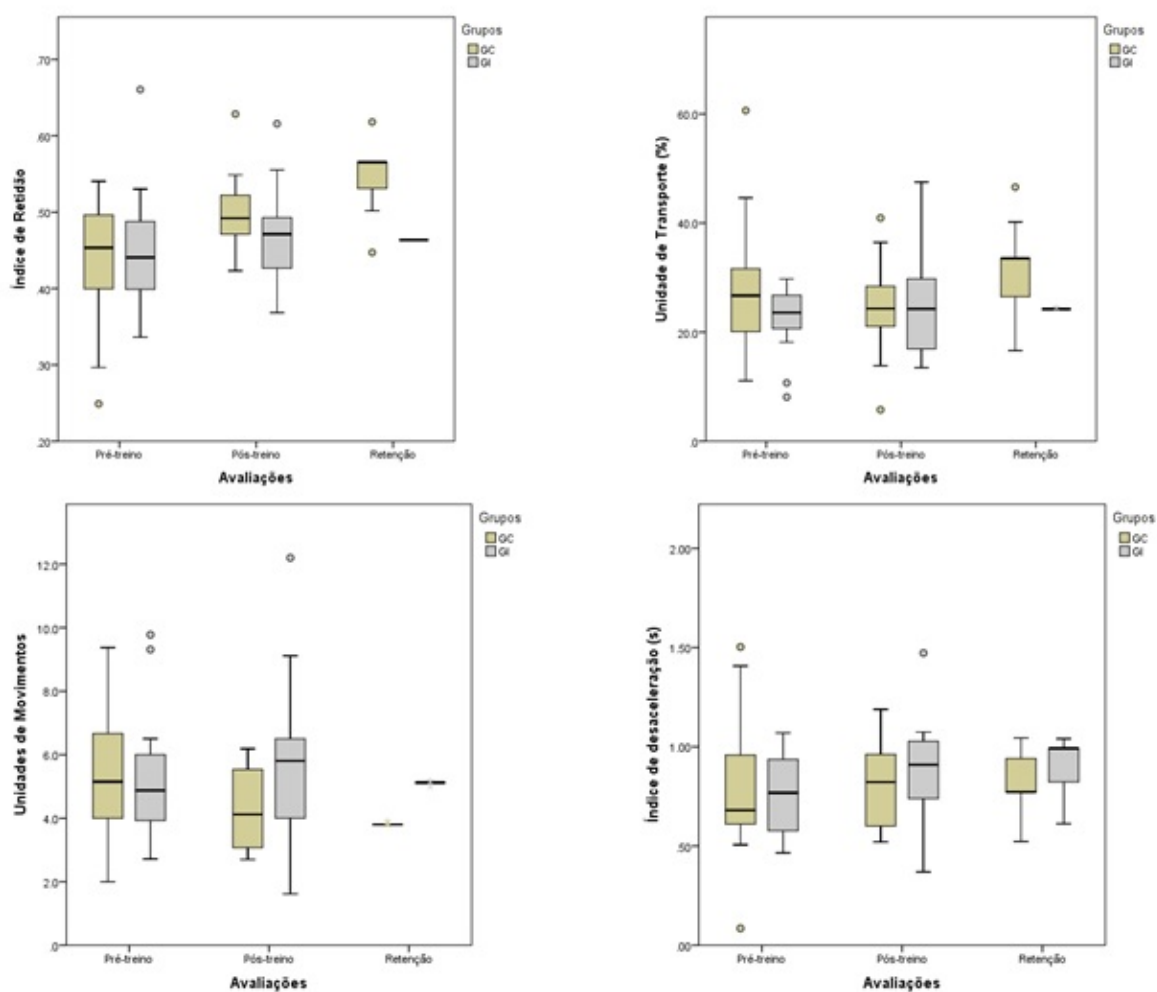


Figura 3: Representação do Índice de Retidão, Unidade de Transporte (%), Unidades de Movimentos e Índice de Desaceleração (s) nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção).

3.2 Variáveis categóricas

Quando avaliado os momentos dentro de um mesmo grupo, houve associações no GC entre os momentos Pré-treino e Retenção em relação ao Sucesso da prensão ($\chi^2(1) = 8,38$; $p = 0,004$; $V = 0,16$), demonstrando uma maior proporção de prensão com sucesso na

Retenção. Não houve associações entre Pré-treino e Pós-treino e nem entre Pós-treino e Retenção. Em relação ao Tipo de preensão, não houve nenhuma associação.

No grupo GI, houve associações em relação a variável Sucesso da preensão tanto entre os momentos Pré-treino e Pós-treino ($X^2(1) = 10,43; p = 0,001; V = 0,16$), quanto entre os momentos Pré-treino e Retenção ($X^2(1) = 8,14; p = 0,004; V = 0,17$), demonstrando maior proporção de preensão com sucesso tanto no pós-treino quanto na retenção, respectivamente. Não houve associações entre os momentos Pós-treino e Retenção (Gráfico 1). Em relação ao Tipo de preensão, não houve nenhuma associação.

O tamanho do efeito avaliado pelo V de Cramer (V) foi considerado baixo para todas essas associações.

Não houve associação entre os grupos (GC e GI) quanto ao sucesso da preensão (com e sem sucesso) e quanto ao Tipo de preensão (unimanual e bimanual) em nenhum momento (pré-treino, pós-treino e retenção).

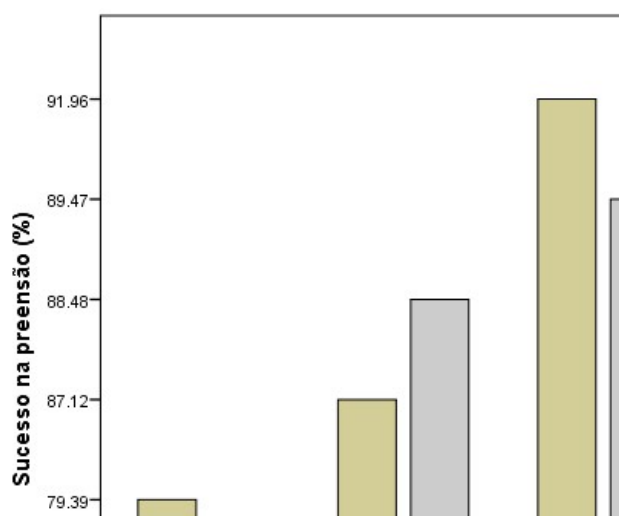


Gráfico 1: Porcentagem de preensão com sucesso nos grupos em todas as avaliações.

4 Discussão

Este estudo teve como objetivo investigar o efeito de um treino funcional de 4 semanas com utilização de um peso adicional no alcance manual de lactentes pré-termos moderados a tardios com baixo peso ao nascer. De uma forma geral nossos resultados mostraram um aumento do Índice de Retidão e da Unidade de Transporte no GC nos momentos pós-treino e retenção, sem mudanças nas variáveis cinemáticas do GI, além de ter

aumentado o número de preensões com sucesso após o treino em ambos os grupos nos momentos retenção e pós treino. Ao comparar os grupos em cada momento, observou-se no GC maior índice de retidão e unidade transporte, menos unidades de movimento e menor índice de desaceleração no momento retenção. Tais resultados sugerem que o treino funcional do alcance favoreceu os parâmetros espaço-temporais da habilidade do alcance e de preensões com sucesso, no entanto, o peso adicional não trouxe benefícios relacionados a cinemática do movimento, apenas ao sucesso da preensão.

Com relação a análise das variáveis cinemáticas pode-se observar um aumento do Índice de Retidão entre o Pré-treino e Retenção e entre Pós-treino e Retenção no GC. Está descrito na literatura que uma das características do alcance ideal é que os movimentos sejam realizados na menor trajetória possível, a mais retilínea, ou seja, com maior índice de retidão (Thelen *et al.*, 1993; Fallang, Saugstad, Grøgaard, & Hadders-Algra, 2003). O GC mostrou ainda aumento significativo da variável Unidade de Transporte entre os momentos Pós-treino e Retenção, sugerindo que houve um aumento do tamanho relativo da primeira Unidade de Movimento, o que possibilita um movimento mais fluente com menos correções da mão no início do alcance. Esses achados sugerem que o treino de longa duração favoreceu a melhora do alcance e mantém essa melhora após um período sem treino, considerando as mudanças observadas na retenção. Sabe-se que os lactentes apresentam uma evolução neurológica extremamente rápida no início da vida a qual possibilita uma rápida aquisição da capacidade de organização e controle de movimentos, principalmente quando acompanhada de experiências motoras adequadas, como no caso do treino funcional do alcance manual, favorecendo assim o surgimento de uma melhor competência motora (Ré, 2011). No entanto, lactentes prematuros apresentam algumas diferenças quando comparados aos lactentes a termo, com relação ao desempenho do alcance após o treino da habilidade. No estudo de Heathcock *et al.* (2004), os resultados sugeriram que bebês nascidos prematuros parecem exibir deficiências na aprendizagem motora e na memória de curto e longo prazo, necessitando maior tempo para melhora de uma habilidade do que lactentes a termos. O estudo de Soares *et al.* (2013) com prematuros mostrou que a maior quantidade de alcances após a prática em série não foi retida em um curto período de prática, não havendo efeitos de aprendizagem. Por outro lado, Heathcock *et al.* (2008) encontraram aumento na quantidade de alcances em bebês muito prematuros após quatro semanas de treinamento, e após 8 semanas essas mudanças se tornaram mais significativas em comparação com lactentes a termo sem treinamento, evidenciando efeitos de longo prazo pelo menos na escala de semanas. Desta

forma, assim como encontrado no presente estudo, parece que treinamentos a longo prazo trazem melhores rendimentos a habilidade do alcance, no que diz respeito a retenção da habilidade, que treinos a curto prazo em lactentes prematuros.

O tempo de prática é de fundamental importância para a formação de um comportamento habilidoso, pois para que haja aprendizagem motora, os efeitos do treino devem ser duradouros, ou seja, deve existir retenção (Godinho, 2007). No GI não ocorreram efeitos significativos para nenhuma variável cinemática após o treinamento da habilidade. Apesar de não haver estudos com treino com peso adicional no alcance manual, podemos pensar em algumas hipóteses de acordo com o protocolo de treino estabelecido. O conhecimento acerca de treinos que usam uma carga extra de peso externa restringe-se aos estudos de treinamento de força, em sua maioria em adultos. Nestes casos, a literatura traz que o treinamento resistivo pode aumentar a força muscular e esse aumento da força pode melhorar as habilidades e o desempenho motor (Dahab & McCambridge, 2009), estando a força diretamente relacionada à melhora da habilidade. Especificamente em crianças, sabe-se que as mesmas ganham força através de adaptações neurais, não de hipertrofia muscular, já que possuem pouca concentração de andrógenos. O treinamento de força em crianças provavelmente melhora o número e a coordenação de neurônios motores ativados, bem como a taxa de disparo das fibras musculares (Dahab & McCambridge, 2009).

Apesar de relevante, estes dados embasam-se na intensidade mínima de peso, na faixa de 50 a 60% de 1 Repetição Máxima (Fleck & Kraemer, 2017), o que no bebê não é possível de ser estabelecido. No presente estudo, o uso de 20% da massa de membro superior foi utilizado com o intuito de verificar possíveis alterações funcionais da habilidade e não para ganho de força propriamente dito. Essa quantidade de peso foi definida baseado no estudo prévio de Toledo et al (2012) no qual foi observado um aumento da velocidade média do alcance, diminuição das unidades de movimento, além de uma trajetória do alcance mais retilínea, quando peso adicional foi utilizado durante o movimento de alcance. No entanto, com os resultados encontrados no presente estudo, parece que os 20% da massa do membro não foram suficientes para melhorar o desempenho da habilidade de alcance, considerando seus parâmetros espaço-temporais. Além disso, podemos concluir que os efeitos do peso encontrados em estudos anteriores, parece ocorrer somente durante seu uso, uma vez que neste momento, os bebês necessitam de um maior esforço para vencer a baixa aceleração e o aumento da inércia causada pela carga extra. Sugere-se que estudos com análises mais

específica sobre o recrutamento de fibras musculares sejam realizados com o intuito de verificar quais alterações a nível muscular realmente ocorrem com este treinamento.

Com relação a análise realizada entre os grupos em cada momento, pode-se observar que os mesmos apresentaram diferenças apenas no momento Retenção. No momento Retenção, o GC apresentou maior Índice de Retidão, maior Unidade de Transporte, menor número de Unidade de Movimento e menor Índice de Desaceleração do que o GI, reforçando a questão levantada previamente referente ao fato do treino da habilidade por si só ter favorecido a aprendizagem motora com a melhora dos parâmetros cinemáticos na retenção, o que não ocorreu com o uso do peso adicional.

Apesar de não ter ocorrido efeito do treino com peso na cinemática do alcance, o mesmo favoreceu a análise dos desfechos secundários. Observou-se que o treino de 4 semanas com peso adicional foi eficaz na melhora do número de alcances com sucesso da preensão tanto no momento pós-treino quanto na retenção. O mesmo resultado foi encontrado no GC, que passou pelo mesmo treino sem uso de peso adicional, porém, apenas no momento retenção. Nascimento et al (2019) mostrou que poucos minutos de treino de alcance não foram suficientes para melhorar a preensão, sugerindo que os bebês dependem de mais de uma sessão de treino para melhorar a capacidade de selecionar padrões motores da mão que facilite o agarramento. Godinho (2007) afirma que a prática é fundamental ao indivíduo para a aquisição de uma habilidade motora. A sua realização pode resultar em desempenhos estáveis e precisos e capazes de superar dificuldades impostas pelo ambiente, levando nesse estudo ao sucesso da preensão. O que chama atenção é que o treino com peso adicional não favoreceu a cinemática do movimento, mas mesmo assim melhorou a frequência de alcances com preensão. Um dos fatores que podem ter influenciado tal resultado é a maturação causada pela idade dos lactentes após o treino. Como os lactentes permaneceram 4 semanas em treinamento, nas reavaliações eles estavam um mês mais velhos e assim a maturação biológica pode ter sido determinante nesse aspecto, além de ser uma fase do bebê de bastante exploração manual. No entanto, para confirmar esta hipótese, seria necessário a comparação com um terceiro grupo sem treino.

Em relação ao tipo de preensão do objeto, se uni ou bimanual, não houve associações entre os momentos em nenhum grupo. Ao avaliar as frequências de ocorrência de preensões unimanuais no momento Pré-treino, observa-se que em ambos os grupos, a porcentagem desse tipo de preensão é bem superior à bimanual, sendo de 73,8% no GC e de 64,8% no GI. Isso demonstra que os lactentes já foram inicialmente avaliados com um padrão mais maduro

de preensão, já relatado na literatura que por volta dos 6 meses há uma mudança dos ajustes distais que passam a ser mais unimanuais do que bimanuais (van Hof, van der Kamp, Caljouw, & Savelsbergh, 2005). Dessa forma, como a preensão já parecia madura, o treino funcional da habilidade não mostrou diferença nessa variável.

5 Conclusões

Nosso estudo mostrou que o treino funcional favoreceu os parâmetros cinemáticos da habilidade do alcance e de preensões com sucesso, no entanto, o peso adicional não trouxe benefícios relacionados a cinemática do movimento, apenas ao sucesso da preensão. Diante desses achados, consideramos que o uso do peso adicional como forma de melhorar o movimento do alcance não está indicado, visto que o treino funcional do alcance em si trouxe benefícios mais evidentes.

6 Limitações do estudo e Sugestões futuras

Neste estudo, a carga de peso adicionada não alterou as características espaço-temporais do alcance; entretanto, não é possível prever se as características musculares, não analisadas neste estudo, seriam afetadas pela adição de carga, como o aumento da ativação muscular por exemplo. Novos estudos são necessários no sentido de verificar se treinos de curta duração ou com protocolos de treino diferentes teriam maiores mudanças em uso do peso adicional. Além disso, torna-se necessário verificar se as mudanças encontradas em relação à preensão não tenham relação com o aumento da idade, assim seria necessário um novo grupo sem treino para comparação.

7 Referências

- Armijo-Olivo, S., Warren, S., & Faculty, D. M. (2009). Intention to treat analysis, compliance, drop-outs and how to deal with missing data in clinical research: a review Susan. *Physical Therapy Reviews*, 14(1), 36–49.
- Bergmeier, S. A. (1992) An investigation of reaching in the neonate. *Pediatric Physical Therapy*, 1, 3-11.
- 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.
- Cunha, A. B., Soares, D. A., Ferro, A. M., & Tudella, E. (2013). Effect of Training at Different Body Positions on Proximal and Distal Reaching Adjustments at the Onset of Goal-Directed Reaching: a Controlled Clinical Trial. *Motor Control*, 17(2), 123–144.
- Cunha, A. B., Woollacott, M., & Tudella, E. (2013). Influence of specific training on spatio-temporal parameters at the onset of goal-directed reaching in infants: A controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 17(4), 409–417.
- Cunha AB, Lobo MA, Kokkoni E, Galloway JC, T. E. (2016). 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 : *Journal of Motor Behavior*, 48(2), 132–142.
- Dahab, K. S., & McCambridge, T. M. (2009). Strength training in children and adolescents: Raising the bar for young athletes? *Sports Health*, 1(3), 223–226.
- 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.
- Dusing, S. C., Lobo, M. A., Lee, H.-M., & Galloway, J. C. (2013). Intervention in the First Weeks of Life for Infants Born Late Preterm. *Pediatric Physical Therapy*, 25(2), 194–203.
- Fallang, B., Øien, I., Hellem, E., Saugstad, O. D., & Hadders-Algra, M. (2005). Quality of Reaching and Postural Control in Young Preterm Infants Is Related to Neuromotor Outcome at 6 Years. *Pediatric Research*, 58(2), 347–353.
- Fallang, B., Saugstad, O. D., Grøgaard, J., & Hadders-Algra, M. (2003). Kinematic Quality of Reaching Movements in Preterm Infants. *Pediatric Research*, 53(5), 836–842.
- Fleck, S. J., & Kraemer, W. J. (2017). *Fundamentos do Treinamento de Força Muscular - 4ed - Steven J. Fleck, William J. Kraemer - Google Livros* (4th ed.).
- Fonseca M. V., Oliveira A. L. S., Carregaro, R. L., Tudella E. & Toledo A. M. (2018).

- Influência do peso adicional e da prematuridade tardia no alcance de lactentes. *Caderno Brasileiro de Terapia Ocupacional*, 26(4), 759–767.
- Godinho, M. (2007). *Controlo Motor e Aprendizagem*, Mário Godinho - Livro - WOOK (9th ed.).
- Guimarães, E. L., Cunha, A. B., Soares, D. D. A., & Tudella, E. (2013). Reaching Behavior in Preterm Infants During the First Year of Life : A Systematic Review, 340–354.
- Guimarães, E. L., & Tudella, E. (2015). Immediate effect of training at the onset of reaching in preterm infants: Randomized clinical trial. *Journal of Motor Behavior*, 47(6), 535–549.
- Heathcock, J. C., Bhat, A. N., Lobo, M. A., & Galloway, J. C. (2004). The performance of infants born preterm and full-term in the mobile paradigm: learning and memory. *Physical Therapy*, 84(9), 808–821
- Heathcock, J. C., Lobo, M., & Cole, J. C. (2008). Research Report Born at Less Than 33 Weeks of Gestational Age : A Randomized Clinical Trial.
- 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. *Experimental Brain Research*, 113(3), 465–474.
- Lobo, M. A., & Galloway, J. C. (2008). Postural and object-oriented experiences advance early reaching, object exploration, and means-end behavior. *Child Development*, 79(6), 1869–1890.
- Lobo, M. A., Galloway, J. C., & Savelsbergh, G. J. P. (2004). General and task-related experiences affect early object interaction. *Child Development*, 75(4), 1268–1281.
- Mathew, A., & Cook, M. (1990). The control of reaching movements by young infants. *Child Development*, 61(4), 1238–1257.
- Nascimento, A. L., Toledo, A. M., Merey, L. F., Tudella, E., & Soares-Marangoni, D. de A. (2019). Brief reaching training with “sticky mittens” in preterm infants: Randomized controlled trial. *Human Movement Science*, 63(November 2018), 138–147.
- Out, A. J. van Soest, G. J. P. Savelsbergh, & B. H. (1998). The Effect of Posture on Early Reaching Movements. *Journal of Motor Behavior*, 30(3), 260–272.
- Piper, M. C., & Darrah, J. (1994). *Motor assessment of the developing infant*. Saunders.
- Prechtl, H. F. R., & Beintema, D. J. (1964) *The neurological examination of the full-term newborn infant*. Clinics in development medicine. London: Lavenham Press.
- Ré, A. H. N. (2011). *Motricidade Crescimento, maturação e desenvolvimento na infância e adolescência: Implicações para o esporte* Growth, maturation and development during childhood and adolescence: Implications for sports practice (Vol. 7).

- Soares, D. de A., van der Kamp, J., Savelsbergh, G. J., & Tudella, E. (2013). The effect of a short bout of practice on reaching behavior in late preterm infants at the onset of reaching: A randomized controlled trial. *Research in Developmental Disabilities, 34*(12), 4546–4558.
- 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.
- Toledo, A. M., & Tudella, E. (2008). The development of reaching behavior in low-risk preterm infants. *Infant Behavior and Development, 31*(3), 398–407.
- 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.
- Toledo, A. M. de, Soares, D. de A., & Tudella, E. (2012). Additional Weight Influences the Reaching Behavior of Low-Risk Preterm Infants. *Journal of Motor Behavior, 44*(3), 203–212.
- van Hof, P., van der Kamp, J., Caljouw, S. R., & Savelsbergh, G. J. P. (2005). The confluence of intrinsic and extrinsic constraints on 3- to 9-month-old infants' catching behavior. *Infant Behavior and Development, 28*(2), 179–193.
- von Hofsten, C. (1984). Developmental changes in the organization of prereaching movements. *Developmental Psychology, 20*(3), 378–388.
- Zernicke, R. F., & Schneider, K. (1993). Biomechanics and developmental neuromotor control. *Child Development, 64*(4), 982–1004.

CAPÍTULO 5

Epílogo

O alcance manual em lactentes é uma das mais importantes aquisições do desenvolvimento motor que desafia muitos pesquisadores. O desenvolvimento desse comportamento manual envolve uma série de transformações, visto que os lactentes iniciam os movimentos de alcance de forma mais imprecisa, apresentando pobre controle da trajetória e, após alguns meses, passam a executar alcances habilidosos seguidos da preensão certa de objetos. Entender o processo pelo qual essas transformações ocorrem foi o foco de vários estudos da área do desenvolvimento motor, tanto no Brasil como no exterior em grandes centros de pesquisa. Hoje já entendemos melhor como se desenvolve o alcance manual em lactentes a termos saudáveis e também em lactentes prematuros, sendo que, esses últimos, possuem um atraso na melhora dessa habilidade quando comparado aos saudáveis. Devido às particularidades dos lactentes prematuros, estudos têm buscado recentemente analisar o efeito do treino da habilidade do alcance nestes lactentes. Conforme apresentado nesta dissertação, estudos observaram bons resultados no aprimoramento do alcance manual com o treino funcional da habilidade nesses lactentes.

Apesar do alcance ser uma habilidade bastante explorada na literatura, existem poucos estudos com a proposta de investigar as alterações a nível de ativação muscular que ocorrem durante a execução desta habilidade, assim como há poucos estudos que fazem uso de algum recurso externo para aumentar a eficiência do treino funcional do alcance. Esta dissertação teve dois objetivos principais. O primeiro foi investigar como a técnica de eletromiografia de superfície tem sido utilizada para avaliação do alcance manual, na tentativa de conhecer melhor o uso deste recurso como avaliação do alcance (Capítulo 3). O segundo foi investigar os efeitos de um treino funcional com peso adicional no alcance manual de lactentes prematuros (Capítulo 4).

Este capítulo apresentará resumidamente as principais conclusões das pesquisas dos capítulos anteriores. Em seguida, serão discutidas as implicações teóricas e metodológicas e algumas limitações, bem como sugestões para pesquisas futuras. Finalmente, implicações práticas serão dadas para que os fisioterapeutas possam melhorar a abordagem desses lactentes em seu ambiente de estimulação.

1 Principais conclusões

Em síntese, ao avaliarmos primeiramente como a literatura tem utilizado a eletromiografia de superfície em lactentes, observamos que desde 1993 há relatos de seu uso

com bebês para diferentes objetivos, porém, sempre avaliando habilidades motoras e controle postural. O alcance manual e seu amadurecimento apareceu em uma minoria de estudos, sendo mais comumente verificado o controle postural durante o alcance manual. Quanto a população, os lactentes típicos são os mais estudados. Foi observado a utilização de peso adicional em alguns estudos durante o alcance, entretanto, a influência dessa restrição no alcance é pouco discutida nesses estudos. As variáveis eletromiográficas investigadas assim como os músculos analisados foram similares entre os estudos, fato esperado, uma vez que a maioria apresentou o mesmo objetivo. No entanto, apesar da similaridade entre os objetivos dos estudos, houve uma grande variabilidade dos parâmetros eletromiográficos utilizados em cada estudo. A alta variação e a falta de descrição de informações referentes ao processamento dos sinais tornam um desafio para a reprodução ou condução de novos estudos com esta temática.

O segundo estudo sobre os efeitos do peso adicional no alcance manual após um treinamento de 4 semanas mostrou que o uso do peso adicional no treinamento de longa duração do alcance não parece favorecer a melhora do movimento da habilidade em relação às variáveis cinemáticas. O treino funcional da habilidade do alcance, conduzido no presente estudo pelo grupo controle, mostrou mudanças que favoreceram um alcance mais retilíneo, mais fluente e com menos correções da mão no início do alcance. Já em relação à preensão do objeto, houve melhora em ambos os grupos, sugerindo que a idade pode ter contribuído para a melhora de ambos os grupos.

2 Limitações dos estudos

Uma limitação do presente estudo, especificamente relacionada ao Artigo 2 da dissertação, refere-se à ausência de análise de um grupo sem treino da habilidade. Este terceiro grupo poderia trazer informações importantes relacionadas ao efeito da idade sobre as mudanças observadas após o treino funcional. Acreditamos também que por se tratar de um treino com peso adicional, desfechos relacionados à ativação muscular poderiam acrescentar e auxiliar na interpretação dos resultados aqui apresentados. Este último, não se caracteriza especificamente como uma limitação do estudo, uma vez que não foi o objetivo inicial proposto, no entanto, devido a carga de peso extra relacionar-se diretamente a rendimentos musculares, sua análise poderia predizer como as características musculares seriam afetadas pela adição de carga.

3 Pesquisas futuras

Novas pesquisas com eletromiografia de superfície em lactentes são necessárias para uma padronização na aquisição e interpretação do sinal eletromiográfico, com o intuito de gerar resultados mais confiáveis com o uso desta ferramenta.

Sugere-se novos estudos com o objetivo de verificar se mudanças no tipo de treino, como por exemplo treinos de curta duração, poderiam modificar os resultados encontrados no presente estudo. Além disso, acreditamos que a análise do protocolo sugerido no presente estudo, com um grupo de lactentes prematuros sem treino auxiliaria na interpretação referente às mudanças que podem ter ocorrido pela influência do aumento da idade dos lactentes. Como apresentado anteriormente na seção de Limitações dos Estudos, a análise de variáveis eletromiográficas poderia auxiliar na interpretação dos resultados aqui apresentados, visto que o peso leva a uma modificação das fibras musculares. Por fim, visto que o treino da habilidade do alcance com peso adicional foi pioneiro nos estudos com lactentes, sugere-se analisar como o mesmo ocorre em lactentes típicos, sem alterações neuro-sensório-motoras.

4 Implicações Clínicas

Baseado nos estudos realizados, ficou constatado que o treino funcional de 4 semanas em uso de um peso adicional de 20% do peso do membro superior dos lactentes, como forma de melhorar o movimento do alcance nos bebês prematuros não beneficia os parâmetros cinemáticos do alcance manual em lactentes prematuros. A estimulação do alcance manual de bebês prematuros deve ser realizada de forma funcional sem uso de carga, de preferência com orientação dos pais para que esse treino seja continuado em domicílio.

ANEXO 1

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O efeito da intervenção com peso adicional no alcance manual de lactentes prematuros nascidos com baixo peso: um ensaio clínico randomizado

Pesquisador: ROSANA TANNUS FREITAS LIMA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 68248317.4.0000.8093

Instituição Proponente: Universidade de Brasília Faculdade de Ceilândia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.226.242

Apresentação do Projeto:

Os efeitos da utilização do peso adicional em habilidades motoras precoces de lactentes têm sido cada vez mais estudados. No alcance manual o peso tem se mostrado benéfico em determinadas variáveis cinemáticas em lactentes a termo e pré-termo, no entanto o sucesso na apreensão de objetos não parece ser beneficiado. Há um crescente interesse no estudo do alcance em populações de risco para o desenvolvimento motor, principalmente se tratando da investigação e determinação de intervenções baseadas em atividades funcionais com o intuito de melhorar o controle neuromotor, capacidade funcional e força muscular. Apesar do surgimento de estudos abordando o treinamento do alcance manual em lactente, poucos focam no lactente prematuro com baixo peso e nenhum utiliza o peso adicional como um recurso terapêutico. Desta forma, o objetivo do presente estudo visa investigar o efeito do treino funcional com peso adicional no alcance manual de lactentes prematuros com baixo peso ao nascer. Afim de contemplar esse objetivo, será realizado um estudo experimental, prospectivo, controlado e randomizado. Participarão deste estudo lactentes a termo com peso adequado ao nascer; e lactentes pré-termo com baixo peso ao nascer, aos 6 meses de idade cronológica ou corrigida. A amostra será formada por conveniência a partir dos prontuários do Hospital Regional de Ceilândia e será feito um cálculo amostral para definição do tamanho dos grupos. Os participantes serão alocados em quatro

subgrupos: grupo placebo peso adequado (GPPA); grupo intervenção peso adequado (GIPA); grupo placebo baixo peso (GPBP) e grupo intervenção baixo peso (GIBP). Será feita randomização em blocos em cada grupo (termos e pré- termos), para assegurar igual distribuição do número de participantes nos subgrupos de estudo. A randomização será realizada por um pesquisador diferente do que fará as avaliações e o treinamento. O avaliador será um fisioterapeuta cego quanto à distribuição dos grupos. Todos os lactentes passarão por 8 sessões de treinamento com peso adicional (grupos intervenções) e sem peso adicional (grupos placebos) que será realizado por outra fisioterapeuta. Serão adotadas três avaliações: 1) Pré-intervenção: linha de base, até quatro dias antes do início do programa de intervenção; 2) Pós-intervenção: avaliação realizada até sete dias após o término do programa; e 3) Follow-up: avaliação realizada sete dias após a avaliação pós-intervenção. Serão analisadas as variáveis dependentes cinemáticas (índice de retidão, velocidade média e unidades de movimento) e eletromiográficas (padrão de ativação e recrutamento das fibras musculares – dos músculos Bíceps Braquial, Tríceps Braquial, Deltóide e Peitoral Maior, co-ativação). Para isto será utilizado o Sistema Qualysis (QTM - Qualisys Track Manager) de análise do movimento e o eletromiógrafo de superfície com sistema wireless e sensor trigono. Se constatada a normalidade dos dados, aplicar-se-á uma ANOVA mista 2X2 com medidas repetidas, com o intuito de verificar diferenças entre os programas de intervenção, considerando as variáveis dependentes. Em caso contrário, serão adotados procedimentos não paramétricos de mesma natureza. A significância adotada será de 5% ($P < 0,05$).

Objetivo da Pesquisa:

"Objetivo Geral

Verificar a influência do treino funcional com peso adicional no alcance manual de lactentes pré-termos com baixo peso ao nascer aos 6 meses de idade corrigida.

Objetivos específicos

- Verificar a influência do treinamento com peso adicional nas variáveis cinemáticas espaço-temporais (Índice de Retidão, Unidades de Movimento e Velocidade Média) do alcance manual;
- Verificar a influência do treinamento com peso adicional no padrão de ativação e recrutamento muscular dos músculos Deltóide (DE), Bíceps Braquial (BB), Tríceps Braquial (TB) e Peitoral Maior (PM), por meio da variável eletromiográfica (EMG) RMS (Root Mean Square);
- Verificar a influência da utilização do treinamento com peso adicional na co-ativação muscular (relação agonista/antagonista) de BB e TB.
- Comparar a influência do treinamento com peso adicional no alcance manual entre grupos de lactentes a termos com peso adequado ao nascimento e lactentes pré-termos com baixo peso ao nascimento.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo as pesquisadoras "os possíveis riscos decorrentes da participação dos lactentes na pesquisa são: Alergia causada pelos dispositivos utilizados na pele dos lactentes. Para minimizar este risco será utilizado fitas hipoalergênicas e será realizada a limpeza da pele do lactente.

Fadiga muscular durante o treinamento com uso do peso adicional. Para minimizar este risco, será utilizado um peso adicional pequeno (20% da massa do membro superior do lactente) no bracelete, além de um curto período de treinamento (10 minutos), fatores que dificultam a ocorrência de fadiga muscular.

Risco de constrangimento uma vez que o treinamento será realizado na residência dos lactentes. Para minimizar este risco, será explicado previamente para os responsáveis o seu direito de se abster da participação de pesquisa. Além disso, estará expresso no TCLE o direito de negativa do participante em se submeter ao estudo.

Apesar dos riscos apresentados, os resultados do presente estudo poderão contribuir com a prática clínica de profissionais da saúde envolvidos com a área de neuropediatria, os quais poderão utilizar tais resultados para embasar medidas de prevenção e intervenção de disfunções do desenvolvimento sensório- motor em lactentes de risco.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto de pesquisa intitulado: "O EFEITO DA INTERVENÇÃO COM PESO ADICIONAL NO ALCANCE MANUAL DE LACTENTES PREMATUROS NASCIDOS COM BAIXO PESO: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO", é um trabalho sob a responsabilidade de três pesquisadoras. A orientadora, Aline Martins de Toledo, uma mestranda Rosana Tannus Freitas Lima e uma doutoranda Mariana Vieira da Fonseca. Trata-se de um projeto de Mestrado Acadêmico do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação. O número de amostra é de 68 participantes e nesta versão é apresentado o critério usado para a amostra.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos foram adequadamente apresentados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Protocolo de pesquisa em consonância com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Cabe ressaltar que compete ao pesquisador responsável: desenvolver o projeto conforme delineado; elaborar e apresentar os relatórios parciais e final; apresentar dados solicitados pelo CEP ou pela CONEP a qualquer momento; manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período de 5 anos após o término da pesquisa; encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico integrante do projeto; e justificar fundamentadamente, perante o CEP ou a CONEP, interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P	11/06/2017		Aceito

Projeto Detalhado / Brochura	Projeto_corrigido_final.doc	11/06/2017 10:43:30	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Outros	carta_para_encaminhamento_de_pende	11/06/2017 10:43:42	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Rosana_Tannus_Freit	11/05/2017 17:59:45	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Mariana_Vieira_da_Fo	11/05/2017 17:59:00	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Aline_Martins_de_Tole	11/05/2017 17:59:44	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	Projeto_corrigido.doc	11/05/2017 17:55:47	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Outros	termo_de_autorizacao_de_uso_de_imag	11/05/2017 17:59:54	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Declaração de	cartaencaminhprojeto.doc	02/05/2017 21:42:47	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Declaração de	cartadeencaminh.pdf	02/05/2017 21:44:50	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	TCLE.doc	02/05/2017 21:39:28	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Orçamento	Orcamento.doc	02/05/2017 21:39:26	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito

Declaração de	TermoRespCompromPesq.doc	02/05/2017 21:38:42	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Declaração de Instituição e	termo_de_concordancia_de_instituicao_ coparticipante.doc	02/05/2017 21:37:39	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Declaração de	TermoRespCompromPesq.pdf	02/05/2017 21:37:47	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Declaração de Instituição e	TermConcCopart.pdf	02/05/2017 21:35:27	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Declaração de Instituição e	TermoConcord.doc	02/05/2017 21:34:59	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Declaração de Instituição e	TermoConcord.pdf	02/05/2017 21:34:34	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Cronograma	Cronograma2017.xls	02/05/2017 21:33:50	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	02/05/2017 21:33:24	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASILIA, 18 de Agosto de 2017

Assinado por:
Dayani Galato
(Coordenador)

ANEXO 2

Protocolo para Coletas de Dados das Mães e Lactentes

Nº: _____

1 – DADOS PESSOAIS

Nome do bebê:.....

Sexo: () M () F Cor:.....

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

Idade Gestacional:.....

Endereço.....

Bairro:.....

Fone:.....

Nome da mãe:.....

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

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

Estado Civil:.....

2- DADOS GESTACIONAIS

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

Doenças da mãe: () Não () Anemia () Sífilis () Diabete ()

Toxoplasmose () Febre () Rubéola ()

outras:.....

Anormalidades na gravidez:

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

() Outras:.....

Ingestão de tóxicos:

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

Ingestão de medicamentos:

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

Exposição ao RX: () Sim () Não Mês gestação:.....**Desnutrição e/ou maus tratos:** () Sim () Não Época gestação:.....

3 – DADOS AO NASCIMENTO

Tipo de parto: () Espontâneo () Induzido () Fórceps () Cesariana**Cordão Umbilical:** () Normal () Circular () Nó**Alguma intercorrência:**.....

4 – DADOS PÓS-NATAL

Idade gestacional: **Peso Nascimento:**.....

Estatura:.....cm **PC:**cm

Apgar: 1' 5' **Icterícia:**..... **Duração:**.....dias

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

Medicamentos:.....

Alimentação: () amamentação – tempo:..... () mamadeira

5 – DADOS DO TESTE

Data do Teste :/...../.....

- Horário da última mamada:..... Horário que acordou:.....

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

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

- Horário do início do teste:..... Término do teste:.....

Quem passa a maior parte do tempo com o bebê?.....

Brinca freqüentemente com o bebê: () Sim () Não

Qual o brinquedo preferido?.....

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

ANEXO 3
Alberta Infant Motor Scale (AIMS)

**ALBERTA INFANT :
MOTOR SCALE :
Record Booklet :**

Name _____	Date of Assessment	Year Month Day / /
Identification Number _____	Date of Birth	/ /
Examiner _____	Chronological Age	/ /
Place of Assessment _____	Corrected Age	/ /

















	Previous Items Credited	Items Credited in Window	Subscale Score
Prone			
Supine			
Sit			
Stand			

Total Score Percentile

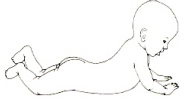






.....
Comments/Recommendations




AIMS Parte 2

Alberta Infant Motor Scale

STUDY #				
PRONE	<p>Prone Lying (1)</p>  <p>Physiological flexion Turns head to clear nose from surface</p>	<p>Prone Prop</p>  <p>Elbows behind shoulders Unsustained head raising to 45°</p>	<p>Forearm Support (1)</p>  <p>Lifts and maintains head past 45° Elbows in line with shoulders Chest centered</p>	<p>Prone Mobility</p>  <p>Head to 90° Uncontrolled weight shifts</p>
	<p>Prone Lying (2)</p>  <p>Lifts head symmetrically to 45° Cannot maintain head in midline</p>	<p>Forearm Support (2)</p>  <p>Elbows in front of shoulders Active chin tuck with neck elongation</p>		
SUPINE	<p>Supine Lying (1)</p>  <p>Physiological flexion Head rotation: mouth to hand Random arm and leg movements</p>	<p>Supine Lying (3)</p>  <p>Head in midline Moves arms but unable to bring hands to midline</p>	<p>Supine Lying (4)</p>  <p>Neck flexors active—chin tuck Brings hands to midline</p>	<p>Hands to Knees</p>  <p>Chin tuck Reaches hands to knees Abdominals active</p>
	<p>Supine Lying (2)</p>  <p>Head rotation toward midline Nonobligatory ATNR</p>			
SITTING	<p>Sitting With Support</p>  <p>Lifts and maintains head in midline briefly</p>		<p>Sitting With Propped Arms</p>  <p>Maintains head in midline Supports weight on arms briefly</p>	
			<p>Pull to Sit</p>  <p>Chin tuck: head in line or in front of body</p>	
STANDING	<p>Supported Standing (1)</p>  <p>May have intermittent hip and knee flexion</p>		<p>Supported Standing (2)</p>  <p>Head in line with body Hips behind shoulders Variable movement of legs</p>	

AIMS Parte 3







<p>Extended Arm Support</p>	<p>Rolling Prone to Supine Without Rotation</p>	<p>Reaching from Forearm Support</p>	<p>Pivoting</p>	<p>Four-Point Kneeling (1)</p>
				
<p>Arms extended Chin tucked and chest elevated Lateral weight shift</p>	<p>Movement initiated by head Trunk moves as one unit</p>	<p>Active weight shift from one side Controlled reach with free arm</p>	<p>Pivots Movement in arms and legs Lateral trunk flexion</p>	<p>Legs flexed, abducted, and externally rotated Lumbar lordosis Maintains position</p>
	<p>Swimming</p>			<p>Rolling Prone to Supine with Rotation</p>
				
	<p>Active extensor pattern</p>			<p>Trunk rotation</p>

<p>Hands to Feet</p>	<p>Rolling Supine to Prone Without Rotation</p>	<p>Rolling Supine to Prone with Rotation</p>
		
<p>Can maintain legs in mid-range Pelvic mobility present</p>	<p>Lateral head righting Trunk moves as one unit</p>	<p>Trunk rotation</p>

Active Extension



Pushes into extension with legs




<p>Unsustained Sitting</p>	<p>Sitting With Arm Support</p>	<p>Unsustained Sitting Without Arm Support</p>	<p>Weight Shift in Unsustained Sitting</p>	<p>Sitting Without Arm Support (1)</p>	<p>Reach With Rotation in Sitting</p>
					
<p>Scapular adduction and humeral extension Cannot maintain position</p>	<p>Thoracic spine extended Head movements free from trunk; propped on extended arms</p>	<p>Cannot be left alone in sitting indefinitely</p>	<p>Weight shift forward, backward, or sideways Cannot be left alone in sitting</p>	<p>Arms move away from body Can play with a toy Can be left alone in sitting</p>	<p>Sits independently Reaches for toy with trunk rotation</p>

Supported Standing (3)



Hips in line with shoulders
Active control of trunk
Variable movements of legs

AIMS Parte 4

<p>Propped Sidelying</p>  <p>Dissociation of legs Shoulder stability Rotation within body axis</p> <p>Reciprocal Crawling</p>  <p>Reciprocal arm and leg movements with trunk rotation</p>	<p>Four-Point Kneeling to Sitting or Half-Sitting</p>  <p>Plays in and out of position May get to sitting</p>	<p>Reciprocal Creeping (1)</p>  <p>Legs abducted, and externally rotated Lumbar lordosis: weight shift side to side with lateral trunk flexion</p> <p>Reaching from Extended Arm Support</p>  <p>Reaches with extended arm Trunk rotation</p>	<p>Four-Point Kneeling (2)</p>  <p>Hips aligned under pelvis Flattening of lumbar spine</p> <p>Modified Four-Point Kneeling</p>  <p>Plays in position May move forward</p>	
<p>Sitting to Prone</p>  <p>Moves out of sitting to achieve prone lying Pulls with arms; legs inactive</p>	<p>Sitting to Four-Point Kneeling</p>  <p>Actively lifts pelvis, buttocks, and unweighted leg to assume four-point kneeling</p>	<p>Sitting Without Arm Support (2)</p>  <p>Position of legs varies Infant moves in and out of positions easily</p>		
<p>Pulls to Stand With Support</p>  <p>Pushes down with arms and extends knees</p>	<p>Pulls to Stand/Stands</p>  <p>Pulls to stand; shifts weight from side to side</p>	<p>Supported Standing With Rotation</p>  <p>Rotation of trunk and pelvis</p>	<p>Cruising Without Rotation</p>  <p>Cruises sideways without rotation</p>	<p>Half-Kneeling</p>  <p>May assume standing or play in position</p> <p>Controlled Lowering Through Standing</p>  <p>Controlled lowering from standing</p>

AIMS Parte 5

Reciprocal Creeping (2)



Lumbar spine flat
Moves with trunk rotation

Cruising With Rotation



Cruises with rotation

Stands Alone



Stands alone momentarily
Balance reactions in feet

Early Stepping



Walks independently; moves quickly with short steps

Standing from Modified Squat



Moves from squat to standing with controlled flexion and extension of hips and knees

Standing from Quadruped Position



Pushes quickly with hands to get to standing

Walks Alone



Walks independently

Squat



Maintains position by balance reactions in feet and position of trunk

Percentile Ranks

