



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

MARIANA VIEIRA DA FONSECA

EFEITO DO TREINAMENTO FUNCIONAL DO ALCANCE MANUAL
COM PESO ADICIONAL EM LACTENTES

Brasília
2019

MARIANA VIEIRA DA FONSECA

EFEITO DO TREINAMENTO FUNCIONAL DO ALCANCE MANUAL
COM PESO ADICIONAL EM LACTENTES

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade de Brasília como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutora em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Luiz Carregaro.

Brasília
2019

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

FF676e Fonseca, Mariana Vieira da
EFEITO DO TREINAMENTO FUNCIONAL DO ALCANCE MANUAL COM
PESO ADICIONAL EM LACTENTES / Mariana Vieira da Fonseca;
orientador Rodrigo Luiz Carregaro. -- Brasília, 2019.
127 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Educação Física) --
Universidade de Brasília, 2019.

1. Alcance manual. 2. Peso adicional. 3. Lactente. 4.
Recém-nascido de baixo peso. 5. Eletromiografia. I.
Carregaro, Rodrigo Luiz, orient. II. Título.

Membros da banca examinadora para Defesa da Tese de Doutorado de Mariana Vieira da Fonseca, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade de Brasília, em 07 de agosto de 2019.

**Rodrigo Luiz Carregaro
(UNB)**

**Marcelino Monteiro de Andrade
(UNB)**

**Patrícia Azevedo Garcia
(UNB)**

**Daniele de Almeida Soares Marangoni
(UFMS)**

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

Ao meu marido, Paulo; à minha família (Papai, Mamãe e Aninha); a Deus e todos os meus anjos protetores. Por creditarem a mim muito mais do que eu mesma.

AGRADECIMENTOS

Nunca acreditei que fosse possível, para ninguém, fazer tudo sozinho. A ajuda sempre vem de todos os lados e disfarçada das mais variadas formas. Às vezes, é bem difícil perceber e reconhecer como pequenas coisinhas do dia-a-dia nos ajudam a chegar ao nosso objetivo final. Então, gostaria de começar agradecendo a todos que fizeram parte, nem que fosse bem pouquinho, do processo de construção desta tese de doutorado. Desculpem-me por não ter reconhecido e agradecido na hora certa.

Gostaria de agradecer a Deus e a todos os meus anjos protetores por me proporcionarem essa experiência, que foi repleta de momentos de aprendizado – não só de conhecimento técnico, mas de crescimento pessoal e inteligência emocional. Por me segurarem de pé nas várias horas que eu desfaleci... Por enviarem ajuda.

Aos astros e ao universo por fazerem de mim uma aquariana rebelde e do contra e, dessa forma, impregnar na minha mente que o conhecimento deve ser construído e que eu faço parte desse processo mutável.

À mamãe, que seguiu como a minha maior motivação para a conclusão desse processo. Por ser quem mais tem orgulho de ter duas filhas que serão doutoras, mesmo que isso tenha adiado os planos dela de ser vovó. Ao papai, por ser meu pai e cumprir tão bem esse papel. Por levar meu carro para arrumar, me salvar na rua, cuidar de tantas coisinhas da minha casa e me encher de coisas gostosas. Se não fosse ele, muitas horas essenciais de estudo teriam sido ocupadas na resolução desses problemas. À Aninha, minha irmã e minha alma gêmea. Por dividir tantos pesos, problemas e responsabilidades comigo. Pela ajuda técnica nas tabelas, revisões e formatações. Por me fazer respirar no meio das minhas crises de ansiedade e seguir em frente. Por ser a pessoa mais presente nos meus dias. É sua vez agora... Pode deixar que eu seguro de cá, baby. Aos três, por me darem cama, comida, amor e por cuidarem da Esmeraldinha.

Ao meu marido, Paulo, por mudar de “status” no agradecimento da Tese. Pela família que estamos construindo juntos, pela nossa casa e pelas melhores noites de sono que existem quando você está em casa. Por pensar junto comigo e ter essa fantástica capacidade de resolução de problemas. Além das ajudas técnicas, obrigada por acreditar mais em mim do que eu mesma. Eu te amo.

Ao Rodrigo Lanna, irmão que a vida me deu. Por ser meu melhor amigo, vibrar comigo a cada conquista e me dar todo o suporte (médico, inclusive!) nos momentos difíceis. Obrigada por estar aqui.

À Heid, minha terapeuta, que certamente foi a pessoa que acompanhou tudo mais de perto. Obrigada por me ajudar a crescer e tantas outras coisas que só você saberia. Tenho certeza de que eu não conseguiria sem você.

Aos amigos queridos que me rodeiam, todos eles. Àqueles feitos na infância (destaque para Anna Kézia e seu talento com crises de ansiedade) e aos feitos na faculdade e na vida adulta – Amandinha, Marquinhos, Ju Marques, Jefferson, Gabriela, Amanda e Lívia. Àqueles mais novos também, que parece que conheço há anos (em destaque Sayara – pelo “cerimonial”, inclusive –; Kamila e Hélder. Além da Vanessa Müller, com todo seu carinho e suporte). E também àqueles que viraram da família, como o Gui.

À dança e tudo de maravilhoso que ela me traz! Amandinha, Elis e Eliane, obrigada por manterem o samba presente na minha vida e por serem amigas tão maravilhosas!

À toda a família (avós, tios, primos e sobrinhos...), em especial Tucha e Tia Ana, pelas orações e energias lindas.

Acho um pouquinho injusto agradecer nominalmente, porque certamente esquecerei de alguém. Deus me deu a dádiva de ter muitas pessoas queridas por perto e na verdade, agradeço por isso: a oportunidade de ter tantos amigos queridos, que nem sou capaz de citar todos.

Iniciando os agradecimentos técnicos, obrigada aos bebês e pais que aceitaram fazer parte da nossa pesquisa. Vocês foram as peças principais dessa história! À Universidade de Brasília, por

me servir de casa durante esses 6 anos e me dar o senso político que ultrapassa as barreiras do operacionalismo. Obrigada a todas as meninas que compuseram essa equipe tão comprometida e coesa – Isa, Letícia, Rafa e Emilie. Vocês cresceram junto conosco e sabiam perfeitamente como “tocar” nosso barco. Parabéns e obrigada!

Ao engenheiro mais lindo, gente boa, disponível e bonzinho de todos: Leandro. Obrigada por cuidar da gente desde o início. Pela ajuda com a aparelhagem e todo o processamento de sinais. Além dos almoços e amparo nos momentos de bug (dos aparelhos, mas também dos bugs mentais).

À minha querida duplinha, Rosana, que tenho certeza que Deus botou nos meus caminhos como um presente, depois de tanto desespero. Obrigada por aceitar tocar dois ensaios clínicos comigo num tempo tão curto, por ser a parte organizada da relação, por ser a virginiana que eu precisava para isso dar certo! Por ser suporte, enxugar lágrimas, fazer por mim muito mais que “a sua obrigação” e se tornar uma amiga tão maravilhosa! Muito obrigada por tudo! Tenho certeza absoluta de que eu não teria conseguido sem você.

À minha amiga que iniciou tudo isso comigo, Ana Letícia, minha madrinha e afilhada. Obrigada por não ter me abandonado e ter feito esse doutorado junto comigo, mesmo sem ser sua intenção. Obrigada pelo TCC, por São Carlos, pelo Mestrado, pelos artigos e pelo Doutorado. Obrigada por ser meu ombro amigo, por ouvir todos os meus desabafos, reclamar comigo, respirar e ajudar a resolver o problema. Essa tese é sua também. Você sabe disso!

Chegando ao final, gostaria de agradecer à minha orientação. Àqueles que são meus pais científicos. Ao Rodrigo, por me aceitar junto dele e confiar em mim. Por me guiar pelos caminhos do ensaio clínico, por todo apoio relativo ao EMG e estatística. Pelas reuniões de urgência que eu inventava e, principalmente, pela paciência. Eu sei que eu posso ser especialmente teimosa de vez em quando (e a culpa é do ascendente).

À Aline, que merecia uma página toda de agradecimento. Pela paciência e tato no nosso processo. Por ser minha mãe e por acreditar em mim a ponto de confiar o estudo que é “a menina dos seus olhos”. Por crescer como orientadora conforme eu ia crescendo como orientanda, desde o TCC da pós-graduação até o final dessa tese de doutorado. Por me fazer ter o maior orgulho em dizer que sou “sua filha mais velha” e que não existiu na minha vida acadêmica um momento sem que você estivesse lá. Por ser humana, me apoiar e ajudar no momento mais difícil da minha vida, garantindo, assim, minha permanência até o fim. Pelos convites profissionais de colaboração. Mas muito mais do que isso, por ser uma amiga muito amada, que eu tenho o maior prazer de ver em momentos de folga. Não sei se um dia saberei como retribuir, mas saiba que eu sempre estarei disposta a tentar. Estou aqui.

Obrigada a todos que estiveram aqui ao longo desses 4 anos e fizeram parte da realização desse sonho. Novos projetos para a realização de novos sonhos serão iniciados. Desejem-me sorte!

“Eu vou te mostrar que eu to pronta
Me colha madura do pé.”

Maria Gadú

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: EXEMPLO DE POSIÇÃO PARA MARCADOR ÚNICO UTILIZADO PARA ANÁLISE CINEMÁTICA DO ALCANCE. Fonte: Soares (2014, p. 48).....	43
Figura 2: TRAJETÓRIAS PERCORRIDAS DURANTE O ALCANCE DE UM LACTENTE AOS QUATRO (A) E AOS SEIS (B) MESES DE VIDA. Fonte: Rocha; Silva; Tudella (2006)	43
Figura 3: UNIDADES DE MOVIMENTO DE UM ALCANCE REALIZADO AOS QUATRO (A) E AOS SEIS (B) MESES. Fonte: ROCHA (2006, P. 4).....	44
Figura 4: ALCANCE UNIMANUAL. FONTE: Toledo (2011, p. 43).....	45
Figura 5: ALCANCE BIMANUAL. FONTE: Toledo (2011, p. 44).....	46
Figura 6: ALCANCES REALIZADOS COM A MÃO HORIZONTALIZADA (A), VERTICALIZADA (B) E OBLÍQUA C). FONTE: Toledo (2011, p. 45)	47
Figura 7: ALCANCE REALIZADO COM A MÃO ABERTA (A) FECHADA (B) E SEMIABERTA (C). FONTE: Toledo (2011, p. 46).....	47
Figura 8: ALCANCE REALIZADO COM A MÃO DIREITA (A) E ESQUERDA (B). FONTE: Arquivos dos autores.	48
Figura 9: ALCANCE REALIZADO COM O USO DE BRACELETE (PESO ADICIONAL) NO PUNHO. FONTE: Toledo (2011, p. 40).....	54
Figura 10: Fluxograma do processo de seleção dos estudos.....	65
Figura 11: Ilustração das medidas antropométricas dos membros superiores: 1) comprimento do braço; 2) comprimento do antebraço; 3) circunferência do braço; 4) circunferência do antebraço terço proximal; 5) largura da mão. (Fonte: Fonseca, 2015.).....	85
Figura 12: Ilustração do posicionamento dos marcadores reflexivos para análise cinemática e eletrodos de EMG em membro superior do lactente no momento da avaliação. (Fonte: Próprio autor.).....	86
Figura 13: Eletromiógrafo Trigno™ Wireless EMG Delsys com eletrodos. (Fonte: Fonseca, 2015.)	87
Figura 14: Arranjo experimental - set de coleta com câmeras do sistema Qualisys (QTM - Qualisys Track Manager) e cadeira infantil. (Fonte: Fonseca, 2015.)	87
Figura 15: Protocolo de intervenção na casa dos lactentes (Fonte: Lima, 2019).....	88
Figura 16: Fluxograma do Ensaio clínico 1 – PAN.	91
Figura 17: Fluxograma do Ensaio clínico 2 – BPN.	92
Figura 18: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) de Bíceps no Pico, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes A termo com Peso Adequado ao Nascimento (PAN).....	94
Figura 19: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) de Tríceps Braquial na Aceleração, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes A termo com Peso Adequado ao Nascimento (PAN).....	95
Figura 20: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) de Tríceps Braquial no Pico, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes A termo com Peso Adequado ao Nascimento (PAN).....	96
Figura 21: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) de Tríceps Braquial na Desaceleração, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes A termo com Peso Adequado ao Nascimento (PAN).	97
Figura 22: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) de Deltóide no Pico, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes A termo com Peso Adequado ao Nascimento (PAN).....	98
Figura 23: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) de Bíceps na aceleração, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes Prematuros com Baixo Peso ao Nascimento (BPN).	100

Figura 24: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) do Tríceps na aceleração, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes Prematuros com Baixo Peso ao Nascimento (BPN) 101

Figura 25: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) de Deltoide na aceleração, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes Prematuros com Baixo Peso ao Nascimento (BPN) 102

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Dados extraídos dos artigos	65
TABELA 2: Qualidade metodológica dos estudos	68
TABELA 3: Características da amostra (média ± desvio padrão) por grupo	83
TABELA 4: Número de alcances analisados por ensaio clínico (PAN e BPN) e grupos de intervenção (GC e GI), em cada momento de avaliação (Pré-treino, Pós-treino e Retenção).....	92
TABELA 5: Dados referentes à porcentagem de Preensão com Sucesso nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes com Peso Adequado ao Nascimento (PAN).....	98
TABELA 6: Dados referentes à Unidade de Transporte (%) nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes com Baixo Peso ao Nascimento....	102
TABELA 7: Dados referentes às Unidades de Movimentos nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes com Baixo Peso ao Nascimento....	102
TABELA 8: Dados referentes à porcentagem de preensão com sucesso nos grupos (Grupo controle e Grupo intervenção) dos lactentes com baixo peso ao nascimento em todas as avaliações.....	103

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIMS - *Alberta Infant Motor Scale*
BB - Bíceps Braquial
BPN – Grupo pré-termo com baixo peso ao nascimento
CASP - *Critical Appraisal Skills Programme*
DE – Deltoide
DNM – Disfunção Neurológica Menor
EMG - Eletromiografia
GC – Grupo Controle
GI – Grupo Intervenção
Hz – Hertz
IC – Índice de Concordância
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
PAN – Grupo a termo com peso adequado ao nascimento
PC - Paralisia Cerebral
PM - Peitoral Maior
QTM - *Qualisys Track Manager*
 r – tamanho do efeito
s – segundos
TB - Tríceps Braquial
TS - Trapézio Superior

V - V de Cramer

X^2 - Qui-quadrado

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Protocolo para coleta de dados das mães e lactentes.....	119
ANEXO 2: Parecer consubstanciado do CEP.....	122

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	19
MOTIVAÇÃO PARA O ESTUDO	20
CAPÍTULO 2.....	22
2.1 PREMATURIDADE E BAIXO PESO AO NASCER.....	23
2.2 ALCANCE MANUAL	24
2.3 ALCANCE MANUAL EM LACTENTES PREMATUROS.....	25
2.4 ELETROMIOGRAFIA NO ALCANCE MANUAL	26
2.5 TREINAMENTO FUNCIONAL	26
2.6 TREINAMENTOS DA HABILIDADE COM MANIPULAÇÃO AMBIENTAL	29
2.7 PESO ADICIONAL.....	30
2.8 OBJETIVOS	31
2.8 ESBOÇO DO ESTUDO	31
REFERÊNCIAS	32
CAPÍTULO 3.....	39
RESUMO	40
INTRODUÇÃO.....	40
AVALIAÇÃO DO ALCANCE MANUAL	41
ANÁLISE CINEMÁTICA	42
ANÁLISE CATEGÓRICA.....	45
ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA.....	48
O DESENVOLVIMENTO DO ALCANCE	49
FATORES QUE INFLUENCIAM O ALCANCE ANUAL.....	51
CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
CAPÍTULO 4.....	59
RESUMO.....	60
1 INTRODUÇÃO	60
MÉTODOS.....	62
IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DOS ESTUDOS	62
CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	62
DADOS EXTRAÍDOS E ANÁLISE	63
RESULTADOS	64
DISCUSSÃO	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
REFERÊNCIAS	76
CAPÍTULO 5.....	80
RESUMO	81
1 INTRODUÇÃO	81
2 MÉTODOS	83
2.1 DESENHO DO ESTUDO	83
2.2 PARTICIPANTES	83
2.3 PROCEDIMENTOS RELACIONADOS AS AVALIAÇÕES.....	84
2.4 PROCEDIMENTOS RELACIONADOS A INTERVENÇÃO.....	87
2.5 DESCRIÇÃO DOS DESFECHOS E VARIÁVEIS.....	88

2.6 ANÁLISE DE DADOS	89
2 RESULTADOS	91
3 DISCUSSÃO	104
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS	110
5 REFERÊNCIAS	111
EPÍLOGO	116
ANEXOS	120

RESUMO

FONSECA, M.V. EFEITO DO TREINAMENTO FUNCIONAL DO ALCANCE MANUAL COM PESO ADICIONAL EM LACTENTES. 2019. Tese (doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

Lactentes prematuros podem apresentar atrasos e/ou atipicidades no desenvolvimento infantil, fato que pode se agravar quando o baixo peso ao nascer está associado à prematuridade. É sabido que o alcance manual sofre influência destes fatores. Buscando minimizar as alterações na habilidade, treinos específicos têm sido propostos, com resultados positivos. A utilização de manipulação ambiental nos treinos do alcance manual ainda é incipiente e merece atenção, bem como a utilização da eletromiografia como ferramenta de avaliação complementar dos seus efeitos na habilidade. Dessa forma, inicialmente, foi trazido nesta tese um capítulo abordando o desenvolvimento do alcance manual e as variáveis mais utilizadas para sua avaliação. Em seguida, foi trazida uma revisão sistemática com objetivo de investigar como a eletromiografia de superfície tem sido utilizada para avaliação do alcance manual. Os 5 estudos incluídos proporcionaram a conclusão de que existem muitos desafios no uso da ferramenta em lactentes. A falta de descrição e padronização dos processos de aquisição, análise e processamento dos sinais obtidos dificulta a comparação entre estudos e pode levar a erros de análise. Por fim, foi apresentado um estudo composto por dois ensaios clínicos randomizados com objetivo de investigar os efeitos do uso do peso adicional no treinamento funcional do alcance manual em lactentes a termo com peso adequado ao nascimento (PAN) e lactentes pré-termo com baixo peso ao nascimento (BPN). Foram avaliados 32 lactentes PAN e 34 lactentes BPN 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 foi composta por um programa de treinamento funcional do alcance por 4 semanas (8 sessões), sendo que o GC fez uso de um bracelete simples sem peso e o GI fez uso de um bracelete com peso adicional de 20% do peso do seu membro superior. Foram avaliadas variáveis eletromiográficas (Ativação Muscular), cinemáticas (Unidade de movimento e Unidade de transporte) e Sucesso na preensão. Os lactentes a termo com peso adequado se beneficiaram do protocolo com uso do peso adicional, uma vez que apresentaram melhores adaptações neuromusculares e mais sucesso na preensão. Lactentes prematuros com baixo peso não apresentaram resultados melhores com o protocolo com peso, sendo recomendado o treino da habilidade sem carga nessa população.

Descritores: Alcance manual. Peso adicional. Lactente. Recém-nascido de baixo peso. Eletromiografia. Fenômenos Biomecânicos.

ABSTRACT

FONSECA, M.V. EFFECT OF THE FUNCTIONAL TRAINING WITH ADDITIONAL WEIGHT IN MANUAL REACHING OF INFANTS. 2019. Thesis (PhD) – University of Brasília, Brasília, DF

Premature infant may have delays and/or atypicalities in child development, which may get aggravated when low birth weight is associated with prematurity. It is a known fact that the manual reaching is influenced by these factors. Seeking to minimize skill modifications, specific trainings is being proposed, showing positive results. The use of environmental manipulation in manual reaching training is still incipient and demands attention, just as the use of electromyography as an evaluation tool. Therefore, initially a chapter is presented addressing the development of manual reaching and the variables most used in its evaluation. Then, a systematic review was brought to investigate how surface electromyography is being used to assess manual reaching. The 5 studies that were included brought the conclusion that there are many challenges in using the tool in infants. The lack of description and standardization of the acquisition, analysis and processing processes of the obtained data make it difficult to compare studies and may lead to errors in analysis. Finally, a study consisting of two randomized clinical trials was presented with the objective of investigating the effects of the use of additional weight on functional manual reach training in appropriate weight at birth term infants (AWB) and low weight born pre-term infants (LWB). It was evaluated 32 AWB infants and 34 LBW infants who were randomly allocated to the control (GC) and intervention (GI) groups and evaluated in 3 moments (pre-training, post-training and retention). The intervention consisted of a 4-week functional range training program (8 sessions), in which the GC wore a simple weightless bracelet and the GI wore a 20% additional weight of its upper limb weight. Electromyographic (Muscle Activation), Kinematic (Movement Unit and Transport Unit) and Gripping Success variables were evaluated. Properly weighted term infants benefited from the protocol with the use of additional weight, as they had better neuromuscular adaptations and more successful grasping. Low weight premature infants did not show better results with the weight protocol, and it is recommended the weightless skill practice in this population.

Key words: Manual reaching, Additional weight, Infant, Low birth weight infant, Electromyography, Biomechanical phenomena.

MOTIVAÇÃO PARA O ESTUDO

Era uma vez uma menina... Certo! Vamos falar sério, afinal, é uma tese de doutorado; mas este primeiro capítulo não poderia iniciar de forma diferente na tese de uma apaixonada pela pediatria. Acredito que, ao expôr minha trajetória acadêmica na intervenção precoce e como os caminhos foram se moldando até essa tese de doutorado, ficará mais claro para os leitores a significância pessoal e profissional do objeto de estudo em questão.

Sou graduada em Fisioterapia, mas meus caminhos na graduação, apesar de sempre apresentarem um quê de docência e pesquisa, nunca haviam passado pela pediatria. Em minha cabeça, ao terminar a faculdade, iria iniciar uma pós-graduação em Terapia Intensiva e seguiria minha trajetória profissional. As coisas mudaram na primeira vez que eu atendi um bebê: meu coração bateu muito forte e me veio a certeza, nunca antes cogitada, de que era isso que eu queria fazer. Eram bebês que eu ia atender.

Buscando o melhor caminho dentro do meu novo propósito profissional, matriculei-me no Curso de Especialização em Intervenção em Neuropediatria, no NENEM, dirigido pela Profa. Dra. Eloísa Tudella, na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). No mesmo período, participei do Aprimoramento em Intervenção Precoce, na mesma instituição. Esse período abriu minha mente para o desenvolvimento do conhecimento na área, além de ter me permitido bastante vivência teórico-prática. No final do curso de especialização, os alunos desenvolvem um trabalho de conclusão de curso, e naquele momento, a Profa. Eloísa me deu a orientação da Profa. Aline de presente.

Ao conhecer a Profa. Aline, conversamos sobre a sua linha de pesquisa e me identifiquei rapidamente. Ela trabalhava com lactentes prematuros (que sempre foi a minha paixão), na habilidade do alcance manual. Nosso primeiro trabalho juntas abordou este tema, que deu continuidade aos seus estudos até então. Analisamos as variáveis categóricas do alcance manual de lactentes a termo e prematuros de baixo risco com o uso do peso adicional. Esse trabalho foi realizado aos 5, 6 e 7 meses de idade dos lactentes e demonstrou que o uso do peso adicional durante o alcance favorecia algumas variáveis do movimento. Este fato nos deixou mais curiosas e então, resolvi ingressar no Mestrado sob sua orientação, visando a continuidade da investigação deste projeto.

Já havia informações sobre o uso do recurso nas variáveis categóricas e cinemáticas do movimento, mas sentíamos falta da utilização de outro instrumento que nos permitisse conhecer outras características do movimento; assim, nos interessamos pelas características neuromusculares, que poderiam ser obtidas por meio da eletromiografia de superfície. Essa ferramenta de avaliação fazia parte do dia a dia do Prof. Rodrigo Carregaro e, então, unimos os dois conhecimentos para a realização do meu mestrado. Dessa vez, o peso adicional seria avaliado por meio das variáveis de EMG em lactentes a termo e prematuros com baixo peso ao nascimento.

Muito desafios apareceram, principalmente relacionados ao uso do EMG nessa habilidade em lactentes. Essas dificuldades envolveram questões de padronização, especificação de aparelhagem, coleta de dados e, principalmente, do processamento dos dados. Apesar das dificuldades, foi possível observar que lactentes a termo apresentam ativação muscular maior que lactentes prematuros com baixo peso ao nascer. Já que podíamos observar essas diferenças, era clara a importância de aprimorar o uso da EMG como ferramenta de avaliação nessa população, além de investigar melhor os efeitos do peso adicional (que promovia mudanças durante o seu uso na função; será que poderia ser uma forma de intervenção?).

Então, o doutorado era inevitável: um projeto em que tínhamos como foco “resolver” todas essas “pendências”. Para tanto, buscamos entender melhor como era o uso da eletromiografia de superfície no alcance manual de lactentes. Após nos aprofundarmos na utilização do instrumento, objetivamos propor um novo tipo de análise de dados, que envolvia a associação dessas variáveis de EMG com as fases cinemáticas do movimento, buscando atribuir, dessa forma, um significado funcional para nossa análise e, por último, investigar se o peso adicional poderia ser uma ferramenta útil em um treino específico para a habilidade de alcançar objetos em lactentes a termo (com objetivo de entender os processos que o treinamento traz) e em latentes prematuros com baixo peso ao nascimento (como ferramenta de intervenção em atrasos no desenvolvimento motor desses bebês).

Bom, no restante da tese estarão nossas respostas. Será um prazer compartilhar com vocês esse projeto, que faz parte de muitos anos de dedicação. Espero que possam se divertir com a leitura.

Mariana Vieira da Fonseca

2.1 Prematuridade e baixo peso ao nascer

A Organização Mundial da Saúde estima que a taxa de nascimentos prematuros pode chegar a até 18% por ano. É definido como recém-nascido prematuro aquele que nasce com idade gestacional inferior a 37 semanas completas, ou seja, com até 36 semanas e 6 dias de gestação. Os lactentes prematuros são incluídos em subclassificações que levam em consideração o quão prematuro foi o seu nascimento. Dessa forma, são considerados prematuros moderados a tardios aqueles nascidos de 32 a 36 semanas e 6 dias de gestação, muito prematuros os de 28 a 31 semanas e 6 dias, e prematuros extremos os com idade gestacional inferior a 28 semanas. Em relação ao peso no momento do nascimento, são considerados recém-nascidos com baixo peso aqueles com peso ao nascer inferior a 2500g, recém-nascidos de muito baixo peso aqueles que apresentam peso ao nascer de 1500g a 1000g, e recém-nascidos de extremo baixo peso aqueles com peso ao nascimento abaixo de 1000g (WHO, 2012; OMS, 2018).

Estudos realizados nas últimas décadas têm apontado que esses lactentes prematuros e/ou com baixo peso apresentam características fisiológicas distintas daqueles nascidos a termo como um tônus muscular mais baixo (MCGREW et. al, 1985), menor massa muscular (BELFORT et. al., 2013; RAMEL et. al., 2012; BELFORT et. al., 2011) e desequilíbrio entre suas ações musculares (GROOT et al., 1992). Essas alterações podem não estar diretamente associadas a déficits neurológicos específicos, principalmente ao pensarmos nos lactentes moderados a tardios, considerados de baixo risco para atraso motor, mas podem estar associadas a repercussões funcionais e de aquisição de habilidades.

Essa população de lactentes de baixo risco apresenta alterações em habilidades como controle postural (FALLANG et al., 2003), controle de cabeça (JENG et al., 2002), movimentos de chutes em membros inferiores (HOWARD et al., 1976), alcance manual (TOLEDO & TUDELLA, 2008; FONSECA, 2015)), um desequilíbrio entre potência muscular ativa (relativa à ativação muscular nos movimentos realizados de forma ativa) e passiva (relativa à resistência muscular aos movimentos passivos), gerando movimentos menos harmoniosos (GROOT et. al., 1992), além de desempenho escolar possivelmente afetado (VAN HUS et. al., 2014; SUCKSDORFF et al., 2015). De acordo com a OMS (2018), se a prematuridade estiver associada ao baixo peso ao nascer, essas alterações podem se intensificar.

Além das alterações em habilidades motoras específicas, estudos apontam que os lactentes de baixo peso apresentam atrasos e/ou atipicidades em outros aspectos do desenvolvimento infantil. Como exemplo, podemos citar atrasos no desenvolvimento motor global (EICKMANN et al., 2002; HEDIGER et al., 2002; SANTOS et al., 2004) – indicados por menores pontuação na escala Alberta Infant Motor Scale (CHARITOU et al., 2010; WANG et. al.,2013), na aquisição da linguagem (OLIVEIRA et al., 2003), no desenvolvimento mental (EICKMANN et al., 2002), no desenvolvimento

social (HEDIGER et al., 2002) e no desempenho cognitivo (BRADLEY et. al.,1993; WABER & MCCORNICK, 1995; BORDIN et. al., 2001; ESPÍRITO SANTO, et al. 2009). Além disso, podem apresentar baixo desempenho escolar (HACK et al., 2002; VICARI et. al., 2004), alterações comportamentais (BORDIN et. al., 2001; ESPÍRITO SANTO et al. 2009), maior risco para déficit de atenção e hiperatividade (SUCKSDORFF et al., 2015).

2.2 Alcance manual

O alcance manual, definido como a habilidade de movimentar o membro superior em direção a um objeto até que ocorra o toque com a mão no mesmo (THELEN et al., 1996), desempenha um papel essencial no desenvolvimento geral da criança. A atividade de alcançar objetos permite uma interação dos lactentes com o ambiente de forma mais independente, expandindo suas oportunidades de coletar informações sobre objetos, além de aprender novos comportamentos para agir sobre estes (CORBETTA et. al., 2000; LOBO & GALLOWAY, 2012, 2013; FONSECA et. al., 2018). Dessa forma, é parte essencial para o desenvolvimento motor (CORBETTA & BOJEZYK, 2002), social (FOGEL et al., 1992), perceptual (CORBETTA et al., 2000) e cognitivo (THELEN et al., 2001).

O desenvolvimento do alcance manual está bem descrito na literatura, principalmente em lactentes a termo com peso adequado ao nascimento. Seu início ocorre por volta dos 3-4 meses de idade, com uma predominância de alcances bimanuais, mão horizontalizada e com a maioria dos alcances sendo realizados sem a prensão do objeto (FAGARD, 2000). Inicialmente a trajetória da mão do lactente até o alvo segue uma rota indireta e tortuosa com muitas unidades de movimento - muitos picos de aceleração e desaceleração da mão (ZAAL et al., 1999). Nesse período existe uma predominância de atividade muscular de bíceps – atuando como motor primário do movimento – e tríceps – com atividade antagonista (THELEN & SPENCER ,1998; BAKKER et. al, 2010).

Aproximadamente aos 6 meses de idade, é possível observar um aumento dos alcances com prensão, associados a um aumento da ativação dos músculos deltóide e trapézio, apesar dos padrões de recrutamento muscular ainda não estarem bem definidos, apresentando uma grande variabilidade (THELEN & SPENCER, 1998). Nessa idade, os lactentes parecem ajustar o movimento de alcance de acordo com a percepção espacial e as características físicas do objeto como o tamanho e maleabilidade (VON HOFSTEN & RONNQVIST, 1988; ROCHA et. al., 2006) e a orientação do objeto (LOCKMAN et. al., 1984) demonstrando um alcance maduro e com planejamento e preparação para realização do movimento. Ainda nesse período, os lactentes utilizam mais frequentemente de ações exploratórias como sacudir, bater o objeto, transferir de uma mão a outra e rotacionar o brinquedo (SOARES et. al., 2012).

Por fim, em torno do 8º e 9º mês de idade, a trajetória da mão torna-se mais retilínea, suave e a alta variabilidade dos alcances precoces é reduzida (VON HOFSTEN, 1991; THELEN et al.,

1996; KONCZAK & DICHGANS, 1997). No Capítulo 3 desta tese, apresentamos de forma detalhada o processo de surgimento e amadurecimento do alcance manual, bem como as variáveis mais utilizadas em estudos que avaliam essa habilidade.

2.3 Alcance manual em lactentes prematuros

Considerando a complexidade de processos envolvidos no ato de alcançar brinquedos, diversos fatores podem influenciar essa habilidade. Dentre eles destacam-se aqueles lactentes que apresentem estruturas e funções do corpo deficientes e, conseqüentemente, com risco para atraso no desenvolvimento neurossensoriomotor, como os lactentes nascidos prematuros. Lactentes prematuros apresentam um desempenho inferior, de uma forma geral em relação aos lactentes a termo, na habilidade de alcançar, demonstrando uma menor velocidade média e final, maior índice de ajuste, mais unidades de movimento (TOLEDO & TUDELLA, 2008), mão mais horizontalizada (DIBIASI & EINSPIELER, 2004), maior frequência de preensão sem sucesso (TOLEDO & TUDELLA, 2008) e um déficit na capacidade de ajustar a atividade postural durante o início do alcance (VAN DER FITS et. al., 1999). Essas alterações possivelmente estão relacionadas a déficits de informações sensoriais e na coordenação motora e visomotora (TOLEDO & TUDELLA, 2008; GROOT, 1993; TOLEDO et. al., 2011; HEATHCOCK et. al., 2008).

Quando a prematuridade está associada ao baixo peso ao nascer, observamos ainda mais alterações no movimento do alcance. Esses lactentes, aos 6 meses de idade corrigida, 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 (OLIVEIRA, 2015), além de menores magnitudes de ativação muscular e coativação entre bíceps e tríceps, provavelmente devido a uma menor massa muscular e a um tônus muscular diminuído (FONSECA, 2015).

Além da disfunção observada na característica do movimento, um estudo conduzido por Fallang et al. (2005) com lactentes prematuros relacionou a ausência de alcance com sucesso e a baixa qualidade cinemática aos 4 meses de idade corrigida com o desenvolvimento de uma discreta disfunção neurológica na idade escolar. Essas disfunções incluíram disfunção na regulação do tônus muscular, problemas de coordenação motora de membros superiores e problemas de habilidade manipulativa. Esses achados sugerem que a presença de atrasos e distúrbios do alcance podem predizer precocemente futuros distúrbios do desenvolvimento e destacam a importância essencial de promover intervenções motoras focadas no alcance de lactentes prematuros (FONSECA et. al., 2018).

2.4 Eletromiografia no alcance manual

O estudo do movimento humano tem se mostrado cada vez mais complexo e sua compreensão requer técnicas avançadas capazes de capturar informações fidedignas dos órgãos e sistemas corporais, e a partir delas fornecer as evidências cinesiológicas necessárias para que seja possível descrevê-lo e compreendê-lo (REAZ et. al., 2006). Nesse aspecto, temos a eletromiografia de superfície, uma técnica não invasiva para mensuração da atividade elétrica muscular que tem sido cada vez mais utilizada em estudos com diversas populações e objetivos. (PETERS et al., 2018; ODDSSON & DE LUCA, 2003).

Seu uso em lactentes tem sido observado na avaliação de atividades relacionadas ao controle postural (VAN DER FITS et al., 1999; GRAAF-PETERS et al., 2007; VAN BALEN et al., 2015), marcha (PANG & YANG, 2002; YANG et al., 1998), transferência de posturas (SAAVEDRA et al., 2012) e alcance manual (OUT et al., 1998). Ao pensarmos especificamente na habilidade de alcançar brinquedos, a eletromiografia tem sido utilizada como ferramenta para análise do alcance como habilidade primária (THELEN et al., 1993; OUT et al., 1998; BAKKER et al., 2010), mas em sua maioria, como atividade secundária associada a avaliação do controle postural (VAN DER FITS et al., 1999; GRAAF-PETERS et al., 2007; VAN BALEN et al., 2015). Os primeiros trabalhos datam de 1993 (THELEN et al., 1993) e o seu uso se estende aos dias atuais.

Apesar da sensibilidade do instrumento e da capacidade que a eletromiografia de superfície nos fornece, oferecendo-nos uma avaliação detalhada da função muscular em estruturas deficientes e/ou íntegras. Para que seu uso seja correto, faz-se necessária uma escolha adequada das variáveis a serem interpretadas. Ademais, fatores relacionados ao processo adequado de obtenção, análise e processamento dos dados são de suma importância para evitar erros, além de fornecer a possibilidade de comparação entre os estudos de forma confiável (HERMENS, 2000).

O uso da eletromiografia na avaliação do alcance manual em lactentes será abordado detalhadamente no Capítulo 4, incluindo informações sobre as características dos lactentes incluídos, variáveis utilizadas e dados de obtenção e processamentos desses sinais.

2.5 Treinamento funcional

Existe uma tendência mundial atual que aponta que, para que os protocolos terapêuticos possam ser funcionalmente relevantes, eles devem enfatizar as atividades da vida diária. E dessa forma, proporcionarem às crianças a capacidade de moverem ativamente seus membros e corpos no espaço, para que, então, elas possam responder a perturbações realistas do ambiente, demonstrando, assim, a capacidade de se adaptarem de forma adequada (ULRICH, 2010). A adição das informações anteriores nos leva à importância da investigação de protocolos de treino que foquem no alcance manual, principalmente, em populações de risco para do desenvolvimento de

atrasos na aquisição, bem como aquelas que apresentam um prejuízo das características da habilidade.

Sabe-se que a aprendizagem motora é específica ao contexto (GILBERT et al., 2009), ou seja, ao utilizarmos estratégias de práticas direcionadas a uma habilidade motora específica, estamos proporcionando a chegada de inúmeros estímulos sensoriais ao sistema nervoso central (KANDEL et al., 2003), favorecendo, assim, a mudança na estrutura e função neuronal (COTMAN & BERCHTOLD, 2002) com conseqüente mudança na habilidade motora praticada.

Além do foco descrito acima, muito se tem discutido na literatura científica quanto ao período de início das intervenções, o qual deve ser o mais precoce possível. Um estudo desenvolvido por Johnston (2009) demonstrou que mecanismos de neuroplasticidade, como a neurogênese, o número de circuitos neuronais e a capacidade de aprendizagem são maiores em animais jovens quando comparados a animais adultos. Por conseguinte, podemos considerar a prática precoce de habilidades motoras como um aspecto fundamental para o desenvolvimento cerebral e comportamental de lactentes (MARTIN et al., 2004).

Ao pensarmos no próprio processo de desenvolvimento das habilidades motoras - com ênfase no alcance manual, que é nosso foco de estudo nesta tese - o período inicial do surgimento do alcançar é marcado por movimentos variáveis dos membros superiores em direção ao objeto, permitindo a exploração do ambiente - que gera ciclos de cognição-percepção-ação - e o aparecimento de novos comportamentos motores melhor ajustados às exigências da ação motora (THELEN et al., 1993; DUSING & HARBOURNE, 2010). A prática motora, representada pela repetição dos movimentos específicos, é capaz de gerar novas possibilidades de mudança na exploração do ambiente, de maneira a permitir que estes ampliem seus comportamentos já adquiridos e os combine com outros comportamentos exploratórios (LOBO & GALLOWAY, 2013), selecionando e estabilizando o comportamento motor mais adequado a tarefa (EDELMAN, 1987).

Esse refinamento do movimento no ato de alcançar brinquedos sofre influência de fatores inerentes ao organismo, como o aprimoramento do controle postural e da força muscular; e de fatores externos, como as condições do ambientais em que o indivíduo está inserido (THELEN et al., 1993; CORBETTA et al., 2000) e as experiências durante a prática da habilidade (CUNHA et al., 2013). Dessa forma, as propostas de protocolos de treinamento podem abordar a utilização de estratégias que envolvam manipulação de componentes inerentes ao indivíduo ou com foco na manipulação do contexto ambiental ou da própria experiência na habilidade.

Alguns estudos com foco no treinamento do alcance manual têm sido desenvolvidos nos últimos anos com respostas favoráveis, ainda que de forma inicial, tanto em lactentes a termo quanto em lactentes prematuros.

Lobo e colaboradores (2004) investigaram os efeitos do treino no alcance manual de lactentes a termo na fase do pré-alcance (por volta de 8 semanas de idade). Nesse estudo, foi aplicado um protocolo executado pelos pais, diariamente, durante 2 semanas. Os resultados

encontrados evidenciaram um aumento de frequência de alcances, uma melhora na interação das mãos com o objeto e avanço na aquisição da habilidade. Em seguida, Lobo e Galloway (2008) deram continuidade aos seus estudos com a mesma população de lactentes, com idade entre 9 e 21 semanas, mas, dessa vez, com um protocolo de associação de atividades posturais e de interação com o objeto. Da mesma forma, o protocolo era aplicado diariamente e pelos pais. Foi verificado que os treinos favoreceram a aquisição do alcance e o aumento da frequência de contatos com o objeto.

Ainda em 2008, Carvalho e colaboradores, propuseram um protocolo de um mês de prática espontânea em lactentes a termo por volta dos 5 meses de idade. Eles observaram que houve um aumento da frequência de alcances, além de movimentos mais coordenados. Observaram, ainda, que os lactentes considerados menos habilidosos no alcance foram mais influenciados pela prática espontânea do que os que já eram mais habilidosos.

Cunha, Woollacott e Tudella (2013) e Cunha e colaboradores (2013) propuseram um protocolo de treino do alcance manual para lactentes a termo de 3,5 meses de idade, composto por apenas uma sessão de 4 minutos realizada em uma posição corporal pré-determinada: reclinada ou supinada. Foi possível observar que o treino foi eficiente para aumentar a frequência de movimento, aumentar a velocidade e diminuir o tempo de duração do alcance, além de promover o desenvolvimento de estratégias compatíveis com o tipo de objeto utilizado, que era pequeno e maleável.

Baseado no protocolo criado por Cunha e colaboradores (2013a; 2013b), Soares e colaboradores (2010) associaram o treino do alcance ao treino de controle postural para identificar se os efeitos seriam superiores ao do uso do protocolo de forma isolada. Foi constatado que tanto o treino de alcance quanto o de controle postural, ambos de curtos períodos de duração, foram eficientes para aumentar a frequência de alcances e alcances com preensão.

Ainda com foco nos lactentes a termo em período de aquisição da habilidade, Cunha et al. (2016) realizaram um estudo controlado randomizado com objetivo de mensurar os efeitos de uma e de três sessões de treino em condição de prática variada seriada no alcance. Os lactentes foram divididos em dois grupos: treino de alcance e o treino social e todos foram submetidos a três sessões, uma realizada no primeiro dia e duas realizadas no segundo dia. Os lactentes que fizeram parte do grupo de treino específico de alcance obtiveram melhora na habilidade, tanto com um quanto com dois dias de treinamento. No entanto, três sessões resultaram em alcances mais curtos, mais velozes e fluentes e maior frequência de alcances com a mão verticalizada – conformação de ajuste distal que facilitam a interação com os brinquedos. As autoras concluíram que os lactentes treinados foram capazes de rapidamente iniciar a seleção e planejar como solucionar problemas perceptuais relacionados com o desempenho da tarefa.

Além dos estudos com foco nos lactentes a termo, foram realizados também alguns estudos com lactentes nascidos prematuramente.

Um ensaio clínico randomizado controlado dedicado aos prematuros tardios foi realizado por Soares e colaboradores (2013), no qual foram avaliados os efeitos de 4 minutos de prática direcionada (com maior ou menor interferência contextual), no período de aquisição do alcance. Os lactentes foram divididos em três grupos: grupo de prática em blocos (menor interferência contextual), grupo de prática seriada (maior interferência contextual) e grupo controle (treino social). Os lactentes participantes do grupo de prática seriada tiveram um aumento na quantidade de alcances totais e alcances bimanuais imediatamente após um curto período de prática de alcance em comparação com a linha de base, mas sem manutenção dos resultados na avaliação de follow-up. As autoras apontam que apesar das mudanças alcançadas a prematuridade é um fator limitante para o aprimoramento da habilidade.

Guimarães e Tudella (2015) também propuseram um treinamento de curta duração - 5 minutos - em lactentes pré-termo com baixo peso ao nascer. Os resultados indicaram que poucos minutos de experiência motora trouxeram aumento da frequência de alcance, na promoção de alcances mais lentos, com maior ajuste e menor número de unidades de movimento. As autoras sugerem que a influência negativa de fatores orgânicos relacionados à prematuridade pode ser minimizada com o treino específico no período de emergência desta habilidade.

De uma forma geral, os estudos com treinamento específico da habilidade demonstram que o treino traz uma aquisição mais rápida da habilidade, maior frequência de alcance e parâmetros espaço-temporais mais eficientes, favorecendo o movimento como um todo.

2.6 Treinamentos da habilidade com manipulação ambiental

Como dito anteriormente, a proposta de treinamento pode envolver a manipulação de recursos ambientais visando à estimulação da habilidade em foco.

Alguns estudos, inclusive pesquisas pioneiras no treino do alcance manual, utilizaram o recurso conhecido como sticky mittens paradigm, ou paradigma das “luvas aderentes” (tradução livre). Needham, Barret e Peterman (2002) foram os criadores desse modelo que objetiva o aprimoramento do comportamento manual em lactentes. Seu estudo utilizava um protocolo de treinamento em que os pais estimulavam os lactentes aos 3 meses de idade, por duas semanas, durante aproximadamente 10 minutos, a alcançarem objetos com uso de luvas com Velcro® na região palmar. Os brinquedos utilizados também haviam sido preparados para aderir ao Velcro®, e, dessa forma, proporcionar aos lactentes maior interesse, motivação para iniciar o contato e explorar os objetos, antes mesmo da aquisição da habilidade de alcance. O treino, de fato, pareceu aumentar o interesse pela exploração dos brinquedos e motivação para iniciar o contato, uma vez que proporcionou um aumento do número de alcances e de preensões do objeto.

Nascimento e colaboradores (2019), na mesma linha de intervenção, aplicou um treino de 4 minutos com uso das luvas aderentes, mas dessa vez, em lactentes pré-termo tardios entre 4 e 5

meses de idade. Nesse estudo, o grupo que realizou intervenção foi comparado a um grupo controle que realizava somente o treino social. Os resultados apontaram que o treino de alcance com luvas aderentes promoveu um aumento na frequência de contatos mão-brinquedo, principalmente alcances bimanuais e com mão semiaberta, em comparação ao treino social. Refletindo em uma maior experiência no contato com o objeto e ajustes categóricos mais favoráveis ao sucesso da preensão.

Diante do exposto, parece ser possível afirmar que o treino específico do alcance manual tem papel importante no aprimoramento da habilidade, tanto em lactentes a termo quanto em lactentes prematuros. E que a manipulação do contexto com a utilização de recursos externos, como as luvas aderentes, pode ser benéfica.

2.7 Peso adicional

Ao considerar a manipulação de contexto e uso de recursos externos para o treino específico do alcance manual, uma ferramenta que parece viável é o peso adicional. A literatura aponta que o seu uso em habilidades motoras precoces pode ser uma estratégia interessante, com relevância clínica e grande aplicabilidade terapêutica, já que auxilia a compreensão da capacidade de adaptação do organismo do lactente a alterações do ambiente (TOLEDO et al., 2012). 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.

O peso adicional tem sido utilizado em uma variedade de habilidades motoras precoces com resultados positivos. Alguns estudos apontam que o seu uso aumentou o sucesso em elevar um painel durante o movimento de chutes após a remoção imediata do peso em lactentes a termo e com Síndrome de Down (SANTOS et al., 2014) e aumentou a frequência de chutes (VAAL et al., 2000; CHEN et al., 2002).

Seu uso em estudos focados no alcance manual, tanto em lactentes nascidos a termo quanto naqueles prematuros, demonstrou melhora nas variáveis qualitativas do movimento como: um aumento na frequência de mão verticalizada, uma diminuição na frequência de mão aberta (FONSECA et. al., 2018), além de ter proporcionado uma melhor sincronia entre os membros superiores em alcances bimanuais (ROCHA et al., 2009). Nas variáveis espaço-temporais também houve benefício, incluindo uma diminuição dos picos de aceleração e desaceleração do braço, e aumento da velocidade média do movimento em lactentes pré-termo de baixo risco (TOLEDO et al., 2012). Fonseca (2015), ao avaliar o movimento por meio da eletromiografia associada a utilização de ferramenta de análise cinemática, observou que o peso adicional promoveu aumento da ativação dos músculos bíceps braquial e deltoide nos lactentes pré-termo, além de favorecer um movimento com trajetória mais retilínea e menor número de unidades de movimento.

De uma forma geral, os resultados benéficos são atribuídos ao aumento da propriocepção, da ativação neural, das unidades motoras e do recrutamento de fibras musculares, causados pelo peso adicional (CHEN et al., 2002; VAAL et al., 2002), além de favorecer a seleção de um padrão adaptativo mais eficiente e estável (OUT et al., 1997).

Lima (2019), em seu ensaio clínico, propôs um treinamento de longo prazo (4 semanas – 8 sessões) com utilização de peso adicional correspondente a 20% dos membros superiores dos lactentes pré-termo com baixo peso ao nascimento. A autora observou uma melhora no índice de Retidão, Índice de desaceleração, quantidade de Unidades de Movimento, proporção da duração da Unidade de transporte e no número de Prensões com sucesso somente no grupo controle (sem utilização do peso adicional).

No entanto, com excessão do último estudo, os estudos citados acima avaliaram o efeito agudo da utilização do peso adicional, seja ele no próprio momento da avaliação, seja após a retirada imediata. É importante considerar que o ensaio clínico que utilizou o recurso em treino funcional (Lima, 2019) não avaliou características neuromusculares, que podem sofrer alterações com o peso adicional. Por isso, questionamos se a utilização do peso adicional em um protocolo de treinamento específico de alcance manual traria efeitos tão benéficos quanto a sua utilização imediata. Dessa forma, poderia ser um recurso para a prática clínica em lactentes com risco para alteração no desenvolvimento motor?

2.8 Objetivos

Diante das informações explanadas acima, a presente tese tem como objetivo:

1-) Apresentar uma Revisão Sistemática que teve como objetivo reunir estudos que avaliaram o alcance manual de lactentes por meio da eletromiografia de superfície (EMG), avaliar a finalidade do uso dessa ferramenta, sua contribuição na avaliação do alcance manual, os parâmetros eletromiográficos utilizados e as limitações encontradas, assim como a qualidade dos estudos disponíveis na literatura

2-) Investigar os efeitos do uso do peso adicional em um treinamento funcional do alcance manual em lactentes a termo com peso adequado ao nascimento e lactentes pré-termo com baixo peso ao nascimento.

2.8 Esboço do estudo

Na tentativa de aprofundar o estudo do desenvolvimento da habilidade de alcançar objetos, o capítulo seguinte (Capítulo 3) abordará como se dá o processo de aquisição e amadurecimento do alcance manual em lactentes a termo com peso adequado ao nascer ao longo do tempo. Além desse

detalhamento, aprofundaremos nas principais ferramentas e variáveis utilizadas atualmente para sua caracterização.

Em seguida (no Capítulo 4), apresentaremos uma revisão sistemática que teve como objetivo reunir os estudos que avaliaram o alcance manual de lactentes por meio da eletromiografia, no intuito de verificar como esta ferramenta tem sido utilizada nesta população e como ela pode contribuir para uma melhor compreensão do alcance. Nela discutiremos a qualidade metodológica desses artigos e faremos uma crítica relacionada à necessidade de padronização de parâmetros para a utilização correta dessa forma de avaliação.

Após a reflexão acerca da eletromiografia como ferramenta de avaliação do alcance manual, apresentaremos o Capítulo 5, que detalhará os ensaios clínicos realizados como objeto de estudo principal deste doutorado. Eles tiveram como objetivo analisar os efeitos do treinamento com peso adicional na variável eletromiográfica – ativação muscular, nas variáveis cinemáticas – Unidades de movimento e Unidade de Transporte, e no sucesso da preensão no alcance manual. Os dois ensaios apresentaram o mesmo objetivo, no entanto, o ensaio clínico 1 foi realizado com lactentes a termo com peso adequado ao nascimento, enquanto o ensaio clínico 2 buscou avaliar os lactentes pré-termo com baixo peso ao nascimento.

Por fim, o último capítulo (Epílogo) resume e destaca as principais conclusões apresentadas no decorrer desta tese, bem como sugestões para realização de futuros estudos. Pensando em concluir e trazer informações de grande relevância clínica, oferecemos um resumo das principais implicações práticas e sua forma de utilização.

Referências

BAKKER, H.; DE GRAAF-PETERS, V. B.; VAN EYKERN, L. A.; HADDERS-ALGRA, B. O. M. Development of proximal arm muscle control during reaching in young infants: From variation to selection. **Infant Behavior & Development** 33 30–38, 2010.

BELFORT, M. B.; GILLMAN, M. W.; BUKA, S. L.; et al. Preterm infant linear growth and adiposity gain: trade-offs for later weight status and intelligence quotient. **J Pediatr** 2013;163(6):1564–9.e2.

BELFORT, M. B.; RIFAS-SHIMAN, S. L.; SULLIVAN, T., ET AL. Infant growth before and after term: effects on neurodevelopment in preterm infants. **Pediatrics**; e899–906, 128, 2011.

BORDIN, M. B. M., LINHARES, M. B. M., JORGE, S. M. Aspectos Cognitivos e Comportamentais na Média Meninice de Crianças Nascidas Pré-Termo e com Muito Baixo Peso. **Psicologia: Teoria e Pesquisa** 17, 1, 049-057, 2001.

BRADLEY, R.H.; WHITESIDE, L., CALDWELL, B.M., CASEY, P.H., KELLEHER, K., POPE, S., SWANSON, M., BARRET, K. & CROSS, D. Maternal IQ, the home environment, and child IQ in low birthweight, premature children. **International Journal of BehavioralDevelopment**, 16, 61-74, 1993.

CARVALHO, R. P.; TUDELLA, E.; CALJOUW, S. R.; SAVELSBERGH, G. J. Early control of reaching: effects of experience and body orientation. **Infant Behavior and Development**, 31(1), 23-33, 2008.

- CHARITOU, S.; ASONITOU, K.; KOUTSOUKI, D. Prediction of infant's motor development. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, 9, 2010.
- CHEN, Y.P.; FETTERS, L. ; HOLT, K.G. ; SALTZMAN, E.. Making the mobile move: constraining task and environment. **Infant Behavior and Development**, 25, 195-220, 2002.
- CORBETTA, D.; THELEN, E.; JOHNSON, K. Motor constraints on the development of perception-action matching in infant reaching. **Infant Behavior and Development**, 23: 351-374, 2000.
- CORBETTA, D.; THELEN, E.; JOHNSON, K. Motor constraints on the development of perception-action matching in infant reaching. **Infant Behavior and Development**, 23: 351-374, 2000.
- CORBETTA, D.; BOJCZYK, K. E. Infants return to two-handed reaching when they are learning to walk. **Journal of motor behavior**, 34, 1, 83-95, 2002.
- COTMAN, C.W.; BERCHTOLD, N.C Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. **Trends in Neurosciences**, 25 (6), 295-301, 2002.
- CUNHA, A. B.; LOBO, M. A.; KOKKONI, E.; GALLOWAY, J. C.; TUDELLA, E. Effect of Short-Term Training on Reaching Behavior in Infants : A Randomized Controlled Clinical Trial. **Journal of Motor Behavior**, 48(2), 132–142, 2016.
- CUNHA, A. B.; SOARES D. A.; FERRO, A. M.; TUDELLA, E. 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, 123-144, 2013a.
- CUNHA, A.B.; WOOLLACOTT, M.; TUDELLA, E. Influence of Specific Training on Spatio-Temporal Parameters at the Onset of Goal-Directed Reaching in Infants: a Controlled Clinical Trial. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, 17 (4), 409-417, 2013b.
- DIBIASI, J; EINSPIELER, C. Load perturbation does not influence spontaneous movements in 3-month-old infants. 2004.
- DUSING, S. C., & HARBOURNE, R. T. Variability in Postural Control During Infancy: Implications for Development, Assessment, and Intervention. **Physical Therapy**, 90(12), 1838–1849, 2010.
- DUSING, S. C., LOBO, M. A., LEE, H.-M., & GALLOWAY, J. C. Intervention in the First Weeks of Life for Infants Born Late Preterm. **Pediatric Physical Therapy**, 25(2), 194–203, 2013.
- EDELMAN, GM. **Neural Darwinism**. New York: Basic Books. 71. 1987.
- EICKMANN, S. H.; LIRA, P. I. C.; LIMA, M. C. Desenvolvimento mental e motor aos 24 meses de crianças nascidas a termo com baixo peso. **ArqNeuropsiquiatria**; 60(3-B):748-754, 2002.
- ESPÍRITO SANTO, J. L., PORTUGUEZ, M. W., NUNES, M. L. Cognitive and behavioral status of low birth weight preterm children raised in a developing country at preschool age. **Jornal de Pediatria** - 85, 1, 2009.
- FAGARD, J. Linked proximal and distal changes in the reaching behavior of 5-to 12 month-old human infants grasping objects of different sizes. **Infant Behavior and Development**, 23: 317–329, 2000.
- FALLANG, B., SAUGSTAD, O. D., GROGAARD, J., HADDERS-ALGRA, M. Kinematic quality of reaching movements in preterm infants. **Pediatric Research**, 53: 836–842, 2003.

- FALLANG, B.; HADDERS-ALGRA, M. Postural Behavior in Children Born Preterm. **Neural Plasticity**, 12, 2-3, 2005.
- FLECK, S. J., & KRAEMER, W. J. **Designing resistance training programs**. 2004.
- FOGEL, A.; DEDO, J. Y.; MCEWEN, I. Effect of postural position and reaching on gaze during mother-infant face-to-face interaction. **Infant Behavior and Development**, 15, 2, 231-244, 1992.
- FONSECA, M. V. da. Influência do peso adicional no alcance manual de lactentes prematuros nascidos com baixo peso. 2015. 120 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Faculdade de Educação Física/Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- FONSECA, M. V., DE SOUZA OLIVEIRA, A. L., CARREGARO, R. L., TUDELLA, E., & DE TOLEDO, A. M. Influência do peso adicional no alcance manual de lactentes a termo e pré-termo: análise de variáveis categóricas do movimento. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, 26(4), 2018.
- GILBERT, C. D.; LI, W.; PIECH, V. Perceptual learning and adult cortical plasticity. **Journal of Physiology**, 587 (12), 2743–2751, 2009.
- GRAAF-PETERS, V. B., BAKKER, VAN EYKERN, L. A., OTTEN, B., HADDERS-ALGRA, M. Postural adjustments and reaching in 4- and 6-month-old infants: an EMG and kinematical study. **Exp Brain Res**, 181:647–656, 2007.
- GROOT, L., VD HOEK, A. M., HOPKINS, B., TOUWEN, B. C. L. Development of the relationship between active and passive muscle power in preterms after term age. **Neuropediatrics**, 23(06), 298-305, 1992.
- GUIMARÃES, E.L.; TUDELLA, E. Immediate Effect of Training at the Onset of Reaching in Preterm Infants: Randomized Clinical Trial. **Journal of Motor Behavior**. 47, 06, 535 – 49, 2015.
- HACK, M., FLANNERY, D. J., SCHLUCHTER, M., CARTAR, L., BORAWSKI, E., KLEIN, N. Outcomes in young adulthood for very-low-birth-weight infants. **N Engl J Med**, 346, 3. 2002.
- HEATHCOCK, J. C.; LOBO, M.; GALLOWAY, J. C. Movement Training Advances the Emergence of Reaching in Infants Born at Less Than 33 Weeks of Gestational Age: A Randomized Clinical Trial. **Physical Therapy**, 88, 3, 2008.
- HEDIGER, M. L., OVERPECK, M. D., RUAN, W. J., TROENDLE, J. F. Birthweight and gestational age effects on motor and social development. US Government. **Paediatric and Perinatal Epidemiology**, 16, 33–46, 2002.
- 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.
- HOWARD, J; PARMELEE, A.H; KOPP, C.B.; LITTMAN, B.A neurologic comparison of pre-term and full-term infants at term conceptionalage. **Journal Pediatrics**, v. 88, p. 995-1002, 1976.
- JENG, S. F.; CHEN, L. C.; YAU, K.I.T. Kinematic analysis of kicking movements in preterm infants with low birth weight and full term infants. **Physical Therapy**, 82, 148-159, 2002.
- JOHNSTON, M.V. Plasticity in the developing brain: implications for rehabilitation. **Developmental disabilities Research Reviews**, 15, 94 –101, 2009.

KANDEL, E.; SCHWARTZ, J.; JESSEL, T. **Princípios da Neurociência**. 4 ed. São Paulo: Manole, 1443, 2003.

KONCZAK, J., & DICHGANS, J. The development toward stereotypic arm kinematics during reaching in the first 3 years of life. **Experimental Brain Research**, 117, 346–354, 1997.

LIMA, R. T. F. Análise do alcance manual em lactentes prematuros com baixo peso ao nascer. 142 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. Faculdade de Ceilândia/Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

LOBO, M. A., & GALLOWAY, J. C. The onset of reaching significantly impacts how infants explore both objects and their bodies. **Infant Behavior and Development**, 36(1), 14–24, 2013.

LOBO, M.A.; GALLOWAY, J.C. Postural and object-oriented experiences advance early reaching, object exploration, and means-end behavior. **Child Development**, 79 (6), 1869 – 1890, 2008.

LOBO, M.A.; GALLOWAY, J.C.; SAVELSBERGH, G. J. P. General and Task-Related Experiences Affect Early Object Interaction. **Child Development**, 75 (4), 1268 – 1281, 2004.

LOBO; M.A., GALLOWAY J.C. Enhanced handling and positioning in early infancy advances development throughout the first year. **Child Development**, 83: 1290-302, 2012.

LOCKMAN, J. J.; ASHMEAD, D. H.; BUSHNELL, E. W. The development of anticipatory hand orientation during infancy. **Journal of experimental child psychology**, 37, 1, 176-186, 1984.

MARTIN, J.H.; CHOY, M.; PULLMAN, S.; MENG, Z. Corticospinal system development depends on motor experience. **Journal of Neuroscience**, 24, 2122–2132, 2004.

MCGREW, L.; CATLIN, P. A.; BRIDGFORD, J. The landau reaction in fullterm and préterm infants at four months of age. **Developmental Medicine & Child Neurology**, 27: 161-169, 1985.

NASCIMENTO, A. L., TOLEDO, A. M., MEREY, L. F., TUDELLA, E., & SOARES-MARANGONI, D. DE A. Brief reaching training with “sticky mittens” in preterm infants: Randomized controlled trial. **Human Movement Science**, 63, 138–147, 2019.

NEEDHAM, A.; BARRETT, T.; PETERMAN, K. 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, 279–295, 2002.

OLIVEIRA, A. L. D. S. Análise do alcance manual de lactentes pré-termo com baixo e muito baixo peso ao nascer. 2015. 106 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Faculdade de Educação Física /Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

OLIVEIRA, L. N.; LIMA, M. C. M. P.; GONÇALVES, V. M. G. Acompanhamento de lactentes com Baixo peso ao nascimento. **ArqNeuropsiquiatr**; 61(3-B):802-807, 2003.

OMS. Nascimentos prematuros. Retrieved January 5, 2019, from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth>. 2018.

OUT, L., VAN SOEST A. J., SAVELSBERGH G. J. P., & HOPKINS B. The Effect of Posture on Early Reaching Movements. **Journal of Motor Behavior**, 30(3), 260–272, 1998.

PANG, M. Y. C., YANG, J. F. 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, 2002.

PETERS, K. M., KELLY, V. E., CHANG, T., WEISMANN, M. C., WESTCOTT MCCOY, S., & STEELE, K. M. Muscle recruitment and coordination during upper-extremity functional tests. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, 38(July 2017), 143–150, 2018.

RAMEL, S. E.; DEMERATH, E. W.; GRAY, H. L.; et al. The relationship of poor linear growth velocity with neonatal illness and two year neurodevelopment in preterm infants. **Neonatology** 102:19–24, 2012.

REAZ, M. B. I., HUSSAIN, M. S., MOHD-YASIN, F., & RAEZ, M. B. I. Techniques of EMG signal analysis: detection, processing, classification and applications. **Biol. Proced. Online**, 8(1), 163–163, 2006.

ROCHA, N. A. C. F., COSTA, C. S. N., SAVELSBERGH, G., TUDELLA, E. The effect of additional weight load on infant reaching. **Infant Behavior and Development**, 32, 234-237, 2009.

ROCHA, N. A. C. F., SILVA, F. P. S., TUDELLA, E. Impact of object properties on infant's reaching behavior. **Infant Behavior and Development**, 29, 251–261, 2006.

SAAVEDRA, S. L., VAN DONKELAAR, P., & WOOLLACOTT, M. H. Learning about gravity: segmental assessment of upright control as infants develop independent sitting. **Journal of Neurophysiology**, 108(8), 2215–2229, 2012.

SANTOS, D. C. C, CAMPOS, D., GONÇALVES, V. M. G, MELLO, B. B. A, CAMPOS, T. M. E., GAGLIARDO, H. G. R. G. Influência do Baixo Peso ao nascer sobre o desempenho motor de lactentes a termo no primeiro semestre de vida. **Rev Bras Fisioter.**; 8(3):261-6, 2004.

SOARES, D. A.; CUNHA, A. B.; BARBOSA, G. O.; CARVALHO, R. P.; TUDELLA, E. Efeito dos treinos de alcance manual e de controle postural sobre o alcance em lactentes: estudo de caso controle. **Terapia Manual**, 8(40), 89-92, 2010.

SOARES, D. DE A., VON HOFSTEN, C., & TUDELLA, E. Development of exploratory behavior in late preterm infants. **Infant Behavior and Development**, 35(4), 912–915, 2012.

SOARES, D.A.; VAN DER KAMP, J.; SAVELSBERGH, G. J.; TUDELLA, E. 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, 4546–4558, 2013.

SUCKSDORFF, M., LEHTONEN, L., CHUDAL, R., SUOMINEN, A., JOELSSON, P., GISSLER, M., & SOURANDER, A. Preterm Birth and Poor Fetal Growth as Risk Factors of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. **Pediatrics**, 136(3), e599–e608, 2015.

THELEN, E., CORBETTA, D., & SPENCER, J. P. Development of reaching during the first year: role of movement speed. **Journal Experimental Psychology: Human Percept Perform**, 22, 1059-1076, 1996.

THELEN, E., CORBETTA, D., KAMM, K., SPENCER, J. P., SCHNEIDER, K., & ZERNICKE, R. F. The Transition to Reaching: Mapping Intention and Intrinsic Dynamics. **Child Development**, 64(4), 1058–1098, 1993.

THELEN, E., SCHÖNER, G., SCHEIER, C., & SMITH, L. B. The dynamics of embodiment: A field theory of infant perseverative reaching. **Behavioral and brain sciences**, 24(1), 1-34, 2001.

THELEN, E.; SPENCER, J.P. Postural control during reaching in young infants: a dynamic systems approach. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, 22(4), 507-514, 1998.

TOLEDO, A. M. DE, SOARES, D. DE A., & TUDELLA, E. Additional Weight Influences the Reaching Behavior of Low-Risk Preterm Infants. **Journal of Motor Behavior**, 44(3), 203–212, 2012.

TOLEDO, A. M.; TUDELLA, E. The development of reaching behavior in low-risk preterm infants. **Infant Behavior and Development**, 31, 398–407, 2008.

TOLEDO, A. M.; SOARES, D. A.; TUDELLA, E. Proximal and distal adjustments of reaching behavior in preterm infants. **Journal of Motor Behavior**, 43, 2, 137-145, 2011.

ULRICH, B.D. Opportunities for early intervention based on theory basic neuroscience, and clinical science. **Physical Therapy**, 90, 1868-1880, 2010.

VAAL, J.; VAN SOEST, A. J., K.; HOPKINS, B. Spontaneous kicking behavior in infants: age-related effects of unilateral weighting. **Developmental Psychobiology**, 33, 111-122, 2000.

VAAL, J.; VAN SOEST, K.; HOPKINS, B.; SIE, L.T.L . Spontaneous leg movements in infants with and without periventricular leukomalacia: effects of unilateral weighting. **Behavioural Brain Research**, 129, 83-92, 2002.

VAN BALEN, L. C., DIJKSTRA, L. J., BOS, A. F., VAN DEN HEUVEL, E. R., & HADDERS-ALGRA, M. 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, 2015.

VAN DER FITS, I. B. M. VAN DER, KLIP, A. W. J., & EYKERN, L. A. VAN. Postural adjustments during spontaneous and goal-directed arm movements in the first half year of life, 106, 75–90, 1999.

VAN DER FITS, I. B. M., HADDERS-ALGRA, M. Development of postural adjustments during reaching in preterm infants. **Pediatr Res**, 46:1–7, 1999.

VAN HUS, J. W., POTARST, E. S., JEUKENS-VISSER, M., KOK, J. H., & VAN WASSENAER-LEEMHUIS, A. G. 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, 2014.

VICARI, S., CARVALE, B., CARLESIMO, G. A., CASADEI, A. M., ALLEMAND, F. Spatial Working Memory Deficits in Children at Ages 3–4 Who Were Low Birth Weight, Preterm Infants. **Neuropsychology**, 18, 4, 673–678, 2004.

VON HOFSTEN C. Structuring of early reaching movements: a longitudinal study. **Journal of Motor Behavior**, 23:280–292, 1991.

VON HOFSTEN, Claes; RÖNNQVIST, Louise. Preparation for grasping an object: a developmental study. **Journal of experimental psychology: Human perception and performance**, 14, 4, 610, 1988.

WABER, D.P., MCCORNICK, M.C. Late neuropsychological outcomes in preterm infants of normal IQ: selective vulnerability of the visual system. **Journal of Pediatric Psychology**, 20, 721-735, 1995.

WANG, L.; WANG, Y.; WANG, S.; HUANG, C. Using the Alberta Infant Motor Scale to early identify very low-birth-weight infants with cystic periventricular leukomalacia. **Brain & Development**, 35, 32–37, 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. "Born too soon: the global action report on preterm birth." (2012).

YANG, J. F., STEPHENS, M. J., & VISHRAM, R. Infant stepping: a method to study the sensory control of human walking. **Journal of Physiology**, 507(3), 927–937, 1998.

ZAAL, F. T. J. M., DAIGLE, K., GOTTLIEB, G. L., & THELEN, E. An unlearned principle for controlling natural movements. **Journal of Neurophysiology**, 82, 255–259, 1999.

Capítulo 3

INTRODUÇÃO AO ALCANCE MANUAL DE LACTENTES

Capítulo publicado no livro “INTERVENÇÃO PRECOCE: EVIDÊNCIAS PARA A PRÁTICA CLÍNICA EM LACTENTES DE RISCO”; ELOISA TUDELLA | ALINE MARTINS DE TOLEDO | CAROLINA DANIEL DE LIMA-ALVAREZ (ORG). 2019.

O capítulo foi reportado na íntegra, com autorização dos autores do Livro, bem como dos autores do Capítulo XI.

CAPÍTULO XI

INTRODUÇÃO AO ALCANCE MANUAL DE LACTENTES

*Aline Martins de Toledo, Daniele de Almeida
Soares-Marangoni, Mariana
Vieira da Fonseca, Eloisa
Tudella*

Resumo

Este capítulo abordará questões relacionadas ao alcance manual em lactentes, desde a conceituação, o seu processo de surgimento e desenvolvimento até os diversos fatores que podem influenciar essa habilidade. Serão apresentadas as variáveis mais utilizadas mundialmente para sua caracterização. Espera-se que, a partir da leitura deste capítulo, os leitores compreendam como o alcance manual se desenvolve e quais processos estão envolvidos no aprendizado e amadurecimento da habilidade, bem como compreender como as características do próprio indivíduo e do ambiente influenciam o seu desenvolvimento. Além disso, este capítulo propõe-se a apresentar informações introdutórias referentes ao alcance manual necessárias para o melhor entendimento de capítulos posteriores desta sessão.

Introdução

É surpreendente observar como o comportamento motor de lactentes muda rapidamente. Poucos meses após o nascimento, eles conseguem interagir funcionalmente com o ambiente e adaptar seus movimentos em função das experiências adquiridas (GIBSON, 1988). A emergência da habilidade de alcançar objetos, em particular, é considerada um dos marcos mais importantes do desenvolvimento motor humano (BHAT; GALLOWAY, 2006). Ao visualizar um objeto atrativo, o desejo inato de conhecê-lo e tocá-lo possibilita ao lactente aprender sobre suas propriedades físicas, reconhecer suas características específicas e usar esses novos conhecimentos para aprimorar e planejar futuras ações (CORBETTA; SNAPP-CHILDS, 2009). A partir da aquisição do alcance, tornam-se possíveis as primeiras experiências de manipulação do ambiente de forma independente

(BHAT; GALLOWAY, 2006), permitindo que o lactente conquiste novas oportunidades de descobrir e entender o mundo físico.

Mas o que, de fato, é considerado um alcance manual? Sabemos que os primeiros meses de um lactente são caracterizados por intensa movimentação ativa dos segmentos. Ele leva as mãos à boca, une as mãos, toca os joelhos e realiza movimentos balísticos com os braços (também conhecidos como swipes). Além disso, recém-nascidos apresentam um padrão pré-funcional do alcance, já que tendem a estender os braços quando visualizam um objeto atrativo (VON HOFSTEN, 1982), mas sem conseguir tocar e apreender o mesmo. Portanto facilmente corre-se o risco de designar diferentes tipos de movimento dos membros superiores erroneamente como alcance, mas esse é, invariavelmente, um movimento direcionado e funcional, que envolve percepção e consequente ação sobre o objeto. O alcance manual é a habilidade de localizar visualmente o objeto no espaço e movimentar um ou ambos os membros superiores em sua direção até tocá-lo (THELEN et al., 1993).

Geralmente, um objeto interessante é percebido pela visão e estimula o lactente a movimentar a mão para alcançá-lo. Por volta dos seis meses de idade, os lactentes também são capazes de alcançar no escuro, baseados no som produzido pelo objeto e em informação proprioceptiva dos membros superiores (CLIFTON et. al., 1991). Embora aparentemente simples, o alcance é uma habilidade complexa, que pode envolver o desenvolvimento da percepção com base em diferentes sistemas sensoriais. Além disso, a eficiência do alcance depende de como a percepção integra-se com as condições neuromotoras e biomecânicas do lactente para executar a tarefa (CORBETTA; SNAPP-CHILDS, 2009). Por exemplo, embora uma bola pequena e colorida seja visualmente percebida pelo lactente e estimule o uso de uma única mão para alcançá-la, utilizar apenas um dos membros superiores para alcançar dependerá da capacidade de controlar o tronco durante o movimento ou ainda da capacidade do lactente direcionar força para apenas um dos membros superiores contra a ação da gravidade, entre outros fatores. Portanto estudar e avaliar o alcance pode nos dizer bastante sobre o desenvolvimento perceptual e motor do lactente.

Para entendermos melhor essa importante habilidade motora, é necessário conhecer como ela pode ser avaliada, o seu desenvolvimento e quais os fatores que a influenciam. Aspectos que serão abordados a seguir neste capítulo.

Avaliação do alcance manual

Quando observamos um lactente alcançando e apreendendo um objeto, não imaginamos como esse movimento é complexo e quantas variáveis estão envolvidas para que isso aconteça.

Para que os objetos sejam alcançados e apreendidos com precisão, vários tipos de ajustes no movimento dos membros superiores devem ocorrer. Dentre esses ajustes, destacam-se aqueles relacionados aos parâmetros cinemáticos do movimento (variáveis contínuas), aos ajustes proximais e distais do alcance (variáveis categóricas) e às ativações musculares (variáveis eletromiográficas).

Análise cinemática

A cinemática é uma ferramenta que vem sendo fortemente utilizada para a quantificação do movimento, permitindo a ampliação de conhecimentos relacionados à aquisição e ao desenvolvimento dos diversos padrões de movimento humano, dentre eles o alcance manual (THELEN; SPENCER, 1998; FALLANG; SAUGSTAD; HADDERS-ALGRA, 2000; CARVALHO; TUDELLA; SAVELSBERGH, 2007; TOLEDO; TUDELLA, 2008). A análise cinemática é empregada para reconstruir o movimento a partir da obtenção de medidas temporais, espaciais, espaço-temporais e angulares. As medidas temporais incluem, por exemplo, o tempo percorrido; as espaciais, a distância percorrida e as trajetórias; as espaço-temporais, a velocidade, pico de velocidade, acelerações dos segmentos e articulações; e as angulares, as variações dos ângulos segmentares (CARVALHO; TUDELLA; BARROS, 2005).

A análise cinemática do alcance é realizada por meio da reconstrução tridimensional do movimento, utilizando o deslocamento de um ou mais marcadores afixados em centros anatômicos dos membros superiores, como entre os processos estiloides da ulna e do rádio (Figura 1). O deslocamento dos marcadores é rastreado por um sistema de análise tridimensional, que reconstrói o movimento e fornece as coordenadas X, Y e Z dos marcadores em cada quadro ao longo do movimento rastreado.



Figura 1: EXEMPLO DE POSIÇÃO PARA MARCADOR ÚNICO UTILIZADO PARA ANÁLISE CINEMÁTICA DO ALCANCE.
 Fonte: Soares (2014, p. 48).

Por meio dessa reconstrução tridimensional, é possível analisar inúmeras variáveis, as quais dependerão do objetivo da avaliação do alcance. Deve-se sempre considerar que, por meio da cinemática, é possível analisar os aspectos do movimento humano relacionados a medidas temporais, espaciais, espaço-temporais e angulares, como mencionado anteriormente. A partir desse entendimento, a definição de quais variáveis serão analisadas dependerá exclusivamente do objetivo do avaliador. Dentre as variáveis cinemáticas analisadas durante o alcance de lactentes e crianças, as mais comumente encontradas são:

- **Índice de retidão:** analisa a distância percorrida pela mão até o toque no objeto. Essa variável é obtida pela razão entre a distância percorrida pela mão e a menor distância que poderia ser percorrida nessa trajetória (VON HOFSTEN, 1979) (Figura 2). O índice de retidão varia de 0 a 1 e valores mais próximos a 1 indicam que o lactente realizou o movimento na menor trajetória possível (THELEN; CORBETTA; SPENCER, 1996; TOLEDO; TUDELLA, 2008).

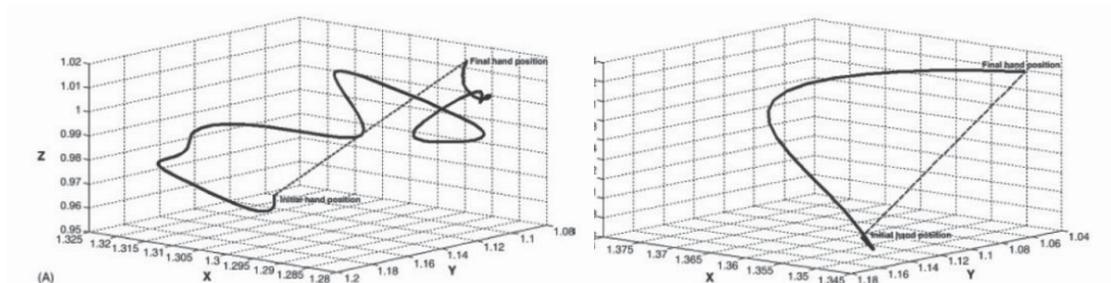


Figura 2: TRAJETÓRIAS PERCORRIDAS DURANTE O ALCANCE DE UM LACTENTE AOS QUATRO (A) E AOS SEIS (B) MESES DE VIDA. Fonte: Rocha; Silva; Tudella (2006)

- **Velocidade média:** analisa a velocidade do braço durante o movimento. É obtida pela razão entre a distância percorrida e o tempo gasto ao longo do movimento (MATHEW; COOK, 1990).
- **Unidade de movimento:** analisa os picos de aceleração e desaceleração da mão durante o movimento de alcance. É definida como a velocidade máxima entre duas velocidades mínimas, sendo a diferença entre as velocidades maior que 1 cm/s (VON HOFSTEN, 1979; THELEN; CORBETTA; SPENCER, 1996) ou 2 cm/s (VON HOFSTEN, 1991) (Figura 3).

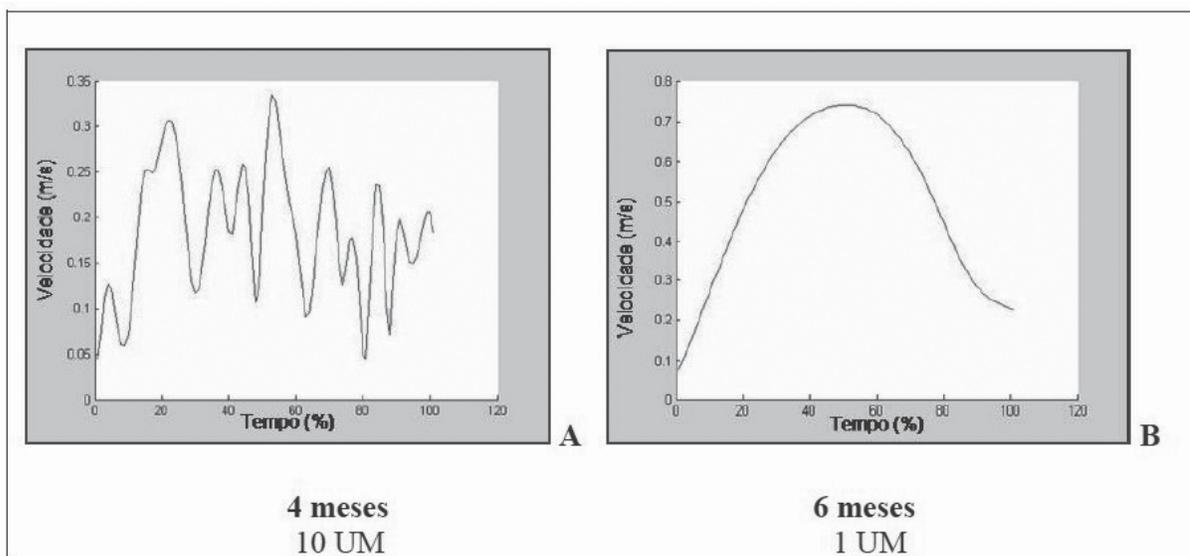


Figura 3: UNIDADES DE MOVIMENTO DE UM ALCANCE REALIZADO AOS QUATRO (A) E AOS SEIS (B) MESES. Fonte: ROCHA (2006, P. 4)

- **Pico de velocidade:** é a velocidade máxima atingida durante a trajetória do alcance.
- **Índice de ajuste:** também conhecido como índice de desaceleração, é calculado pela razão entre o tempo gasto até o toque do objeto após o pico de velocidade e a duração do alcance (CARVALHO et al., 2007). Indica a proporção de tempo que foi necessário para desacelerar o movimento do braço para que a mão tocasse o objeto (TOLEDO; TUDELLA, 2008). Quanto maior o índice de ajuste, maior o tempo gasto para desacelerar o movimento do braço.
- **Velocidade no início do movimento:** indica a velocidade da mão no início do movimento.

- **Velocidade final:** indica a velocidade da mão no momento em que o lactente tocou o objeto (CARVALHO et al., 2007; TOLEDO; TUDELLA, 2008).

- **Duração do alcance:** definida como o tempo gasto entre o início do movimento e o toque no objeto.

Análise categórica

A análise das variáveis categóricas ocorre por meio da observação visual do comportamento do alcance. O observador analisa qualitativamente como o movimento acontece. Dentre as variáveis categóricas, destacam-se os ajustes proximais e os ajustes distais.

Os **ajustes proximais** resultam de movimentos do ombro e correspondem ao direcionamento de uma ou ambas as mãos ao objeto apresentado, podendo ser classificados como:

- **Unimanual:** quando o lactente desloca somente uma das mãos em direção ao objeto, até tocá-lo (CORBETTA; THELEN, 1996; CUNHA et al., 2013; TOLEDO; SOARES; TUDELLA, 2011) (Figura 4).



Figura 4: ALCANCE UNIMANUAL. FONTE: Toledo (2011, p. 43)

- **Bimanual:** quando o lactente desloca simultaneamente ambas as mãos em direção ao objeto, até tocá-lo (CORBETTA; THELEN, 1996) (Figura 5).

Para uma clara diferenciação em relação ao alcance unimanual, uma sugestão é considerar alcance bimanual quando ambas as mãos se deslocarem simultaneamente por pelo menos metade do arco de movimento (50% da trajetória), ou iniciarem o movimento com uma diferença menor ou

igual a 0,33 segundos de uma mão em relação à outra (CUNHA et al., 2013; ROCHA; SILVA; TUDELLA, 2006; TOLEDO; SOARES; TUDELLA, 2011).



Figura 5: ALCANCE BIMANUAL. FONTE: Toledo (2011, p. 44)

Os **ajustes distais** são considerados aqueles realizados pelas mãos e dedos durante a trajetória do movimento para tocar e apreender o objeto. A avaliação desses ajustes pode ser focada, por exemplo, logo ao início do deslocamento da mão e no momento em que a mão toca o objeto. Os ajustes distais podem ser classificados da seguinte forma:

- **Orientação da palma da mão:** diz respeito à posição da mão, podendo ser classificada em: horizontal – quando a palma da mão está posicionada para baixo, enquanto o antebraço está em pronação (Figura 6a); vertical – quando a palma da mão está posicionada para a linha média (plano sagital) do corpo do lactente enquanto o antebraço está em posição neutra (CUNHA et al., 2013) (Figura 6b); e oblíqua – quando a mão está em posição intermediária em relação às outras duas anteriores (TOLEDO; SOARES; TUDELLA, 2011), isto é, quando o seguimento mão-antebraço está em aproximadamente 45° de supinação em relação à orientação horizontal da mão (CUNHA et al., 2013) (Figura 6c).

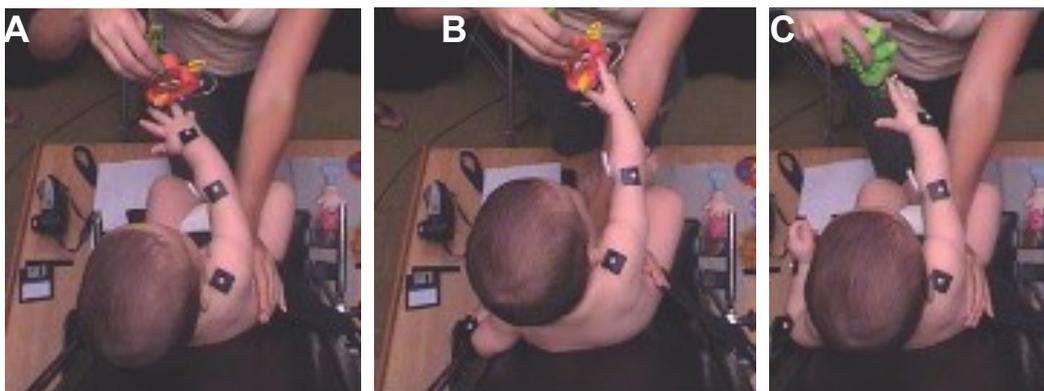


Figura 6: ALCANCES REALIZADOS COM A MÃO HORIZONTALIZADA (A), VERTICALIZADA (B) E OBLÍQUA (C). FONTE: Toledo (2011, p. 45)

- **Abertura da mão:** diz respeito à posição dos dedos e pode ser considerada como: mão aberta – quando os dedos estão completamente estendidos ou apenas sutilmente flexionados (Figura 7a); mão fechada – quando os dedos estão completamente flexionados (Figura 7b); mão semiaberta – quando os dedos estiverem em posição intermediária em relação às duas anteriores (Figura 7c).

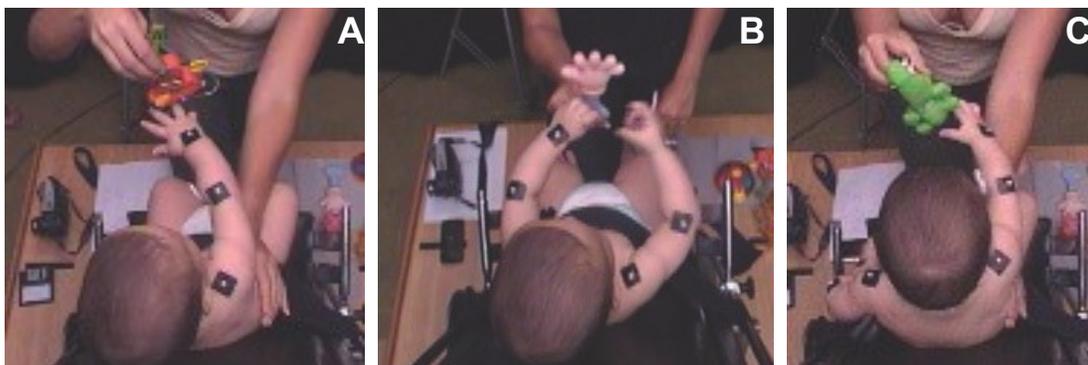


Figura 7: ALCANCE REALIZADO COM A MÃO ABERTA (A) FECHADA (B) E SEMIABERTA (C). FONTE: Toledo (2011, p. 46)

Além dos ajustes proximais e distais do alcance, outras variáveis podem ser categorizadas para auxiliar na avaliação categórica, como a apreensão do objeto e a preferência manual.

- **Preensão:** pode ser classificada em: apreensão com sucesso, quando o lactente consegue tocar e apreender o objeto ou parte dele com uma ou ambas as mãos; e apreensão sem sucesso, quando o lactente consegue tocar o objeto, mas não apreendê-lo (FAGARD, 2000; TOLEDO; TUDELLA, 2008). Como nem todo alcance resulta em apreensão, especialmente em lactentes no período de aquisição da habilidade, é possível também considerar simplesmente alcances com apreensão e sem apreensão.

- **Preferência manual:** pode ser classificada em: direita, quando o lactente toca o objeto com a mão direita (Figura 8a); e esquerda, quando o lactente toca o objeto com a mão esquerda (Figura 8b).

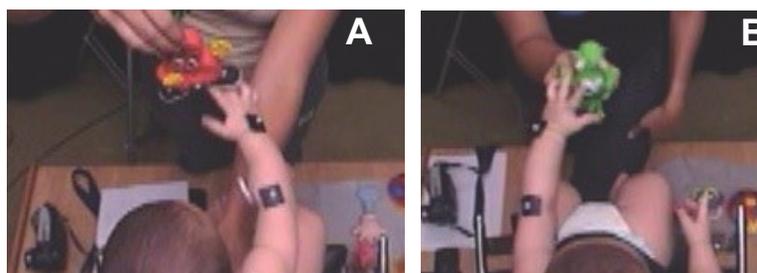


Figura 8: ALCANCE REALIZADO COM A MÃO DIREITA (A) E ESQUERDA (B). FONTE: Arquivos dos autores.

Análise eletromiográfica

A amplitude do sinal eletromiográfico está relacionada com a ativação de unidades motoras durante a contração muscular dinâmica (SODERBERG; KNUTSON, 2000). O uso de tal ferramenta na análise do alcance pode representar uma melhor compreensão acerca do recrutamento muscular em situações dinâmicas.

Há diversas possibilidades de processamento do sinal eletromiográfico, as quais podem gerar várias informações, como ativação muscular, coativação e taxa de disparo das fibras musculares. Essas informações podem ser interpretadas como variáveis eletromiográficas e a escolha delas dependerá dos objetivos dos estudos.

O sinal eletromiográfico pode ser obtido em qualquer músculo. Para avaliação do alcance, os músculos mais intimamente relacionados ao movimento são deltoide, bíceps braquial e tríceps braquial (GRAAF-PETERS et al., 2007; BAKKER et al., 2010). Além dos músculos primários do alcance, é possível avaliar músculos que são estabilizadores do tronco e dos membros superiores nesse movimento, como os músculos peitoral maior, flexores e extensores cervicais, reto abdominal e trapézio.

Independentemente de quais músculos sejam avaliados, as variáveis eletromiográficas mais utilizadas no alcance manual são:

- **Ativação muscular:** pode ser obtida por meio do RMS (root mean square – raiz quadrada média do sinal) e apresenta a amplitude do sinal eletromiográfico dos músculos analisados durante o alcance.

- **Coativação entre os músculos:** relação entre os músculos agonistas e antagonistas do braço; por exemplo, entre o bíceps e o tríceps braquial.

O desenvolvimento do alcance

Podemos perceber melhor a complexidade do alcance observando as mudanças que ocorrem em seu desenvolvimento. A princípio, os movimentos dos braços ajudarão a moldar e serão moldados pelas áreas corticais e subcorticais do cérebro que atuam no comportamento motor voluntário (MARTIN et al., 2004; MARTIN; ENGBER; MENG, 2005). Tais movimentos fornecerão as experiências sensorio-motoras necessárias para fortalecer conexões sinápticas e permitir que o lactente aprenda a controlar os braços para realizar o movimento (THELEN et al., 1993; OUT et al., 1998, HADDERS-ALGRA, 2002).

Com a emergência do alcance, o lactente passa a utilizar os membros superiores para explorar o ambiente de forma objetiva, manipulando os objetos e adquirindo experiências que facilitarão o sucesso e a eficiência do movimento (BHAT; GALLOWAY, 2006). Esse processo só é possível porque a prática torna o lactente proficiente em integrar as demandas cognitivas, visuais, proprioceptivas e biomecânicas para alcançar (THELEN; CORBETTA; SPENCER, 1996), o que aprimorará a percepção do objeto e tornará o movimento em sua direção mais fácil (ROCHA; SILVA; TUDELLA, 2006).

Nos meses que antecedem a aquisição do alcance, os lactentes movimentam os braços no ar inúmeras vezes por minuto, com ou sem estímulo externo evidente (PIEK; CARMAN, 1994). Com relação aos parâmetros cinemáticos, pode-se observar que logo que o alcance é adquirido, por volta dos 3-4 meses de idade (THELEN, 1993; CUNHA et al., 2013), os movimentos dos membros superiores apresentam trajetórias curvilíneas, geralmente em zigue-zague e com pouca precisão (VON HOFSTEN, 1991; THELEN; CORBETTA; SPENCER, 1996), indicando um alcance imaturo. Com tempo e experiência, a cinemática do alcance se aprimora e os movimentos progredem em direção a um padrão mais coordenado e preciso.

Entre poucas semanas antes e após a aquisição do alcance, o movimento da mão em direção a um objeto na linha média ocorre, devido ao ganho de flexão, abdução e rotação interna do ombro. Além disso, a pronação do antebraço diminui e o cotovelo é passivamente estendido com a flexão de ombro para aproximar a mão do objeto (BHAT; LEE; GALLOWAY, 2007). Cerca de dois meses após sua aquisição, os movimentos de alcance estão mais retilíneos e fluentes (THELEN et al., 1996), permitindo que o lactente apreenda os objetos com maior facilidade e frequência (FAGARD; PEZÉ, 1997; OUT et al., 1998; TOLEDO; TUDELLA, 2008). Por volta dos dois a três anos

de idade, o braço e o antebraço serão conduzidos em uma trajetória de movimento substancialmente próxima à do adulto (KONCZAK; DICHGANS, 1997).

Além das mudanças ocorridas com relação à cinemática do alcance, quando nos deparamos com um lactente realizando esse movimento, comumente observamos uma série de variações quanto aos tipos de ajustes (proximal e distal). Em conjunto com as mudanças cinemáticas, esses movimentos refletem que o lactente adapta o comportamento na tentativa de tocar e apreender o objeto com a maior eficiência possível.

As pesquisas indicam que há períodos de flutuação entre alcances unimanuais e bimanuais ao longo do primeiro ano de idade do lactente. Dos cinco aos seis meses de idade e dos dez aos 12 meses, os alcances são predominantemente bimanuais, enquanto que no intervalo de sete a nove meses ocorre maior frequência de alcances unimanuais (FAGARD; PEZÉ, 1997). É importante notar que a predominância de bimanualidade nos primeiros meses após a aquisição do alcance e novamente ao final do primeiro ano de idade certamente tem significado distinto.

Os alcances bimanuais no início da habilidade podem refletir o controle postural insuficiente para utilizar as mãos independentemente durante o alcance. Quando o lactente ainda não controla bem o tronco, até por volta dos 6-7 meses de idade, ele aprende com as experiências que alcançar o objeto com ambas as mãos facilita a preensão com êxito. Por outro lado, a estabilidade de tronco leva à diminuição da atividade postural e conseqüente melhora no controle postural, permitindo que o lactente produza apenas a quantidade de força e o torque necessários para vencer a ação da gravidade e controlar o movimento dos braços (VAN DER FITS; HADDERS-ALGRA, 1998; VAN DER FITS et al., 1999). É por isso que a maior estabilidade de tronco presente entre os sete e nove meses de idade favorece o movimento unimanual para o alcance (FAGARD; PEZÉ, 1997).

Entre dez e 12 meses de idade, entretanto, outro fator influencia os ajustes proximais durante o movimento. A partir desse período, a coordenação bimanual assimétrica, já bem desenvolvida com o crescimento e a prática, permite que o lactente utilize as mãos de forma complementar, antecipando uma delas para apreender o objeto e conseguir manipulá-lo e explorá-lo logo em seguida, também com a outra (FAGARD; PEZÉ, 1997). Como percebemos, após os seis meses de idade, a experiência e as mudanças no controle postural e na dinâmica da coordenação motora dos braços permitem ao lactente mais possibilidades de escolher o padrão coordenativo que pode utilizar para alcançar.

Os ajustes distais, por sua vez, inicialmente caracterizam alcances com a mão na posição horizontal (BLY, 1994), mas à medida que se sucedem os meses, a mão posiciona-se mais

verticalizada e aberta para tocar o objeto (FAGARD, 2000; TOLEDO; SOARES; TUDELLA, 2011). Podemos entender por que o lactente seleciona a orientação vertical da mão mais frequentemente com a idade observando o desenvolvimento da prono-supinação do antebraço. Aos cinco meses de idade, o lactente tende a alcançar um objeto com o antebraço pronado, isto é, na posição horizontal; no mês seguinte, o alcance com o antebraço na posição neutra torna-se predominante. Essa evolução de prono para neutro indica o aumento da supinação do antebraço e aumento da rotação externa do ombro que ocorre ao longo dos meses. Isso facilita a verticalização da mão do lactente para obter maior êxito na preensão do objeto.

O aumento da frequência de mão aberta ao longo dos meses pode ser explicado pelo aumento gradativo da extensão dos dedos para tocar o objeto. A capacidade de ativação dos músculos extensores dos dedos em antecipação ao toque, além das próprias mudanças antropométricas da mão, adquiridas pelos lactentes com o crescimento e desenvolvimento, permitem que elas cheguem ao objeto mais abertas e aptas a atingir a meta de apreendê-lo (BLY, 1994).

Fatores que influenciam o alcance anual

A aprendizagem do movimento de alcance possui uma grande complexidade biomecânica e neural, na qual o lactente deve visualizar o alvo específico e posicionar sua mão em um espaço tridimensional. A trajetória do movimento deve ser produzida por uma atividade muscular que tanto suporta a ação da força da gravidade quanto gera forças intrínsecas necessárias para mover a mão ao alvo (THELEN; SPENCER, 1998).

Outro fator importante envolvido no desenvolvimento do alcance refere-se ao controle postural. Segundo van der Fits et al. (1999) e van der Fits e Hadders-Algra (1998), o controle postural é um pré-requisito para a realização de um movimento de alcance mais fluente e maduro.

Além de toda a complexidade que envolve o movimento direcionado dos membros superiores ao alvo, vários outros fatores influenciam e modificam a trajetória do alcance em lactentes. Dentre eles, destacam-se fatores intrínsecos ao lactente, como a maturidade orgânica (TOLEDO; TUDELLA, 2008; THELEN et al., 1993) e a integridade orgânica, como a prematuridade (TOLEDO; TUDELLA, 2008; TOLEDO; SOARES; TUDELLA, 2011), e fatores extrínsecos, como as propriedades físicas dos objetos (ROCHA; SILVA; TUDELLA, 2006; VON HOFSTEN; RÖNNQVIST, 1988), a posição corporal (CARVALHO; TUDELLA; SAVELSBERGH, 2007), pesos (cargas) adicionados aos membros superiores (OUT et al., 1997; ROCHA, et al., 2009; TOLEDO; SOARES; TUDELLA, 2012) e treino da habilidade (CUNHA et al., 2013; HEATHCOCK; LOBO; GALLOWAY, 2008; LOBO; GALLO- WAY; SAVELSBERGH, 2004).

Vários estudos foram realizados no Núcleo de Estudos em Neuropediatria e Motricidade (NENEM) com o intuito de verificar a influência desses fatores no alcance. Neste capítulo destacaremos de forma geral os resultados desses estudos. Mais especificamente, tais resultados serão abordados em outros capítulos desta sessão.

Quanto às restrições intrínsecas, a imaturidade orgânica associada ao nascimento prematuro tem ganhado destaque, especialmente porque lactentes pré-termo têm apresentado crescente sobrevida, apesar de apresentarem risco para atraso no desenvolvimento neuro-sensório-motor. Quanto às habilidades manuais, têm-se constatado que a qualidade do movimento de alcance apresenta-se inferior no lactente pré-termo quando comparado ao lactente a termo (PLANTINGA; PERDOCK; DE GROOT, 1997; GORGA et al., 1988).

Em um estudo desenvolvido no NENEM, constatou-se que lactentes pré-termo com idade corrigida apresentaram velocidade média menor e maior tempo para tocar o objeto após o pico da velocidade, quando comparados aos lactentes a termo (TOLEDO; TUDELLA, 2008). Além da análise cinemática, considerando as variáveis categóricas, previamente apresentadas neste capítulo, Toledo e colaboradores (2011) verificaram que os lactentes pré-termo apresentaram maior frequência de mão aberta aos seis meses quando comparados a termo. Essas diferenças encontradas entre as populações foram atribuídas às restrições intrínsecas do prematuro, como à possível hipotonia muscular. Com relação às ações musculares, apesar de De Groot e colaboradores (1992) não terem utilizado dados eletromiográficos, verificaram que na idade de 18 semanas (aproximadamente quatro meses e 15 dias), o prematuro de baixo risco apresenta uma ativação muscular exagerada, demonstrando desarmonia muscular e, conseqüentemente, dos movimentos.

Com relação às influências extrínsecas, estudos apontam que as estratégias utilizadas durante o alcance variam em função, por exemplo, das características dos objetos, como orientação, tamanho e textura. Em um estudo clássico, von Hofsten e Fazel-Zandy (1984) demonstraram que a orientação da mão também é ajustada em função da posição do objeto. Aproximadamente, aos quatro meses de idade, lactentes orientam a posição da mão em função da orientação vertical ou horizontal do objeto antes mesmo de tocá-lo, e aprimoram essa habilidade com o passar dos meses.

Em estudos no NENEM, Rocha e colaboradores (2006b) demonstraram que a trajetória do movimento em direção aos objetos pequenos apresentou mais correções e menor velocidade do que em direção aos objetos maiores em lactentes de quatro a seis meses de idade. Essas autoras concluíram que os lactentes foram capazes de perceber as diferenças de tamanho entre os objetos, ajustar a trajetória e diminuir a velocidade do braço para atingir seus objetivos com sucesso.

Em outro estudo, Rocha e colaboradores (2006) verificaram a influência das características dos objetos nos ajustes proximais e distais do alcance em lactentes de quatro a seis meses de idade. Independentemente do tamanho, objetos maleáveis ofereceram a opção de usar apenas uma mão para alcançar e apreendê-los, isto é, facilitaram os alcances unimanuais. Esses lactentes ajustaram também a abertura da mão em relação ao tamanho e rigidez dos objetos, sendo que os objetos grandes e rígidos foram alcançados predominantemente com a mão aberta. Foi sugerido que a mão deveria estar mais aberta para permitir a preensão desse tipo de objeto, o que não seria necessário para apreender os maleáveis, mesmo que grandes, pois sua textura facilita a entrada dos dedos mesmo com as mãos semiabertas.

Em suma, esses estudos demonstram que a prática dos movimentos dos braços contra a gravidade durante horas e meses permite que os lactentes aprendam quais características dos objetos favorecem o sucesso do alcance e preensão e modifiquem suas estratégias a fim de garantir a acurácia do movimento para atingir suas metas.

A posição do corpo do lactente também apresenta papel influenciador no alcance manual. Em lactentes de quatro a cinco meses de idade, a posição sentada (45º a 90º) parece ser mais efetiva que a posição supina para facilitar os movimentos de alcance. Isso porque na posição supina, os braços necessitam realizar maior torque no início do movimento para vencer a força da gravidade (CARVALHO et al., 2007; OUT et al., 1998; SAVELSBERGH; VAN DER KAMP, 1994). No entanto, não havendo suporte de cabeça, a posição sentada a 90º requer maior demanda postural se comparada à posição supina, que é mais estável. Nesse caso, a posição supina é mais vantajosa para promover alcances com sucesso em lactentes de quatro a seis meses de idade (BAKKER et al., 2010).

Outro fator extrínseco que influencia o alcance é o peso adicional colocado no punho dos lactentes, como demonstrado na Figura 9.



Figura 9: ALCANCE REALIZADO COM O USO DE BRACELETE (PESO ADICIONAL) NO PUNHO. FONTE: Toledo (2011, p. 40)

O uso do peso adicional contribui para o melhor entendimento da complexa adaptabilidade do lactente frente a influências ambientais mecânicas. Há relatos de que o peso aumenta a velocidade média e diminui o número de unidades de movimento do alcance (OUT et al., 1997), levando a um movimento mais fluente, além de proporcionar um acoplamento entre os membros superiores em alcances bimanuais (ROCHA et al., 2009) em lactentes a termo saudáveis. Os estudos atribuem tais resultados, em parte, ao aumento da propriocepção e ativação neural causados pelo peso. Por outro lado, há evidências de que o peso não altera os movimentos fidgety (DIBIASE; EINSPIELER, 2004), a amplitude da angulação de joelho e quadril e velocidade de pico durante movimento de chutes (VAAL et al., 2002), além da velocidade média do membro superior durante o alcance (VAN DER FITS; HADDERS-ALGRA, 1998).

Tais controvérsias acontecem, provavelmente, pelos diferentes objetivos, metodologias, quantidade de peso e variáveis empregadas em cada estudo. No NENEM foi realizado um estudo com o intuito de verificar a influência do peso adicional em lactentes a termo e pré-termo na faixa etária de cinco a sete meses de vida. Nesse estudo (TOLEDO; SOARES; TUDELLA, 2012), foi encontrada influência do peso adicional de 20% da massa do membro em lactentes prematuros tardios, os quais apresentaram maior velocidade média em ambos os grupos e menos unidades de movimento no grupo pré-termo, na faixa etária estudada. Tais resultados demonstraram, dessa forma, que o movimento ficou mais rápido e com menos picos de aceleração e desaceleração da mão no decorrer da trajetória.

O treino da habilidade também é outro importante fator que pode modificar o comportamento do alcance em lactentes. Após duas semanas de prática diária de atividades de interação das mãos com objetos, lactentes podem aumentar o número de alcances no período de aquisição dessa

habilidade (LOBO; GALLOWAY; SAVELSBERGH, 2004). Nesse período de aquisição também há evidência de que mesmo dentro de uma única sessão de poucos minutos, a prática de atividades específicas pode promover maior número de alcances, especialmente unimanuais, e maior número de alcances com a mão semiaberta e orientada obliquamente (CUNHA et al., 2013). Isso sugere que a prática dos movimentos de alcance oferece experiências sensório-motoras que auxiliam o lactente a aprimorar o comportamento da habilidade.

Considerações finais

Neste capítulo, buscamos abordar as características do alcance manual de lactentes, as possíveis variáveis que podem analisar o desenvolvimento do alcance, assim como os fatores que o influenciam. O alcance é uma habilidade complexa que pode ser avaliada sob diversos aspectos, tais como variáveis categóricas, cinemática e ativação muscular. Além disso, pode ser influenciada por vários fatores, tanto intrinsecamente, com destaque para a idade e a prematuridade, quanto extrinsecamente, como as propriedades dos objetos, a postura do lactente e o uso do peso adicional. Conhecer tais características é importante para uma adequada avaliação dessa habilidade na prática diária dos profissionais de saúde.

Referências bibliográficas

BAKKER, H.; DE GRAAF-PETERS, V. B.; VAN EYKERN, L. A.; OTTEN, B.; HADDERS-ALGRA. Development of proximal arm muscle control during reaching in young infants: From variation to selection. **Infant Behavior and Development**, v. 33, p. 30-3, 2010.

BHAT, A. N.; GALLOWAY, J. C. Toy-oriented changes during early arm movements: hand kinematics. **Infant Behavior and Development**, v. 29, n. 3, p. 358-372, 2006.

BHAT, A. N.; LEE, H. M.; GALLOWAY, J. C. Toy-oriented changes in early arm movements II - joint kinematics. **Infant Behavior and Development**, v. 30, n. 2, p. 307-324, 2007.

BLY, L. **Motor skills acquisition in the first year**. Tcson: Therapy Skill Builders, 1994.

CARVALHO, R. P.; TUDELLA, E.; BARROS, R. M. L. Utilização do sistema Dvideow na análise cinemática do alcance manual de lactentes. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 9, p. 1-7, 2005.

CARVALHO, R. P.; TUDELLA, E.; SAVELSBERGH, G. J. Spatio-temporal parameters in infant's reaching movements are influenced by body orientation. **Infant Behavior and Development**, v. 30, p. 26-35, 2007.

CLIFTON, R. K.; ROCHAT, P.; LITOVSKY, R. Y.; PERRIS, E. E. Object representation guides infants' reaching in the dark. **Journal of Experimental Psychology: human perception and performance**, v. 17, p. 323-329, 1991.

CORBETTA, D.; SNAPP-CHILDS, W. Seeing and touching: the role of sensory-motor experience on the development of infant reaching. **Infant Behavior and Development**, v. 32, p. 44-58, 2009.

CORBETTA, D.; THELEN, E. The developmental origins of bimanual coordination: a dynamic perspective. **Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance**, v. 22, n. 2, p. 502-522, 1996.

CUNHA, A. B.; SOARES D. A.; FERRO, A. M.; TUDELLA, E. 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**, v. 17, p. 123-144, 2013.

DE GRAAF-PETERS, V. B.; BAKKER, H.; VAN EYKERN, L. A.; OTTEN, E.; HADDERS-ALGRA, M. Postural adjustments and reaching in 4- and 6-months-old infants: an EMG and kinematical study. **Experimental Brain Research**, v. 181, p. 647-656, 2007.

DE GROOT, L.; HOPKINS, B.; TOUWEN, B. C. L. A method to assess the development of muscle power in preterm after term age. **Neuropediatrics**, v. 23, p.172-179, 1992.

DIBIASI, J; EINSPIELER, C. Load perturbation does not influence spontaneous movements in 3-month-old infants. **Early Human Development**, 77, p. 37-46, 2004.

FAGARD, J. 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**, v. 23, p. 317-329, 2000.

FAGARD, J.; PEZÉ, A. Age changes in interlimb coupling and the development of bimanual coordination. **Journal of Motor Behavior**, v. 29, n. 3, p. 199-208, 1997.

FALLANG, B.; SAUGSTAD, OLD; HADDERS-ALGRA, M. Goal directed reaching and postural control in supine position in healthy infants. **Behavioural Brain Research**, v. 115, n. 1 p. 9-18, 2000.

GIBSON, E. J. Exploratory behavior in the development of perceiving, acting, and the acquiring of knowledge. **Annual Review of Psychology**, v. 39, p. 1-41, 1988.

GORGA, D.; STERN, F. M.; ROSS, G.; NAGLER, W. Neuromotor development of preterm and full-term infants. **Early Human Development**, 18, p. 137-149, 1988.

HADDERS-ALGRA, M. Two distinct forms of minor neurological dysfunction: perspectives emerging from a review of data of the Groningen perinatal project. **Dev Med Child Neurol**, v. 44, p. 561-571, 2002.

HEATHCOCK, J. C.; LOBO, M.; GALLOWAY, J. C. Movement training advances the emergence of reaching in infants born at less than 33 weeks of gestational age. **Physical Therapy**, v. 88, p. 310-322, 2008.

KONCZAK, J.; DICHGANS, J. The development toward stereotypic arm kinematics during reaching in the first 3 years of life. **Experimental Brain Research**, v. 117, p. 346-354, 1997.

LOBO, M. A.; GALLOWAY, J. C.; SAVELSBERGH, G. J. P. General and task-related experiences affect early object interaction. **Child Development**, v. 75, n. 4, p. 1.268-1.281, 2004.

MARTIN, J. H.; CHOY, M.; PULLMAN, S.; MENG, Z. Corticospinal system development dependson motor experience. **The Journal of Neuroscience**, v. 24, p. 2.122-2.132, 2004.

MARTIN, J. H.; ENGBER, D.; MENG, Z. Effect of forelimb use on postnatal development of the forelimb motor representation in primary motor cortex of the cat. **The Journal of Neuroscience**, v. 93, p. 2.822-2.831, 2005.

- MATHEW, A.; COOK, M. The control of reaching movements by young infants. **Child Development**, v. 61, p. 1.238-1.257, 1990.
- OUT, L.; SAVELSBERGH, G. J. P.; VAN SOEST, A. J.; HOPKINS, B. (1997). The effect of posture on early reaching movements. **Journal of Motor Behavior**, v. 30, p. 260-272, 1997.
- OUT, L.; VAN SOEST, A. J.; SAVELSBERGH, G. J. P.; HOPKINS, B. The effect of posture on early reaching movement. **Journal of Motor Behavior**. 30, p. 260-272, 1998.
- PIEK, J. P.; CARMAN, R. C. Developmental profiles of spontaneous movements in infants. **Early Human Development**, v. 39, p. 109-126, 1994.
- PLANTINGA, Y.; PERDOCK, J.; DE GROOT, M. Hand function in low-risk preterm infants: its relation to muscle power regulation. **Developmental Medicine and Child Neurology**, 38, p. 6-11, 1997.
- ROCHA, N.A.C.F. **Impacto das propriedades físicas dos objetos nos movimentos de alcance em lactentes saudáveis de 4 a 6 meses de idade**. 192 f. 2006. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.
- ROCHA, N. A. C. F.; COSTA, C. S. N.; SAVELSBERGH, G.; TUDELLA, E. The effect of additional weight load on infant reaching. **Infant Behavior and Development**, v. 32, p. 234-237, 2009.
- ROCHA, N. A. C. F.; SILVA, F. P. S.; TUDELLA, E. Influência do tamanho e da rigidez dos objetos nos ajustes proximais e distais do alcance de lactentes. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 10, n. 3, 262-268, 2006.
- SAVELSBERGH, G. J. P.; VAN DER KAMP, J. The effect of body orientation to gravity on early infant reaching. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 58, p. 510-528, 1994.
- SODERBERG, G. L.; KNUTSON, L. M. A guide for use and interpretation of kinesiologic electromyographic data. **Physical Therapy**, v. 80, p. 485-498, 2000.
- THELEN, E.; CORBETTA, D.; KAMM, K.; SPENCER, J.; SCHNEIDER, K.; ZERNICKE, R. F. The transition to reaching: mapping intention and intrinsic dynamics. **Child Development**, v. 64, p. 1.058-1.098, 1993.
- THELEN, E.; CORBETTA, D.; SPENCER, J.P. Development of reaching during the first year: role of movement speed. **Journal of Experimental Psychology: human perception and performance**, v. 22, n. 5, p. 1.059-1.076, 1996.
- THELEN, E.; SPENCER, J. P. Postural control during reaching in young infants: a dynamic systems approach. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v. 22, n. 4, p. 507-514, 1998.
- TOLEDO, A.M. **Influência do peso adicional e da prematuridade tardia no alcance de lactentes**. 145 f. 2011. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.
- TOLEDO, A. M.; SOARES, D. S.; TUDELLA, E. Additional weight influences the reaching behavior of low-risk preterm infants. **Journal of Motor Behavior**, v. 44, p. 203-212, 2012.
- TOLEDO, A. M.; SOARES, D. A.; TUDELLA, E. Proximal and distal adjustments of reaching behavior in preterm infants. **Journal of Motor Behavior**, v. 43, n. 2, p. 137-145, 2011.
- TOLEDO, A. M.; TUDELLA, E. The development of reaching behavior in low-risk preterm infants. **Infant Behavior and Development**, v. 31, p. 398-407, 2008.

VAAL, J.; VAN SOEST, A. K.; HOPKINS, B.; SIE, L. T. et al. Spontaneous leg movements in infants with and without periventricular leukomalacia: effects of unilateral weighting. **Behavioural Brain Research**, v. 129, p. 83-92, 2002.

VAN DER FITS, I. B. M; HADDERS-ALGRA, M. The development of postural responses patterns during reaching in healthy infants. **Neuroscience and Biobehavioral**, p. 521-526, 1998.

VAN DER FITS, I. B.; FLIKWEERT, E. R.; STREMMELAAR, E. F.; MARTIJN, A.; HADDERS-ALGRA, M. Development of postural adjustments during reaching in preterm infants. **Pediatric Research**, v. 46, p.1-7, 1999.

VON HOFSTEN, C. Development of visually directed reaching: the approach phase. **Journal of Human Movement Studies**, v. 5, p. 160-178, 1979.

_____. Eye-hand coordination in the newborn. **Developmental Psychology**, v. 18, p. 450-461, 1982.

_____. Structuring of early reaching movements: a longitudinal study. **Journal of Motor Behavior**, v. 23, p. 280-292, 1991.

VON HOFSTEN, C.; FAZEL-ZANDY, S. Development of visually guided hand orientation in reaching. **Journal of Experimental Child Psychology**, v. 38, n. 2, p. 208-210, 1984.

**Artigo 1: Como a eletromiografia tem sido utilizada para avaliação do
alcance manual em lactentes? Uma revisão sistemática**

Manuscrito elaborado e submetido ao periódico Journal of Motor Control

Resumo

O objetivo desta revisão sistemática foi reunir estudos que avaliaram o alcance manual de lactentes por meio da eletromiografia de superfície (EMG), avaliar a finalidade do uso dessa ferramenta, sua contribuição na avaliação do alcance manual, os parâmetros eletromiográficos utilizados e as limitações encontradas, assim como a qualidade dos estudos disponíveis na literatura. A busca nas bases de dados MEDLINE, SciELO, LILACS, Embase, PEDro, Cochrane e EBSCO resultou em 5 artigos selecionados. Os estudos buscaram esclarecer como ocorre o comportamento muscular no desenvolvimento do alcance manual, porém, não houve um consenso no padrão devido a variabilidade dos parâmetros e variáveis utilizados. Além disso, a pouca descrição do processamento dos sinais impossibilitou estabelecer uma padronização para replicação e desenvolvimento de novos estudos.

Palavras-chave: Eletromiografia, Lactente, Alcance manual.

1 Introdução

Pesquisas que visam à 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 em si (Reaz, Hussain & Mohd-Yasin, 2006). A eletromiografia (EMG) 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).

Apesar de avaliar componentes específicos de estrutura (músculos) e função (atividade muscular) do corpo, a EMG auxilia na melhor compreensão de como esses componentes se comportam em diversas atividades e/ou participação dos indivíduos. Ao se referir a lactentes, a eletromiografia tem sido utilizada na avaliação da marcha (Pang & Yang, 2002; Yang, Stephens &

Vishran, 1998), na transferência de posturas (Saavedra et al., 2012) e no alcance manual (Out et al., 1998).

O alcance manual ganha destaque dentre os estudos de atividades precoces de lactentes, uma vez que traz informações essenciais sobre a relação do lactente com o meio ambiente, gerando impactos na percepção, cognição e desenvolvimento social (Harbourne, Lobo & Galloway, 2013). A maioria dos estudos de alcance aborda o desenvolvimento dos seus componentes cinemáticos, como a velocidade e retidão da mão, além dos picos de aceleração e desaceleração até o toque no objeto (Zaal et al., 1999; Von Hofsten, 1991; Thelen et al., 1996). Ademais, abordam as características dos ajustes proximais e distais (Fagard, 2000; Toledo et al., 2011) necessários para obter sucesso na atividade de apreensão do objeto (Toledo et al., 2011).

Spencer e Thelen (2000) afirmam que a análise eletromiográfica é central para o estudo do alcance, porque os músculos geram as forças que impulsionam a mão pelo espaço em direção ao objeto desejado. Assim, a utilização da EMG na avaliação do alcance manual possibilita uma análise sensível e quantitativa dos componentes musculares que podem embasar uma melhor compreensão do desempenho motor em lactentes com estruturas e funções deficientes e/ou íntegras.

Apesar do uso da EMG estar bastante difundido na avaliação de atividades específicas em adultos, o mesmo não ocorre com lactentes, principalmente no que se refere ao alcance manual. Desta forma, faz-se necessário revisar como esta ferramenta está sendo utilizada na avaliação do alcance manual, principalmente no que se refere aos parâmetros utilizados para a análise dos dados e como ela contribui para uma melhor interpretação dessa atividade motora. Com tais informações, a padronização no uso da eletromiografia ficará mais evidente, o que facilita a replicabilidade de estudos de forma mais confiável, além do seu uso na prática clínica (Hermens, 2000). Não foi encontrada na literatura pesquisada nenhuma revisão sistemática sobre o tema.

O objetivo desta revisão sistemática é investigar o uso da eletromiografia de superfície na avaliação do alcance manual de lactentes. Especificamente, propõe-se verificar: a) qual a finalidade dessa ferramenta na avaliação do alcance e como ela pode contribuir para uma melhor compreensão dessa habilidade; b) quais parâmetros de coleta e processamento de sinais dos dados eletromiográficos tem sido adotados nesse processo de avaliação; c) quais os desafios e as

limitações do uso da eletromiografia na avaliação do alcance em lactentes; d) qual a qualidade metodológica dos estudos analisados.

Métodos

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.

Critérios de inclusão

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

Dados extraídos e análise

Para essa revisão, foram extraídos dos artigos incluídos os seguintes dados: (1) objetivo do estudo; (2) métodos (desenho do estudo e instrumentação); (3) participantes (amostra, idade da amostra e tipo); (4) postura avaliada; (5) parâmetros eletromiográficos (frequência, filtro, normalização, janelamento, burst); (6) variáveis eletromiográficas; (7) músculos avaliados e (8) 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; Costa, Batistão, & Rocha, 2013; Soh, Morris e Mcginley, 2011). As questões foram selecionadas de acordo com as diretrizes do *Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology* (STROBE; Von Elm, Altman, Pocock, Gertzsche, Vandenbrouckef, 2007), 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. 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.

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

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, 12 artigos foram excluídos, um por estar fora da idade estabelecida, outro por não usar a eletromiografia para avaliar o alcance e outros 10 artigos que avaliaram o controle postural durante o alcance manual, não sendo o alcance manual o principal objetivo. Portanto, um total de 5 artigos foram incluídos nesta revisão (Fig. 1).

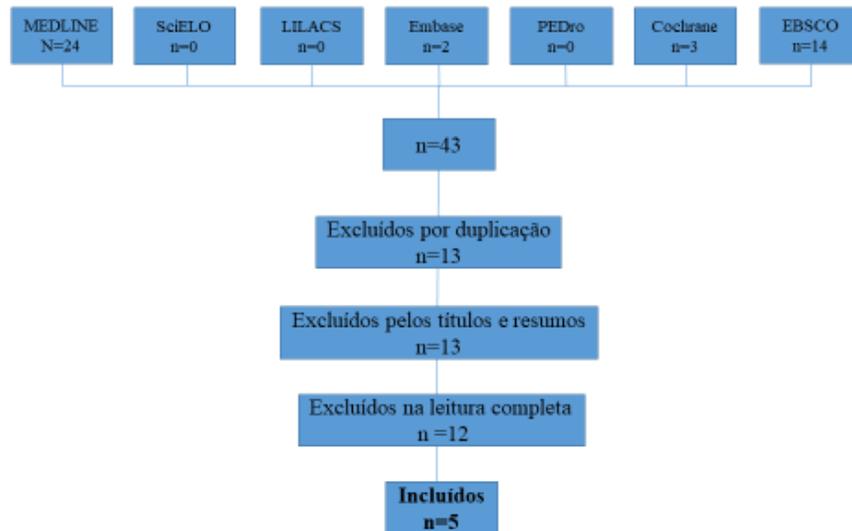


Figura 10: Fluxograma do processo de seleção dos estudos.

O período de publicação variou entre 1993 e 2010. Todos os artigos foram publicados na língua inglesa. A amostra dos estudos variou entre 4 e 14 participantes, com uma média de 7,2. A idade da amostra dos estudos variou de 0 a 13 meses de idade e em todos os estudos foram avaliados lactentes típicos, assim como todos utilizaram um delineamento longitudinal.

Todos os estudos utilizaram em associação à eletromiografia a análise cinemática, além de pelo menos uma câmera de vídeo como recurso adicional, sempre sincronizados com os demais recursos de avaliação. Em todos os estudos os lactentes foram avaliados na posição sentada, com variações na angulação do encosto da cadeira e presença ou não de cinto estabilizador do tronco. A posição supina foi avaliada em dois desses estudos (Out et al., 1998; Bakker et al., 2010) e comparada à posição sentada.

Os músculos bíceps braquial, tríceps braquial e deltóide foram sempre avaliados. Outros músculos avaliados foram: trapézio superior (n=4), peitoral maior (n=2), extensor lombar (n=1), flexor de punho (n=1), extensor de punho (n=1).

As variáveis eletromiográficas analisadas foram: ativação muscular (quais músculos foram ativados no alcance) (n=3), coativação muscular (ativação de agonista e antagonista) (n=5), ordem

de recrutamento muscular (ordem que os músculos foram ativados) (n=1), porcentagem do uso do motor primário (tempo proporcional de ativação do primeiro músculo ativado) (n=1), principal motor primário (primeiro músculo que mostrou atividade fásica próximo ao início do alcance) (n=1) e latência de recrutamento dos demais músculos (tempo até a ativação de outro músculo) (n=1). Observamos pouca informação sobre a utilização dos parâmetros da eletromiografia nos estudos. Houve heterogeneidade na frequência de amostragem, com variação de 500 Hz (n=1) e 750 Hz (n=3), sendo que em um estudo não foi relatado (Out et. al.;1998). O relato sobre a filtragem ocorreu em 4 dos 5 estudos, porém, todos com variação da frequência e a normalização não foi relatada em nenhum estudo. Houve também pouca informação sobre os *bursts*, que foi claramente relatado apenas em 2 estudos, sendo que o segundo citou a mesma descrição do primeiro por serem do mesmo grupo de pesquisa (Spencer & Thelen; 2000; Clearfield, Feng & Thelen; 2007)).

Em relação à qualidade metodológica dos estudos, a menor nota foi 5 pontos, observada em dois artigos, considerados de pobre qualidade metodológica (Thelen et al., 1993; Spencer & Thelen; 2000); os demais tiveram notas 9, 10 e 11, considerados de qualidade razoável.

A tabela 1 representa os dados extraídos dos artigos, e a tabela 2 a qualidade metodológica dos estudos, com a descrição da pontuação item a item, além da pontuação total.

Autores (ano)	Objetivos	Métodos		Participantes			Parâmetros eletromiográficos						
		Desenho	Instrumentação	n	Idade (meses)	Tipo	Postura	Frequência	Filtro	Normalização	Janelamento	Burst	
Thelen et al. (1993)	Descrever a natureza da dinâmica do alcance (aspectos espaciais e comportamento de atividade muscular em membro superior) em bebês antes, durante e após a aquisição dos primeiros alcances	L	EMG, vídeo, cinemática, qualitativa	4	0 a 13	Típicos	Sentado inclinado	750 Hz	Passa banda 75-300 Hz	NR	NR	NR	(1) Ativa
Out et. al. (1998)	Determinar se o efeito da posição do corpo na frequência de alcances pode ser atribuído à força muscular insuficiente ou ao controle muscular insuficiente	L	EMG, vídeo, cinemática e qualitativa	8	3 a 5	Típicos	supino e sentado em cadeira infantil reclinada a 10°	NR	Passa banda 20-1000 Hz	NR	NR	NR	(1) co-at

Spencer & Thelen (2000)	Quantificar como a coatividade muscular do bebê muda à medida que eles aprendem a alcançar e relacionar essas mudanças com a posição do membro no momento do alcance.	L	EMG, análise espacial, cinemática, qualitativa	4	0 a 13	Típicos	Sentado em cadeira infantil	750 Hz	Passa banda 75-300 Hz	NR	50 ms para determinação do Burst	O início da atividade do alcance foi determinado pelo primeiro segmento de atividade com duração acima de 50ms após o início da cinemática.	
Clearfield, Feng & Thelen (2007)	Avaliar a influência das características genéticas (anatômicas e fisiológicas) e da experiência no desenvolvimento do alcance	L	EMG, vídeo e cinemática	6	2 a 12	Típicos	Sentado inclinado	750 Hz	Passa banda 6 e 250Hz	NR	50 ms para determinação do Burst	O início da atividade do alcance foi determinado pelo primeiro segmento de atividade com duração acima de 50ms após o início da cinemática.	(1)Ati
Bakker et al. (2010)	Investigar o desenvolvimento do motor primário do alcance, a sua relação com a cinemática, e a influência da posição do corpo nesses aspectos.	L	EMG, vídeo e cinemática	14	4 e 6	Típicos	Supino e sentado em cadeira infantil	500 Hz	NR	NR	200 ms para determinação do burst em seguida	Foram detectados quando a atividade excedeu o nível de detecção em pelo menos 50ms.	(1) p pri recruta

L: longitudinal; EMG: eletromiografia; NR: não relatado; PC: Paralisia Cerebral; BB: Bíceps Braquial; TB: Tríceps Braquial; TS: Trapézio Superior; DE: Deltóide; EL: Extensor Lombar; FP: Flexor de Punho; EP: Extensor c

Tabela 2: Qualidade metodológica dos estudos

Artigo	Objetivos		Design do estudo		Participantes		Metodologia/Análise estatística					Resultados		Discussão			Score Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Thelen et al. (1993)	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5
Out el al. (1998)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	9
Spencer & Thelen (2000)	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5
Clearfield, Feng & Thelen (2007)	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	10
Bakker et al. (2010)	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	11

Discussão

O presente estudo buscou investigar como e com qual finalidade a eletromiografia de superfície tem sido utilizada na avaliação do alcance manual de lactentes. De uma forma geral, pode-se observar que os aspectos relacionados às funções musculares, medidas pela eletromiografia, não apresentaram um avanço expressivo na sua utilização, apesar dos primeiros estudos datarem da década de 90. Foram encontrados apenas 5 estudos que avaliaram o alcance manual, como habilidade primária, por meio da eletromiografia. Na tentativa de abordar os objetivos da presente revisão de forma mais elucidativa, a discussão será apresentada em tópicos de acordo com cada objetivo proposto.

- a) *Qual a finalidade do uso da eletromiografia na avaliação do alcance e como ela pode contribuir para uma melhor compreensão dessa habilidade em lactentes?*

De uma forma geral, os estudos analisados nesta revisão tiveram duas finalidades principais: investigar o comportamento muscular ao longo do desenvolvimento do alcance de lactentes típicos e analisar a influência da posição do corpo na ativação dos músculos dos membros superiores.

Em relação aos aspectos do desenvolvimento do alcance, o primeiro estudo de Thelen e colaboradores (1993) descreve a atividade muscular desde a fase do pré-alcance até o momento em que a habilidade do alcance está consolidada. Nesse estudo, os autores utilizam a análise visual obtida pela eletromiografia para identificar a atividade dos músculos avaliados em cada fase do alcance. Os autores analisaram quais músculos foram mais ativados e se houve contração de dois músculos no mesmo momento do alcance (coativação) com o intuito de analisar se esses aspectos se modificavam conforme a habilidade se tornava mais madura. Foi verificado que a coativação parece aumentar à medida que o lactente começa a adquirir a capacidade de localizar visualmente o brinquedo no espaço, alcançá-lo, apreendê-lo e transportá-lo para a boca; caracterizando, assim, uma maior capacidade de modulação de atividade muscular dos membros superiores. Nos demais estudos do mesmo grupo, Spencer & Thelen, (2000) e Clearfield et al. (2007) verificaram uma mudança no padrão de ativação muscular da fase de pré-alcance para a fase de alcance, com diminuição da ativação de bíceps e tríceps e aumento da ativação de deltoide e trapézio superior. Ainda sobre o desenvolvimento do alcance, no estudo conduzido por Bakker e colaboradores (2010) observou-se alta variabilidade no uso de um músculo motor primário específico para a realização do alcance aos 4 meses de idade. Dos 4

para os 6 meses de idade, ainda houve variabilidade entre os sujeitos, porém com aumento significativo no uso do bíceps braquial como motor primário. Os autores também investigaram a relação do uso do motor primário com características cinemáticas (unidades de movimento e unidade de transporte). Não foi verificada relação aos 4 meses, porém aos 6 meses os lactentes que usaram bíceps como motor primário preferencial apresentaram maior duração na variável unidade de transporte, sugerindo, desta forma, um alcance mais eficiente quando o bíceps desempenha esta função.

Quanto à influência da posição do corpo na ativação muscular, Out e colaboradores (1998) conduziram um estudo com lactentes de 3, 4 e 5 meses de idade com objetivo de investigar se a menor frequência de alcances na posição supina que sentada estaria relacionada a alguns aspectos musculares específicos. A hipótese dos autores é que em supino haveria torque muscular insuficiente no início do movimento de alcance ou controle muscular insuficiente diante de um braço mecanicamente instável. No entanto, foi verificado que o torque muscular no início do alcance na posição sentada foi tão alto quanto na posição supina, refutando a primeira hipótese. Ainda, houve uma maior coativação bíceps-tríceps na posição sentada do que em supino, contrariando também a segunda hipótese de que a posição supina ofereceria um maior grau de coativação para lidar com uma maior instabilidade mecânica do braço naquela posição. Estudo conduzido por Bakker e colaboradores (2010) com lactentes de 4 e 6 meses também avaliou a coativação bíceps-tríceps na posição sentada e supino. Diferentemente dos achados do estudo anterior (Out, 1998), a coativação bíceps-tríceps foi altamente variável, não havendo diferença entre as posições. Esse estudo também avaliou se a posição do corpo afeta o uso do motor primário e a sua relação com características cinemáticas do alcance, não se chegando a achados consistentes (Bakker, 2010)

Evidencia-se pelos resultados descritos anteriormente que a eletromiografia tem sido utilizada como avaliação complementar, associada a uma variável cinemática (ex: unidade de transporte) ou categórica (ex: frequência de alcances), com intuito de esclarecer como a atividade muscular pode explicar os achados encontrados por essas variáveis. No entanto, não há um consenso, pelas variáveis eletromiográficas investigadas até o momento, sobre o comportamento muscular ao longo do desenvolvimento do alcance de lactentes típicos e sobre como a posição do corpo influencia na ativação muscular dos membros superiores durante o alcance.

b) Quais parâmetros de coleta e processamento de sinais dos dados eletromiográficos têm sido adotados na avaliação do alcance em lactentes?

Ao utilizarmos a eletromiografia como instrumento de análise, devemos estar atentos as especificações relativas ao equipamento em si (como modelo, software, além de parâmetros inerentes do equipamento) e aos parâmetros ajustados tanto no momento da coleta e análise de dados, quanto na descrição de tais parâmetros nos estudos publicados. 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 em caso positivo quais foram as medidas de minimização utilizadas). 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.

Com relação às informações de especificações utilizadas no momento de obtenção do sinal eletromiográfico, a maior parte dos estudos informa a frequência de amostragem utilizada, sendo 500 Hz (n=1) e 750 Hz (n=3), mas em um dos estudos ela não foi relatada (Out et al., 1998). Os demais dados de detecção de sinal, como impedância de entrada, taxa de rejeição de modo comum, relação sinal-ruído e ganho foram omitidos em todas as publicações analisadas.

Ao iniciar o processamento dos dados obtidos, é recomendado que seja realizado um processo de filtragem analógica, que envolve a escolha do tipo de filtro e frequência de passa banda (Merletti, 1999; HERMENS et al., 2000). Com relação a este parâmetro observou-se que a maioria dos estudos relata corretamente a frequência de passa banda utilizada (n=4), sendo que somente o estudo de Bakker et. al. (2010) não relata o seu uso. Já com relação ao tipo de filtro, nenhum dos estudos o aponta ou especifica. É importante ressaltar que existem recomendações claras para a utilização

dessas ferramentas no processamento de dados eletromiográficos em adultos, bem como os tipos e frequências de passa banda mais utilizados, pensando em promover uma atenuação dos componentes de frequências e ruído de forma eficiente (Merletti, 1999; HERMENS et al., 2000). No entanto, ao pensarmos na população infantil, nenhuma recomendação clara está documentada.

Após filtrados, para garantir uma comparação adequada entre sujeitos, se recomenda a utilização de algum tipo de normalização dos dados (Merletti, 1999). As técnicas de normalização adotadas nos estudos incluídos nesta revisão sistemática não foram relatadas de forma clara, o que nos leva a considerar que os estudos possam não ter realizado esse procedimento. Houve, ainda, uma variabilidade quanto à determinação dos bursts, para a determinação do início da atividade muscular. Os três artigos com data após o ano 2000 utilizaram algum tipo de sistema de bursts, enquanto os dois artigos da década de 90 não relatam a utilização dessa ferramenta de análise. Em suma, nos três artigos mais recentes relatados acima, foi utilizado um sistema de janelamento móvel e em seguida os bursts foram fixados tanto em relação ao tempo (50 ms) quanto à referência de ativação acima da média de uma linha de base. Apesar de seu uso ser citado no processo de análise de dados eletromiográficos, uma crítica importante deve ser feita quanto ao detalhamento deste processo nos artigos.

c) Quais os desafios e as limitações do uso do EMG na avaliação do alcance em lactentes?

Um dos grandes desafios com relação ao uso da eletromiografia em lactentes se refere ao modo como os dados 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 como Contração Voluntária Máxima Isométrica (CVMI) (BURDEN e BARLETT, 1999), Pico Máximo do Sinal EMG (BURDEN e BARLETT, 1999), Valor Médio do Sinal EMG (BURDEN e BARLETT, 1999) e Valor Fixo do Sinal EMG (ROBERTSON, 2004). No entanto a seleção de um método específico depende fortemente do desenho do estudo e da questão de pesquisa (Burden, 2010). Como dito no tópico anterior, os estudos analisados não relataram a realização de processos de normalização claramente.

A partir das informações fornecidas nos artigos incluídos nesta revisão, pode-se inferir que uma média de ativação muscular em um momento relatado como linha de base foi considerada para a

determinação do que seria uma contração “on” (ativa). No entanto, se relacionarmos essa informação com os métodos de normalização empregados em adultos, se faz necessário um momento em que, de fato, houvesse um repouso das musculaturas analisadas. De uma forma geral, os estudos não citam como e se houve esse controle do momento de repouso para a análise do baseline – talvez realizado pela análise do posicionamento do braço?. É sabido que estudos realizados com lactentes são difíceis de serem controlados no que diz respeito a possibilidade de se contar com a colaboração dos voluntários. Diferentemente de um adulto, os lactentes não iniciam o movimento de alcance sempre na mesma posição por solicitação do avaliador, o que interfere na análise da presença ou não de contração muscular desde o início do movimento. Dessa forma, a especificação do método utilizado para a obtenção dessas informações se faz necessária. Até mesmo para que se conclua se realmente é possível utilizar essa forma de análise com a população de lactentes.

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 da acurácia 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 resultados encontrados foram 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 eletromiografia, permitindo uma detecção mais precisa e com maior confiabilidade (Staude e Wolf, 1999). De acordo com o exposto, questiona-se se há segurança na utilização da identificação da ativação muscular visual, já que análises visuais podem incorrer em diferenças intraexaminadores.

Realizando uma análise dos estudos da presente revisão, observa-se que as pesquisas iniciais com eletromiografia no alcance manual de lactentes utilizavam uma análise restritamente visual da ativação muscular ao longo do movimento (Thelen et al., 1993; Out et. al., 1998). No entanto, nestes estudos, aparentemente não houve a necessidade do uso de técnicas de processamento de sinais mais complexas, já que as análises objetivavam informações mais gerais de comportamento da contração muscular ao longo do movimento sem necessariamente visar magnitude dessa ativação. Além disso, esses estudos tiveram sua importância como estudos pioneiros no uso da eletromiografia em lactentes. Com o passar do tempo, iniciou-se a utilização das variáveis de uma forma mais

quantitativa – como a utilização da porcentagem de frequência da ativação muscular, identificação do motor primário e relações de magnitude de ativação e coativação muscular entre duas condições de avaliação - vindas para tentar responder perguntas que outras ferramentas de análise não foram capazes. No entanto, quase 3 décadas se passaram e pouco se evoluiu com relação à padronização de parâmetros de obtenção e processamento de sinais em lactentes, fato que pode levar a erros importantes na interpretação dos dados, além de dificultar a possibilidade de comparação entre estudos.

Diante desta questão, destacamos a importância da referência ao procedimento utilizado para aquisição dos sinais, bem como melhor clareza no processo da análise dos sinais eletromiográficos. Tais aspectos garantem a qualidade e fidedignidade dos dados nas publicações, além da possibilidade de comparação entre elas. Para tanto, seria indicada uma padronização que guiasse a elaboração das pesquisas com lactentes quando envolvesse o uso da eletromiografia.

d) Qual a qualidade metodológica dos estudos que abordam o tema?

Concomitantemente à análise dos fatores relacionados à avaliação eletromiográfica, foi analisada a qualidade metodológica dos artigos incluídos neste estudo. 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 os demais tiveram qualidade metodológica classificada como razoável. Observa-se que os 3 primeiros estudos datam de 1993, 1998 e 2000 com notas 5, 9 e 5 respectivamente. Acreditamos que isso se deve à dificuldade de estudos pioneiros conseguirem desenvolver uma metodologia técnica considerada de alta qualidade - pelas escalas destinadas ao propósito - com um instrumento nunca utilizado com bebês, pois a Tabela 2 mostra que a pior avaliação se refere à metodologia e estatística desses estudos. Porém, são estudos pioneiros no uso da eletromiografia no alcance manual de lactentes e eles contribuíram muito para novas perspectivas e serviram de estímulo para o desenvolvimento de novos estudos na área com métodos mais robustos, como pode ser visto nos outros dois estudos desse artigo.

Considerações Finais

A eletromiografia ainda é uma ferramenta pouco utilizada na avaliação do alcance manual de lactentes. Ela tem sido utilizada com a finalidade de investigar o comportamento muscular no desenvolvimento do alcance manual de lactentes típicos em diferentes posturas, assim como se esses aspectos musculares podem influenciar outras características do alcance. Diante dos estudos analisados, não há um consenso em como realmente ocorre o padrão de ativação muscular ao longo do desenvolvimento do alcance, assim como não há respostas consistentes sobre a influência da postura na relação da ativação muscular com outras características do alcance

De uma forma geral, os estudos não apresentam a descrição de diversos parâmetros recomendados pela ISEK tanto no momento da aquisição quanto do processamento dos sinais. A não descrição dos parâmetros utilizados, bem como a técnica empregada para detecção de sinais, somadas à dificuldade visível de normalização dos dados nessa população prejudica a interpretação dos resultados, já que pode suceder em erros, além de interferir no processo de padronização para realização de novos estudos utilizando a mesma ferramenta. Foi possível observar que mesmo após 3 décadas do início do uso do EMG em estudos com alcance manual em lactentes pouco se evoluiu no seu uso ao longo dos anos.

Diante de todas as particularidades envolvidas na utilização da eletromiografia como instrumento de análise, é notável que a metodologia empregada na aquisição e processamento dos dados influencia o resultado obtido. Essa ferramenta pode ser bastante útil na interpretação de fatores ainda não respondidos no alcance manual, como o comportamento de ativação muscular – seja no próprio desenvolvimento da habilidade, seja no resultado de intervenções voltadas para a melhora da habilidade – no entanto, a falta de artigos com boa qualidade metodológica acerca do tema é um fator dificultador para a obtenção da padronização de parâmetros na utilização da eletromiografia na habilidade de alcance manual em lactentes. Dessa forma, salientamos a necessidade de novos estudos com melhor descrição dos parâmetros utilizados e com melhor qualidade metodológica sobre o tema.

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.

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.

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.

Hadders-Algra, M., Van Der Fits, I. B.M., Stremmelaar, E. 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. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. J Electromyogr Kinesiol Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, *10*(July 2016), 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*, 120–123.

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., MY, P., & JF, Y. (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. *Biol. Proced. Online*, *8*(1), 163–163.

- Resende, A. P. M., Nakamura, M. U., Ferreira, E. A. G., Petricelli, C. D., Alexandre, S. M., & Zanetti, M. R. D. (2011). Eletromiografia de superfície para avaliação dos músculos do assoalho pélvico feminino: revisão de literatura. *Fisioterapia e Pesquisa*, 18(3), 292–297.
- 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 kinesiological 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.
- 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).
- 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 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 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. M., Flikweert, E. R., Stremmelaar, E. F., Martijn, A., & Hadders-Algra, M. (1999). Development of postural adjustments during reaching in preterm infants. *Pediatric Research*, 46(1), 1–7.
- 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.
- Zaal, F. T. J. M., Daigle, K., Gottlieb, G. L., Thelen, E., & Thelen, E. (2018). *An Unlearned Principle for Controlling Natural Movements*.

Capítulo 5

Artigo 2: Efeito do treino funcional do alcance manual com peso adicional em lactentes: um ensaio clínico randomizado

Manuscrito em elaboração - será submetido após contribuição da banca

Resumo

Objetivo: Investigar os efeitos do peso adicional em um treinamento funcional de longo prazo, no alcance manual de lactentes a termo com peso adequado ao nascimento (PAN) e pré-termo com baixo peso ao nascimento (BPN). **Métodos:** Foram realizados dois ensaios clínicos paralelamente, 32 lactentes PAN e 34 BPN 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), após uma intervenção com um programa de treinamento funcional do alcance por 4 semanas (8 sessões). Variáveis eletromiográficas, cinemáticas e categóricas foram avaliadas. **Resultados:** No ensaio clínico 1 (PAN), o grupo intervenção apresentou melhores parâmetros neuromusculares e melhor desfecho funcional no pós-treino. No ensaio clínico 2 (BPN), o grupo controle apresentou melhores parâmetros espaço-temporais na retenção, sem diferença no sucesso da preensão. **Conclusão:** O treino com peso adicional é benéfico para os lactentes PAN e o treino da habilidade do alcance sem carga é mais benéfico para os lactentes BPN.

Palavras-chave: alcance manual, treinamento funcional, eletromiografia, recém-nascido, recém-nascido de baixo peso.

1 Introdução

É sabido que o alcance manual é parte essencial para o desenvolvimento motor (Corbetta & Bojezyk, 2002), social (Fogel et al., 1992), perceptual (Corbetta et al., 2000) e cognitivo (Thelen et al., 2001) de lactentes. Nas últimas décadas, as características dessa habilidade têm sido estudadas e foi observado que diferenças são encontradas ao se comparar o movimento de lactentes a termo com aqueles com risco para atraso no desenvolvimento neurossensoriomotor, como, por exemplo, os nascidos prematuros com baixo peso. Esses lactentes, aos 6 meses de idade corrigida, 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 (Oliveira, 2015), além de menores magnitudes de ativação muscular e coativação entre bíceps e tríceps, provavelmente devido a uma menor massa muscular e a um tônus muscular diminuído (Fonseca, 2015). Fallang et al. (2005), em estudo com lactentes prematuros, relacionou alterações no movimento de alcance com o desenvolvimento de uma discreta disfunção neurológica na idade escolar. Esses achados sugerem que a presença de atrasos e distúrbios do alcance podem prever precocemente futuros distúrbios do desenvolvimento e destacam a importância essencial de promover intervenções motoras focadas no alcance de lactentes prematuros (Fonseca et. al., 2018).

Atualmente, muito se diz em relação à relevância funcional do uso de protocolos terapêuticos. Ulrich (2010) afirma que os treinos devem enfatizar as atividades da vida diária de forma a proporcionarem às crianças a capacidade de moverem ativamente seus membros e corpos no espaço, para que então, elas possam responder a perturbações realistas do ambiente, demonstrando, assim, a capacidade de se adaptarem de forma adequada. Sabe-se que a aprendizagem motora é específica

ao contexto (Gilbert, Li & Piech, 2009), ou seja, ao utilizarmos estratégias de práticas direcionadas a uma habilidade motora específica estamos proporcionando a chegada de inúmeros estímulos sensoriais ao sistema nervoso central (Kandel, Schwartz & Jessel, 2003), favorecendo, assim, a mudança na estrutura e função neuronal (Cotman & Berchtold, 2002) com conseqüente mudança na habilidade motora praticada.

Alguns estudos com foco no treinamento do alcance manual têm sido desenvolvidos nos últimos anos com respostas favoráveis, ainda que de forma inicial, tanto em lactentes a termo quanto em lactentes prematuros. Os resultados, em lactentes a termo, apontam um aumento no número de alcances (Lobo, Galloway, & Savelsbergh, 2004; Lobo & Galloway, 2008, Carvalho et. al., 2008) e na velocidade de alcance, além de uma diminuição da duração total do movimento e de promover o desenvolvimento de estratégias compatíveis com o tipo de objeto utilizado (Cunha, Soares, Ferro, & Tudella, 2013; Cunha, Woollacott, & Tudella, 2013; Cunha, Lobo, Kokkoni, Galloway, 2016). Os estudos conduzidos com lactentes prematuros, por sua vez, apresentaram respostas como: o aumento na frequência de alcances bimanuais (Soares, van der Kamp, Savelsbergh, & Tudella, 2013), a diminuição da velocidade de pico e de unidades de movimento (Guimarães & Tudella, 2015).

Buscando um desempenho ainda melhor da habilidade, alguns estudos aliaram manipulações ambientais ao treino do alcance manual propriamente dito. Entre eles, é possível destacar o uso de luvas aderentes e o peso adicional. O treinamento com luvas aderentes proporcionou um aumento do número de alcances e de preensões do objeto (Needham, Barret & Peterman, 2002), além de aumentar a frequência de contatos mão-brinquedo, alcances bimanuais e com mão semiaberta (Nascimento *et al.*, 2019).

O uso do peso adicional durante o treinamento do alcance manual é bastante inicial, tanto em lactentes a termo quanto em prematuros; Lima (2019) observou que o recurso foi capaz de aumentar a frequência de preensões com sucesso em lactentes prematuros com baixo peso ao nascer. Entretanto, seu uso em estudos transversais – não associados ao treinamento – apresentaram resultados animadores como: um aumento na frequência de mão verticalizada, diminuição na frequência de mão aberta (Fonseca et. al., 2018), melhor sincronia entre os membros superiores em alcances bimanuais (ROCHA et al., 2009), diminuição dos picos de aceleração e desaceleração do braço, aumento da velocidade média do movimento (TOLEDO et al., 2012), aumento da ativação dos músculos bíceps braquial e deltoide, além de favorecer um movimento com trajetória mais retilínea e menor número de unidades de movimentos (Fonseca, 2015).

Diante do exposto, nota-se a importância da realização de ensaios clínicos que unam o treino funcional do alcance manual com recursos adicionais, como o peso adicional, tanto em lactentes a termo quanto naqueles com risco para atraso no desenvolvimento neurosensoriomotor. Dessa forma, para o presente estudo foram conduzidos dois ensaios clínicos paralelos – com um grupo de lactentes a termo com peso adequado ao nascimento e um grupo de lactentes prematuros com baixo peso ao nascimento – com o objetivo de analisar os efeitos do treinamento funcional com peso adicional na habilidade de alcance manual.

2 Métodos

2.1 Desenho do estudo

O presente estudo é formado por dois ensaios clínicos controlados randomizados e com modelo de grupos paralelos balanceados. Ambos os protocolos seguiram as diretrizes do CONSORT 2010. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de Brasília (parecer número 2.226.242 – Anexo 2) e registrado na plataforma *Clinical Trials* (protocolo n. NCT03405181).

2.2 Participantes

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 e setembro de 2018. Todos os participantes tiveram o consentimento formalizado pela assinatura por parte dos responsáveis do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Ao início do projeto, foi realizado 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. Desta forma, foi estabelecido um número mínimo de 15 participantes para cada grupo do protocolo (Grupo Placebo e Grupo Intervenção), em cada ensaio clínico/grupo de lactentes (Grupo a termo com peso adequado ao nascer e Grupo pré-termo com baixo peso ao nascer), totalizando o montante mínimo de 60 lactentes.

O Grupo Pré-termo com baixo peso ao nascer (BPN) foi composto por 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 - GCB ($n=17$; 11 meninas) e grupo intervenção – GIB ($n=17$, 9 meninas). No Grupo A termo com peso adequado ao nascer (PAN), fizeram parte 32 lactentes a termo com idade gestacional entre 37-41 semanas e 6 dias ($M=39,1 \pm 1,1$ semanas de gestação) e peso adequado ao nascer (acima de 2500g/ $M= 3324,78g \pm 431,92g$). Os participantes foram randomicamente alocados no grupo controle - GCA ($n=16$; 7 meninas) e grupo intervenção – GIA ($n=16$, 10 meninas).

A randomização foi feita eletronicamente e para ocultação da sequência estabelecida, foram utilizados envelopes opacos e lacrados, numerados sequencialmente. Optou-se pela randomização em blocos para cada grupo de lactentes (PAN e BPN), com objetivo de assegurar igual distribuição do número de participantes nos subgrupos de estudo (GCB, GIB, GCA e GIA). Três examinadores foram mascarados para os grupos ao realizar as avaliações e análise de dados. A avaliação inicial foi realizada com os lactentes aos 6 meses de idade corrigida para o grupo BPN e cronológica para o grupo PAN (± 7 dias), e todos 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 3. Características da amostra (média \pm desvio padrão) por grupo

Grupo	Característica	GC (n=17)	GI (n=17)	<i>p</i>
BPN	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
PAN	Idade gestacional (semanas)	39,2 \pm 1,3	39,0 \pm 1	0,596
	Peso de nascimento (g)	3270,7 \pm 343,8	3388,8 \pm 508,5	0,411
	Peso na 1ª avaliação (g)	7609,8 \pm 783,8	7104,4 \pm 880	0,569
	AIMS (percentil)	61,5 \pm 13,62	58,7 \pm 13,9	0,097
	Frequência total de alcances pré-treino	11,7 \pm 4,1	11,5 \pm 6,2	0,693

p: valor do *t-student*

AIMS: *Alberta Infant Motor Scale*

Foram excluídos os lactentes que apresentassem os seguintes critérios: (a) anóxia, (b) sinais de complicações neurológicas, (c) malformações congênitas, (d) síndromes, (e) alterações visuais ou auditivas, (f) dificuldades cardiopulmonares.

2.3 Procedimentos relacionados as avaliações

Todas as avaliações seguiam a mesma sequência de procedimentos, exceto pela avaliação inicial, que foi acrescida de duas etapas, sendo elas:

a-) Aplicação da escala *Alberta Infant Motor Scale* – AIMS: realizada em superfície rígida e seguindo as recomendações previstas no manual do instrumento. Todas as avaliações foram realizadas por uma fisioterapeuta treinada na aplicação da escala.

b-) Realização das medidas antropométricas dos membros superiores dos lactentes: peso corporal (gramas), comprimento do braço (distância do acrômio à linha articular do cotovelo, em centímetros) e antebraço (distância da linha articular do cotovelo à do punho, em centímetros), circunferência do terço proximal do braço e antebraço (em centímetros) e largura da mão (distância transversal entre o segundo e quinto metacarpo, em centímetros (Figura 11). As medidas foram aferidas para cálculo da massa do membro superior pela equação de regressão de Schneider e Zernicke (1993) e então estimar 20% da massa total do membro superior o qual foi adicionado ao bracelete fixado nos punhos dos lactentes durante a intervenção.

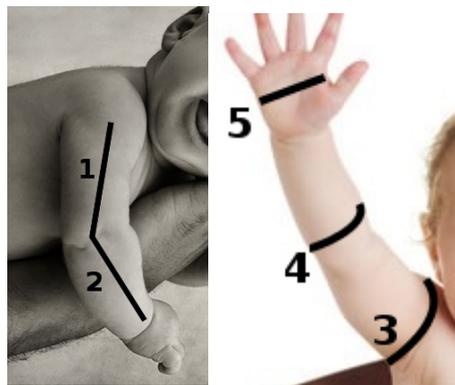


Figura 11: Ilustração das medidas antropométricas dos membros superiores: 1) comprimento do braço; 2) comprimento do antebraço; 3) circunferência do braço; 4) circunferência do antebraço terço proximal; 5) largura da mão. (Fonte: Fonseca, 2015.)

Todos os bebês foram avaliados nas mesmas condições nas três avaliações, em estado de alerta inativo ou ativo (Prechtl & Beintema, 1964) e somente de fraldas.

Os procedimentos relatados a seguir foram os mesmos nos três momentos avaliativos contidos no protocolo de avaliação, sendo: (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.

Primeiramente foi realizada a preparação da pele dos lactentes utilizando algodão e álcool 70%. Em seguida, um marcador retrorreflexivo foi anexado aos punhos dos bebês (região dorsal do carpo) (Carvalho, Tudella, & Savelsbergh, 2007; Toledo & Tudella, 2008) a fim de tornar conhecida a posição e a orientação dos segmentos corporais num espaço tridimensional. E então, os eletrodos de superfície da análise eletromiográfica foram posicionados nos ventres musculares das seguintes musculaturas: Bíceps Braquial (BB), Tríceps Braquial (TB) e Deltoide (DE) (Barela & Almeida, 2006; Graaf-Peters et. al, 2007) (Figura 12). Todos os dispositivos foram fixados em ambos os membros superiores usando fita hipoalergênica e descartável.



Figura 12: Ilustração do posicionamento dos marcadores reflexivos para análise cinemática e eletrodos de EMG em membro superior do lactente no momento da avaliação. (Fonte: Próprio autor.)

Os lactentes 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 durante o procedimento de teste. 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 a fim de eliciar um novo movimento. Os alcances foram estimulados até o final do tempo ou interrompidos quando o bebê chorava.

2.3.1 Instrumentação

O movimento do alcance foi avaliado por meio de análise eletromiográfica, cinemática e preensão.

a-) Análise eletromiográfica:

Foi realizada através de um eletromiógrafo portátil com sistema de coleta de dados Delsys, modelo Trigno Wireless System (Trigno™ Wireless EMG Delsys). Foram utilizados oito canais ativos, com eletrodos de superfície e sem acoplamento de fio, permitindo que o lactente tivesse maior liberdade de amplitude de movimento dos membros superiores e maior conforto para a realização do movimento (BARELA E ALMEIDA, 2007).

O eletromiógrafo (Trigno™ Wireless EMG Delsys) possui canais com amplitude de entrada de ± 5 V, conversor analógico-digital de 16 bits de resolução, nível de ruído basal $< 0.75 \mu V$ e modo de rejeição comum > 80 db. Cada eletrodo possui 4 barras de prata na interface sensor-pele (dimensões dos contatos 5 x 1 mm), com distância fixa de 10mm e contornos para estabilidade máxima do sinal (Figura 13).



Figura 13: Eletromiógrafo Trigno™ Wireless EMG Delsys com eletrodos. (Fonte: Fonseca, 2015.)

Os canais foram ajustados com uma amostragem de 2000 Hz e um ganho de 300 vezes.

b-) Análise cinemática e prensão:

A análise dos membros superiores durante a trajetória do alcance foi realizada utilizando o Sistema Qualysis (QTM - Qualisys Track Manager). A frequência de captura das câmeras foi pré-fixada em 200 Hz e foram utilizados os marcadores padronizados. Para tanto, 7 câmeras do sistema foram posicionadas em volta da cadeira infantil. Além disso, uma câmera, tipo *webcam*, foi posicionada superiormente para identificar o início e o final de cada movimento, bem como, para a análise do sucesso da prensão.



Figura 14: Arranjo experimental - set de coleta com câmeras do sistema Qualisys (QTM - Qualisys Track Manager) e cadeira infantil. (Fonte: Fonseca, 2015.)

Foi realizada a calibração dos sistemas ao início de todas as avaliações. Todos os equipamentos foram sincronizados entre si para garantir a precisão da análise do movimento.

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. Os lactentes do GI (GIB e GIA) fizeram uso de um bracelete nos punhos com peso correspondente a 20% da massa total do seu membro superior - no dia da avaliação pré-treino - e os lactentes dos grupos GC (GCB e GCB) fizeram uso do mesmo bracelete, porém, sem nenhum peso adicional, passando ambos os grupos pelo mesmo treinamento.



Figura 15: Protocolo de intervenção na casa dos lactentes (Fonte: Lima, 2019).

2.5 Descrição dos desfechos e Variáveis

As variáveis eletromiográficas foram os desfechos primários; a cinemática e o sucesso da preensão foram os desfechos secundários.

As variáveis eletromiográficas avaliadas foram:

a-) Ativação Muscular – valores de RMS (Root Mean Square) após normalização dos músculos Bíceps Braquial (BB), Tríceps Braquial (TB) e Deltoide (DE).

As variáveis eletromiográficas foram calculadas para cada fase da Unidade de Transporte pré-determinada na rotina de análise de dados, sendo elas: Aceleração, Pico e Desaceleração.

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-) 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).

A variável “Sucesso da preensão” 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).

2.6 Análise de Dados

O início do alcance foi estabelecido como sendo o quadro que mostra o primeiro quadro de movimento de um ou ambos os membros superiores em direção ao objeto. O final do alcance foi determinado como o frame 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.

A partir da análise de início e final de cada movimento de alcance as fases seguintes do processamento dos sinais coletados foram realizadas por meio de uma rotina do Matlab (Release 2017b, MathWorks Inc, USA) desenvolvida para este fim. Inicialmente, após os recortes dos alcances de cada lactente, foi realizada a filtragem dos dados cinemáticos (Butterworth de 2ª ordem) e eletromiográficos (Butterworth de 4ª ordem e passa banda com frequência entre 20 Hz e 400 Hz).

Foi realizado o cálculo do número de unidades de movimento e determinou-se a Unidade de Transporte, definida como a primeira Unidade de Movimento (De Graaf-Peters, Bakker, Van Eykern, Otten, & Hadders-Algra, 2007). Em seguida, calculou-se a proporção de duração da Unidade de Transporte em relação ao tempo total do alcance, bem como as seguintes fases desta de acordo com o perfil de velocidade do movimento: Aceleração (correspondente aos primeiros 47,5% de duração da UT), Pico (referente ao pico da velocidade da UT, acrescido dos 2,5% imediatamente antes e após o mesmo) e Desaceleração (últimos 47,5% de duração da UT).

A partir da identificação das fases foi realizado o cálculo da variável Ativação Muscular utilizando o RMS (root mean square). A normalização do sinal eletromiográfico foi realizada por meio do RMS médio em um janelamento com tamanho correspondente a 100 amostras, para um fator de normalização mais real.

A fim de buscar um significado cinesiológico do movimento, a variável foi determinada na fase de Aceleração e Pico para os três músculos avaliados (BB, TB e DE), e também para a fase de desaceleração somente no Tríceps.

Por fim, a variável “Sucesso da Preensão” foi avaliada por meio da imagem advinda da câmera webcam. Para a confiabilidade da codificação dessa, 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).

Todas as variáveis foram analisadas por um observador especialista cego para a alocação dos bebês aos grupos.

2.7 Análise estatística

Os dados foram analisados por meio do programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 22.0, adotando-se os princípios da intenção de tratar (ITT) (Armijo-Olivo, Warren, & Magee, 2016). Foi observada uma perda de dados total correspondente a 16,6%. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste Shapiro-Wilk, e os pressupostos de homogeneidade foram confirmados pelo teste de Levene. Foi constatado que as variáveis “Sucesso na preensão”, “Ativação muscular”, “Unidades de movimentos”, e “Unidade de transporte”, apresentaram uma distribuição não-paramétrica. Para as variáveis idade gestacional, peso ao nascimento, peso corporal, AIMS e frequência total de alcance, os pressupostos de normalidade foram atendidos.

Os ensaios clínicos (Ensaio Clínico 1 - PAN e Ensaio Clínico 2 - BPN) foram analisados de forma independente. As comparações entre grupos ocorreram em cada um dos ensaios clínicos separadamente, considerando os grupos experimentais (GC e GI).

Para verificar se os grupos eram semelhantes nos momentos de avaliação quanto às variáveis idade gestacional, peso ao nascimento, peso corporal, AIMS e frequência total de alcance, foi utilizado o teste t-student para amostras independentes.

A variável categórica – Sucesso da Preensão – foi analisada pela proporção de sua ocorrência em relação ao número de alcances e utilizou-se o teste Qui-quadrado para as comparações entre grupos (GC e GI) e entre as avaliações (Pré-teste, Pós teste e Retenção), em cada ensaio clínico (PAN e BPN).

Os dados quantitativos contínuos – Ativação Muscular, Unidades de Movimento e Unidade de Transporte - foram analisados utilizando valores médios de alcance para cada lactente. Devido à não normalidade dos dados, optou-se pela utilização do teste não paramétrico de U de Mann-Whitney para comparar os grupos experimentais (GC e GI) em cada avaliação (pré-treino, pós-treino, retenção). Para testar as diferenças ao longo do tempo (entre os momentos das avaliações - pré-treino, pós-treino e retenção), em cada grupo experimental (GC e GI), para cada músculo (BB, TB e DE) e em cada fase do movimento (Aceleração, Pico e Desaceleração), utilizou-se o teste de Friedman para medidas repetidas com post hoc pelo teste de Wilcoxon pareado. A significância adotada para as análises foi de 5% ($p < 0,05$) para os testes de Qui-quadrado, U de Mann-Whitney e Friedman, sendo que para as comparações múltiplas com o teste de Wilcoxon, a significância foi corrigida para 1,7% ($p < 0,017$).

O tamanho do efeito foi calculado usando o valor de 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 ($V = \sqrt{X^2 / \text{amostra total} - \text{grau de liberdade}}$, onde $V \leq 0,1$: efeito pequeno; $V \geq 0,2$ e $\leq 0,4$: efeito moderado; $V \geq 0,5$: efeito alto).

O manejo dos dados perdidos foi realizado por meio de processo de imputação simples, utilizando-se os valores da média do grupo (Armijo-Olivo, Warren, & Faculty, 2009).

2 Resultados

No ensaio clínico 1 (PAN), 22 lactentes participaram das 3 avaliações previstas (pré-treino, pós-treino e retenção), 3 lactentes não foram na avaliação pós-treino, 5 lactentes não compareceram na avaliação de retenção e 2 lactentes faltaram tanto a avaliação pós-treino quanto retenção (Figura 16).

No ensaio clínico 2 (BPN), dezessete lactentes participaram das 3 avaliações previstas (pré-treino, pós-treino e retenção), 4 lactentes não compareceram na avaliação pós-treino, 11 lactentes não compareceram na avaliação de retenção e 2 lactentes faltaram tanto a avaliação pós-treino quanto retenção (Figura 17).

Os motivos das faltas foram principalmente devido a condições clínicas.

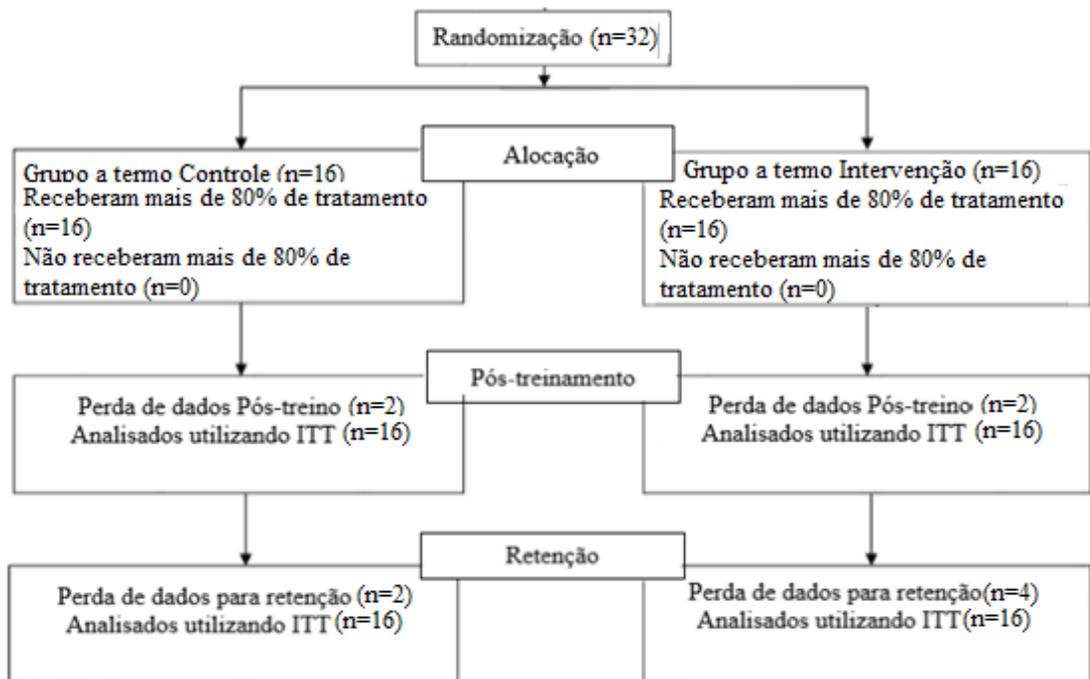


Figura 16: Fluxograma do Ensaio clínico 1 – PAN.

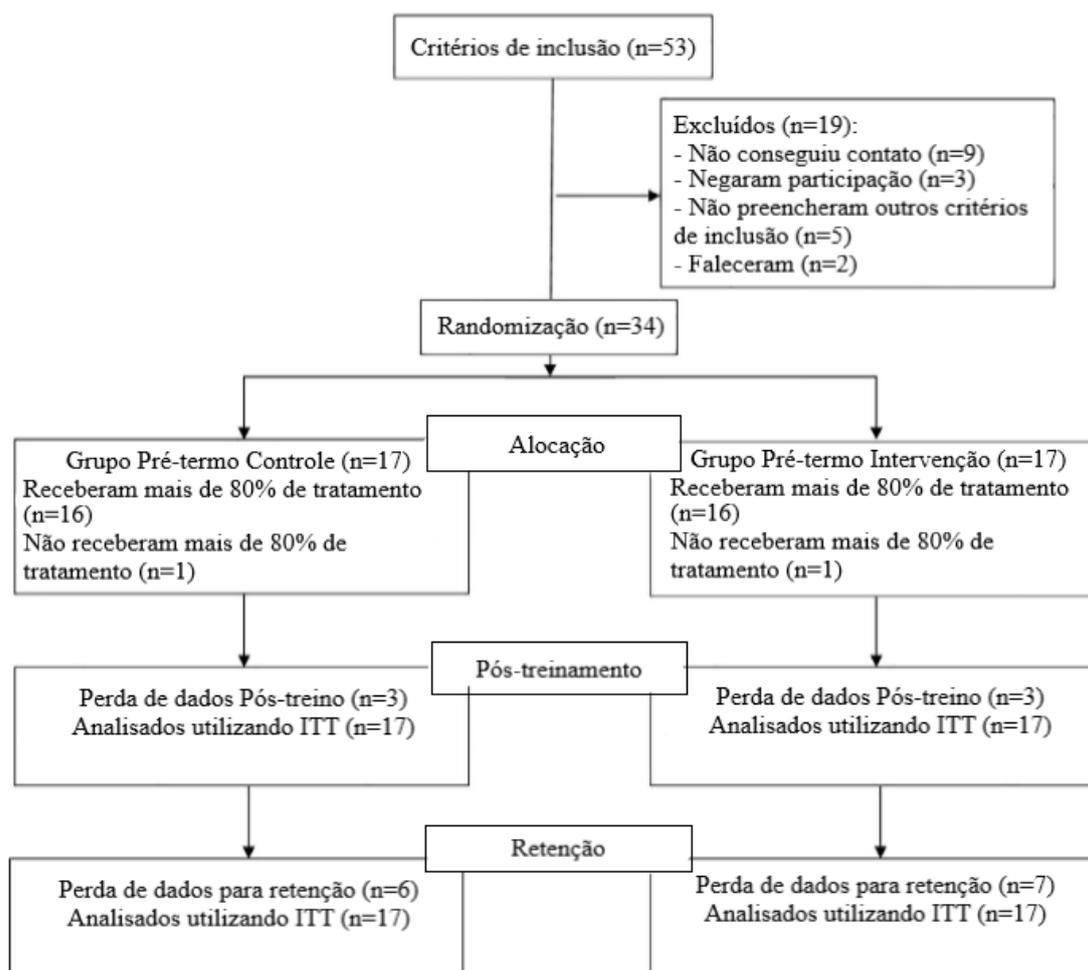


Figura 17: Fluxograma do Ensaio clínico 2 – BPN.

Foram analisados um total de 1904 movimentos de alcance para as variáveis categóricas - 1008 no ensaio clínico 1 - PAN e 896 no ensaio clínico 2 - BPN, vide Tabela 2. Nos dados contínuos - análise cinemática e eletromiográfica, 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, além de problemas de captação do sinal eletromiográfico pelos eletrodos (totalizando 946 movimentos para os lactentes PAN e 844 para os lactentes BPN). Os dados foram analisados utilizando valores médios dos alcances para cada lactente.

Tabela 4. Número de alcances analisados por ensaio clínico (PAN e BPN) e grupos de intervenção (GC e GI), em cada momento de avaliação (Pré-treino, Pós-treino e Retenção).

Variável		Pré- Treino	Pós-treino	Retenção	Total	
PAN	Categórica	GC	187	172	167	526
		GI	196	168	118	482
	Contínua	GC	184	157	150	491
		GI	185	158	112	455
Total		752	655	547	1954	
BPN	Categórica	GC	199	132	112	443
		GI	193	165	95	453
	Contínua	CG	194	127	96	417
		GI	180	156	91	427
	Total		766	580	394	1740

Seguindo a divisão utilizada para a análise dos dados, os resultados serão apresentados por ensaio clínico (ensaio clínico 1 - PAN e ensaio clínico 2 - BPN), nas variáveis utilizadas e em suas devidas comparações (entre grupos experimentais – GC e GI; e entre momentos – Pré-treino, Pós-treino e Retenção).

3.1 Ensaio Clínico 1 - Grupo a termo com peso adequado ao nascimento (PAN)

3.1.1 Variáveis eletromiográficas

a) Ativação Muscular (RMS)

Na avaliação entre os grupos, em cada momento, verificamos que na retenção não houve diferenças entre os grupos. No Pós-treino, a Ativação Muscular de Bíceps durante o Pico foi maior no GC ($p = 0,006$; $r = 0,49$) (Figura 18). Além disso, a ativação do músculo Tríceps foi menor no GI nas fases de Aceleração ($p = 0,017$; $r = 0,42$) (Figura 19), Pico ($p = 0,019$; $r = 0,41$) (Figura 20), e Desaceleração ($p = 0,019$; $r = 0,41$) (Figura 21). No músculo Deltoide, bem como para as demais fases da Unidade de Transporte e nos demais momentos de avaliação, não foram observadas diferenças.

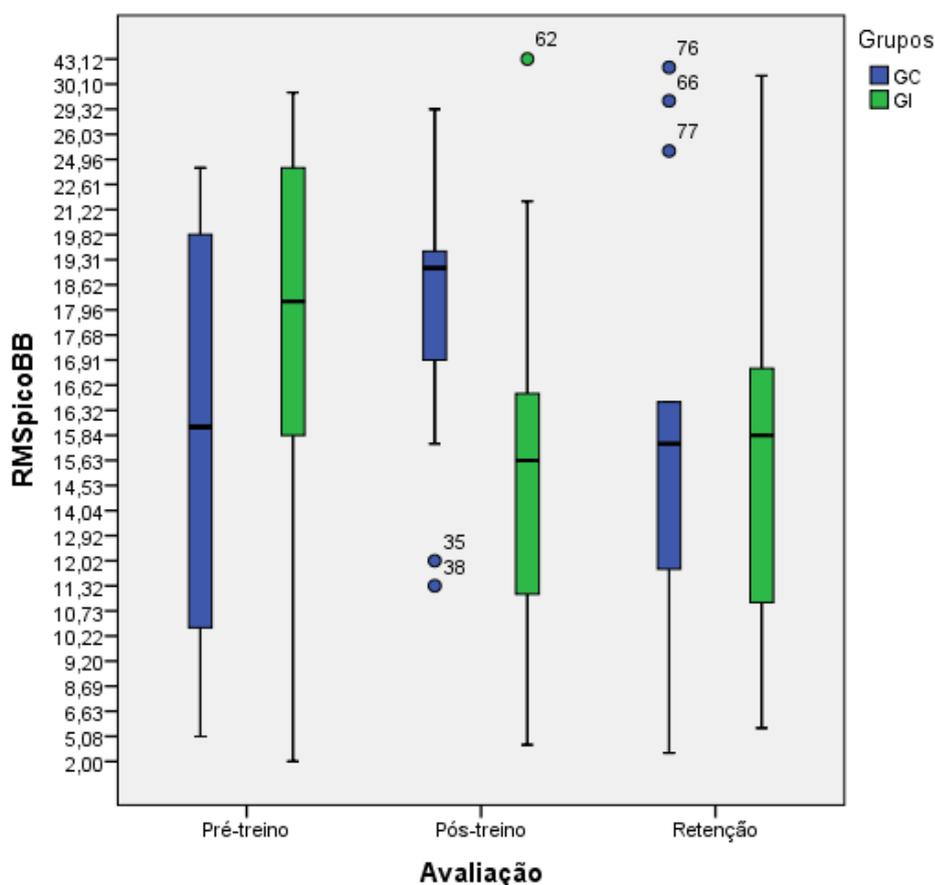


Figura 18: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) de Bíceps no Pico, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes A termo com Peso Adequado ao Nascimento (PAN).

Na análise ao longo do tempo, para verificar diferença entre os momentos de avaliação, foi possível observar diferença significativa no Grupo Controle (GC) durante a fase de aceleração do músculo Tríceps Braquial (TB) entre o Pré-treino e a Retenção ($p = 0,013$ e $r = 0,62$), e entre o Pós-treino e Retenção ($p = 0,006$ e $r = 0,69$) (Figura 19). Em ambas comparações, verificou-se uma diminuição da ativação do tríceps no momento da retenção. Para os demais músculos (Bíceps Braquial e Deltóide), nas demais fases da Unidade de Transporte (Aceleração, Pico e Desaceleração) e entre os demais momentos de avaliação, não foi observada diferença.

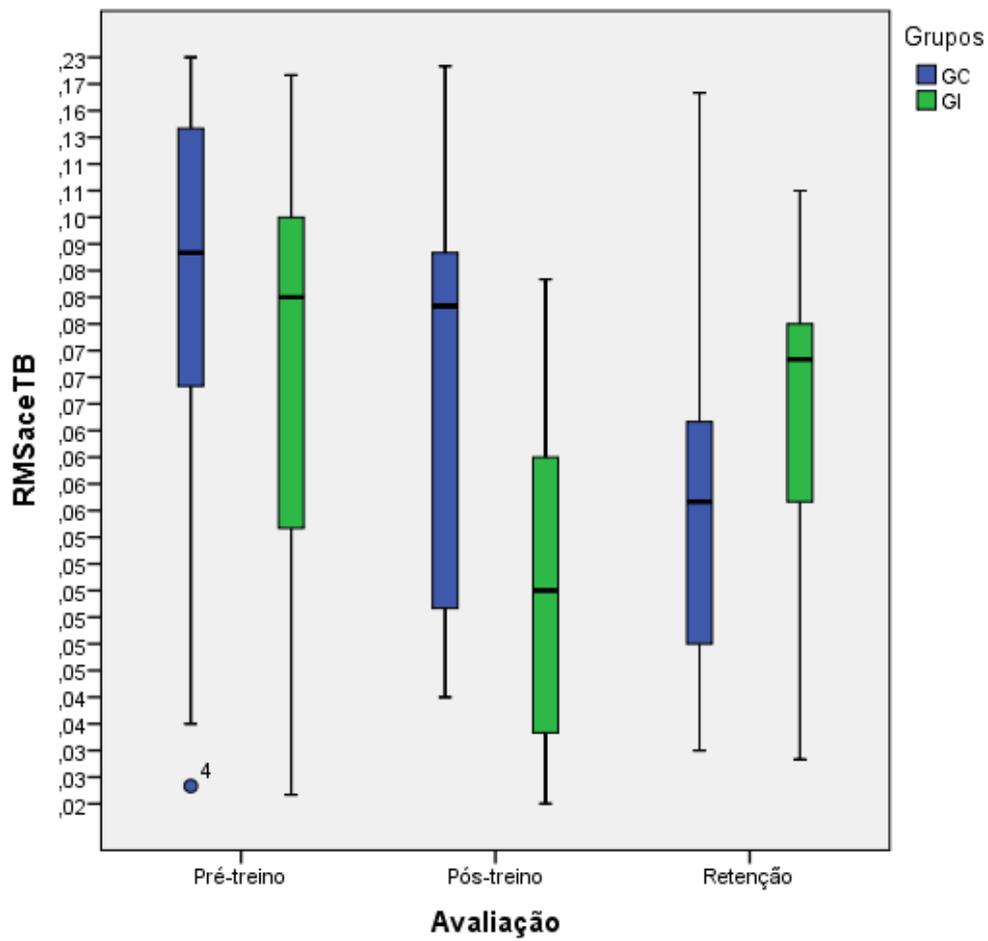


Figura 19: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) de Tríceps Braquial na Aceleração, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes A termo com Peso Adequado ao Nascimento (PAN)

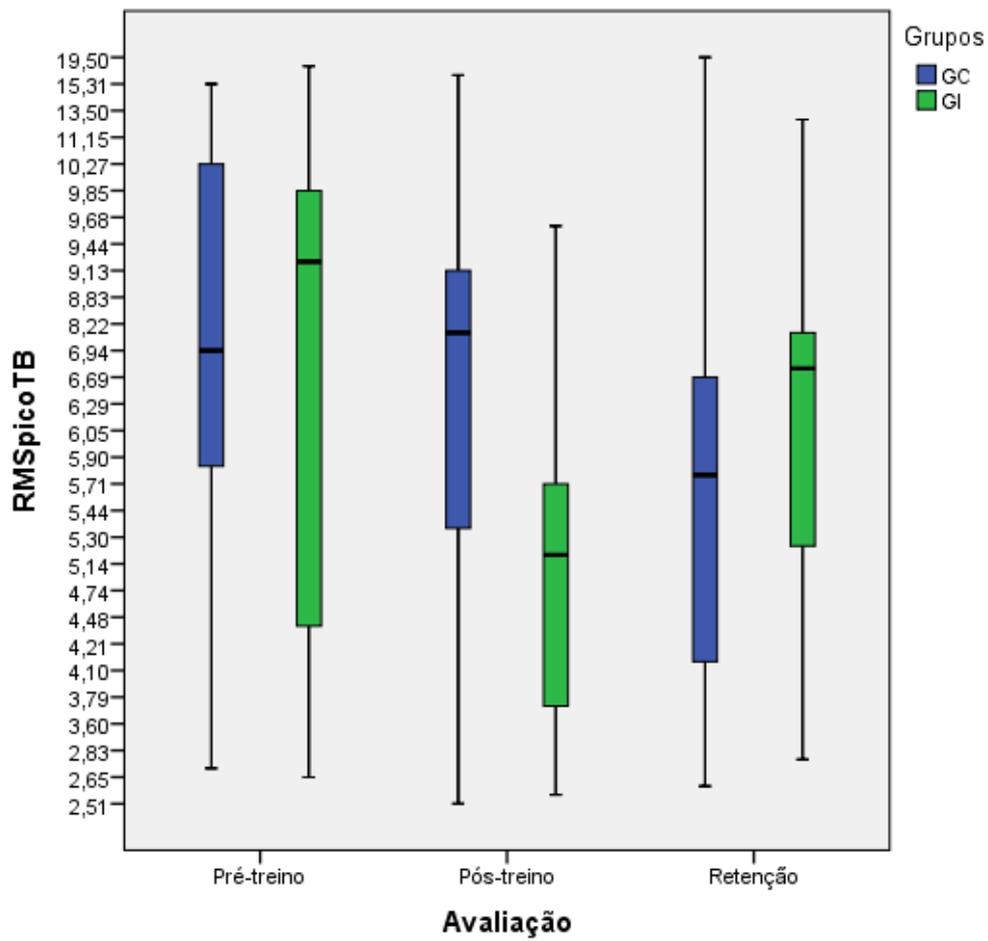


Figura 20: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) de Tríceps Braquial no Pico, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes A termo com Peso Adequado ao Nascimento (PAN)

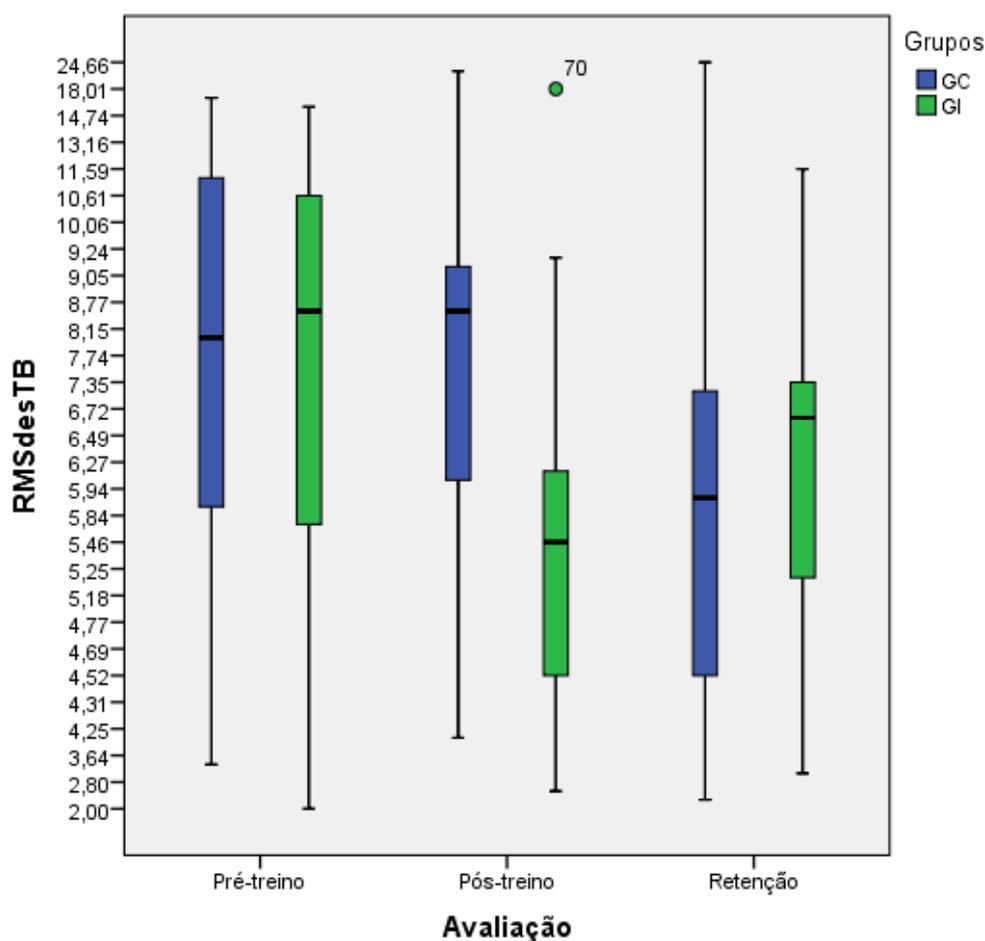


Figura 21: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) de Tríceps Braquial na Desaceleração, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes A termo com Peso Adequado ao Nascimento (PAN).

No Grupo Intervenção (GI), foi possível observar que a Ativação Muscular do Tríceps Braquial (TB) durante a fase de aceleração diminuiu significativamente entre o Pré-treino e Pós-treino ($p = 0,003$ e $r = 0,75$) e entre o Pós-treino e Retenção ($p = 0,015$ e $r = 0,61$) (Figura 19), bem como na fase do pico entre o Pré-treino e Pós-treino ($p = 0,003$ e $r = 0,74$) (Figura 20). Para o músculo Deltoide é possível observar o mesmo padrão de diferença no pico da UT entre o Pré-treino e a Retenção ($p = 0,008$ e $r = 0,65$) (Figura 22). Para os demais músculos, fases da Unidade de Transporte e entre os demais momentos de avaliação, não foi observada diferença.

Todos as análises anteriores mostraram um tamanho de efeito de moderado ($r > 0,4$) a alto ($r \geq 0,5$).

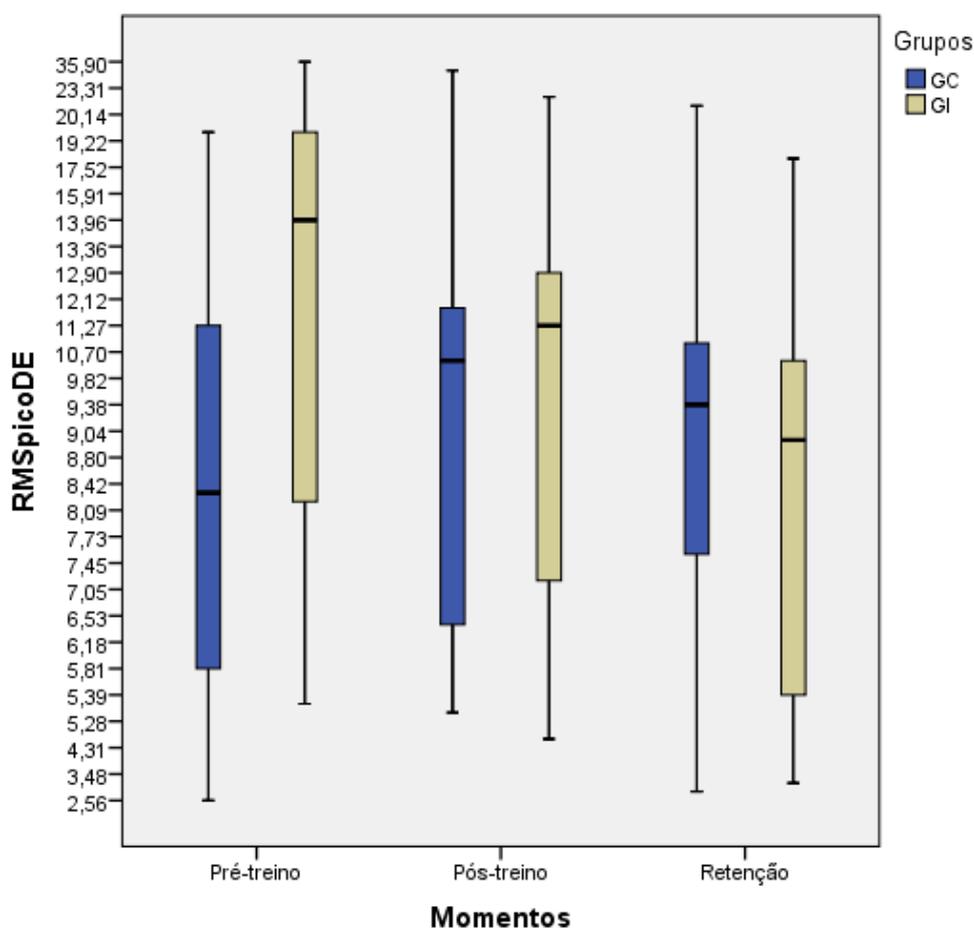


Figura 22: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) de Deltóide no Pico, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes A termo com Peso Adequado ao Nascimento (PAN).

3.1.2 Variáveis cinemáticas

A análise ao longo do tempo não mostrou efeito significativo em relação à variável Unidade de Transporte entre os momentos tanto em GC quanto em GI. O mesmo pode ser observado em relação à avaliação entre os grupos em cada momento.

Para a variável Unidade de Movimento, também não foi possível observar diferença significativa na análise ao longo do tempo tanto em GC quanto em GI. Fato que se repetiu na avaliação entre os grupos em cada momento.

3.1.3 Variável categórica

Na comparação entre os grupos, em cada momento avaliado, foi possível observar associação com relação ao Sucesso da Prensão no momento Pós-treino ($\chi^2 (1) = 4,16$; $p = 0,041$; $V = 0,21$) (Tabela 3), em que a proporção de prensão com sucesso foi maior no Grupo Intervenção (GI).

Tabela 5. Dados referentes à porcentagem de Prensão com Sucesso nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes com Peso Adequado ao Nascimento (PAN).

Grupo	Pré-treino (%)	Pós-Treino (%)	Retenção (%)
GC	90,90	100,00	84,50
GI	80,00	88,30	94,00

Na avaliação ao longo do tempo, não houve associações, tanto no GC quanto no GI, entre os momentos avaliados.

3.2 Ensaio Clínico 2 - Grupo pré-termo com baixo peso ao nascimento (BPN)

3.2.1 Variáveis eletromiográficas

a) Ativação Muscular (RMS)

Na análise entre os grupos, não houve diferença nos momentos Pré e Pós-treino. Na Retenção, a Ativação Muscular de Bíceps ($p = 0,020$; $r = 0,41$) (Figura 23) e Tríceps ($p = 0,022$; $r = 0,41$) (Figura 24) foi maior no GI durante a Aceleração. O músculo Deltóide apresentou menor ativação muscular na fase de Pico ($p = 0,014$; $r = 0,43$) (Figura 25). Nas demais fases da Unidade de Transporte e nos demais momentos de avaliação, não foi observada diferença entre os grupos.

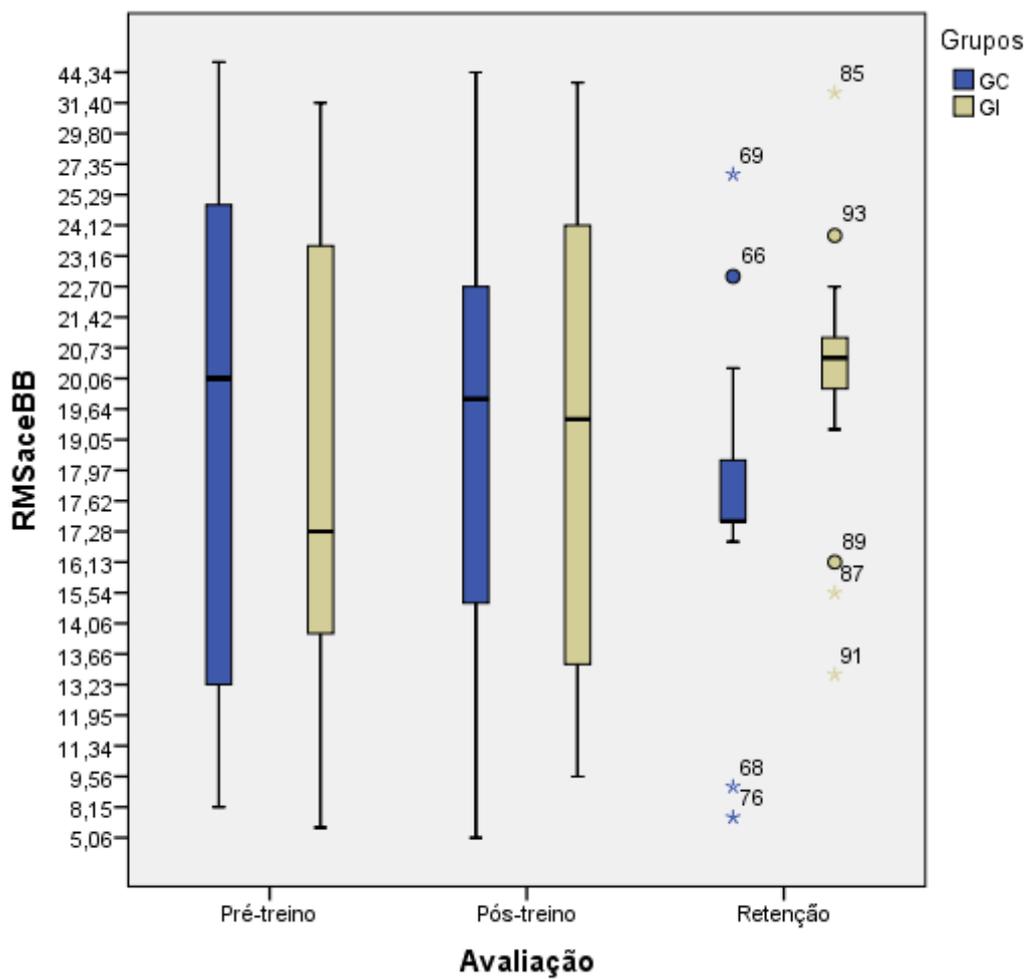


Figura 23: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) de Bíceps na aceleração, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes Prematuros com Baixo Peso ao Nascimento (BPN).

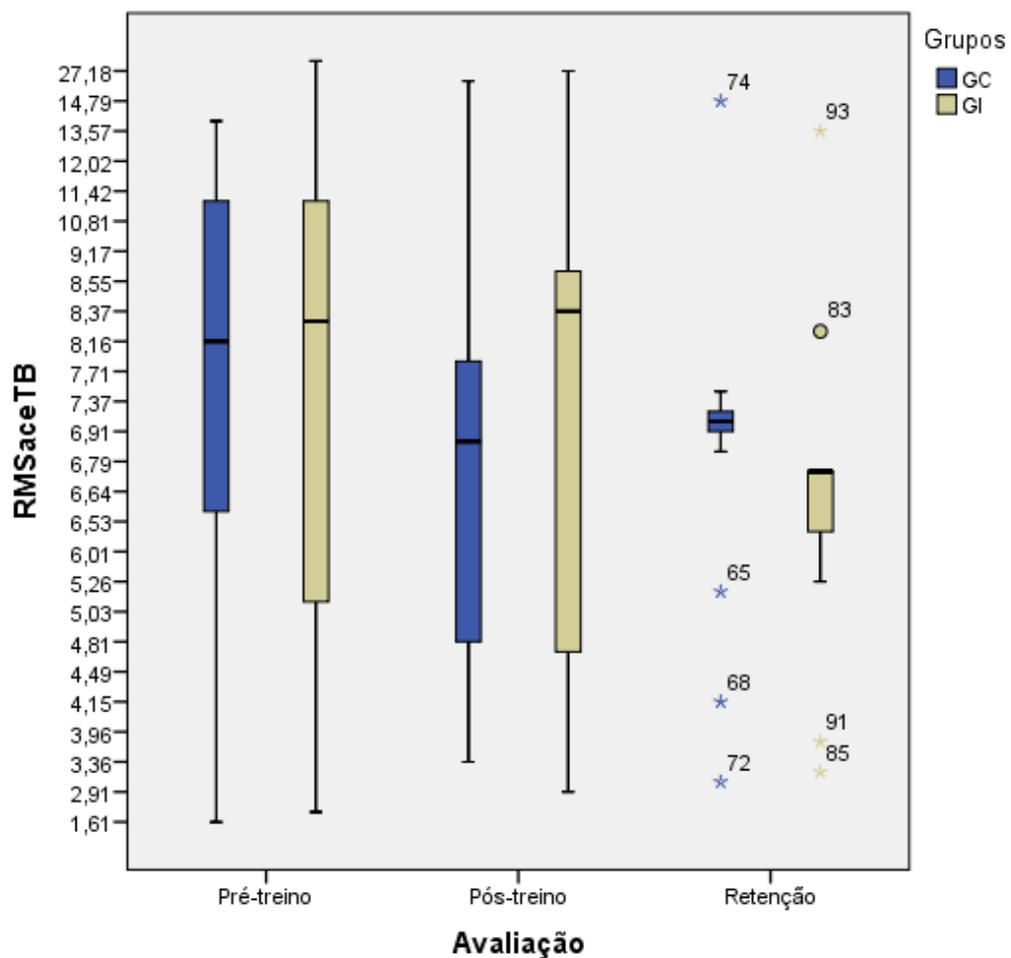


Figura 24: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) do Tríceps na aceleração, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes Prematuros com Baixo Peso ao Nascimento (BPN)

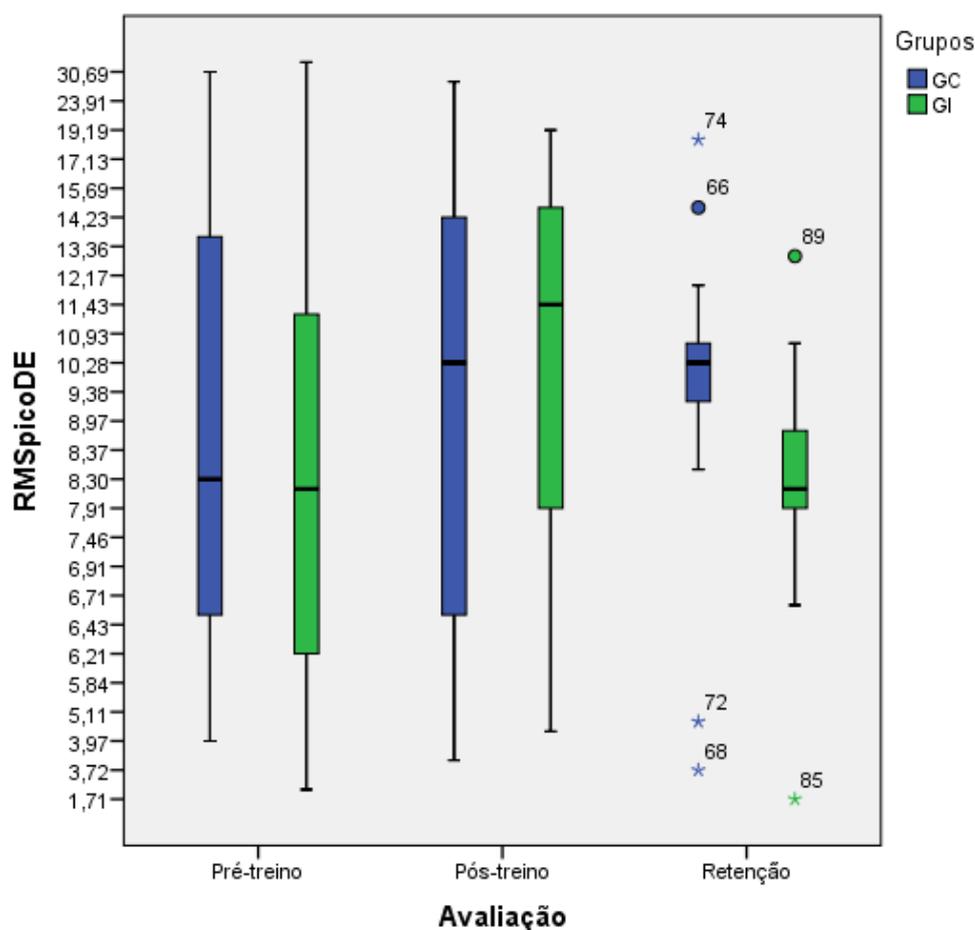


Figura 25: Dados referentes à Ativação Muscular (expressa em Porcentagem de RMS - Root Mean Square) de Deltoide na aceleração, nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes Prematuros com Baixo Peso ao Nascimento (BPN)

Não houve diferença significativa na Ativação Muscular de Bíceps Braquial, Tríceps Braquial e Deltoide, na análise ao longo do tempo, em quaisquer dos momentos e fases avaliados, tanto para o GC quanto para o GI.

Todos as análises anteriores mostraram um tamanho de efeito de moderado ($r > 0.4$).

3.1.2 Variáveis cinemáticas

Verificamos que somente na Retenção o GC apresentou menos Unidades de Movimento ($p = 0,006$; $r = 0,66$) (Tabela 6) e maior proporção de Unidade de Transporte, comparado ao GI ($p = 0,012$; $r = 0,61$) (Tabela 7).

Tabela 6. Dados referentes à Unidade de Transporte (%) nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes com Baixo Peso ao Nascimento.

Grupo	Pré-treino (%)	Pós-Treino (%)	Retenção (%)
GC	30,21(±10,81)	29,40(±11,29)	35,63(±12,94)
GI	26,78(±11,42)	32,60(±8,99)	35,13(±7,00)

Tabela 7. Dados referentes às Unidades de Movimentos nos grupos (GC e GI) em todas as avaliações (Pré-treino; pós-treino e retenção), nos Lactentes com Baixo Peso ao Nascimento.

Grupo	Pré-treino	Pós-Treino (%)	Retenção (%)
GC	4,11(±1,50)	4,38(±1,99)	3,00(±1,24)
GI	4,45(±1,67)	3,48(±1,73)	3,59(±0,99)

A análise ao longo do tempo, por sua vez, apontou um aumento significativo da variável Unidade de Transporte no GC entre os momentos Pós-treino e Retenção ($p = 0,017$ e $r = 0,58$) (Figura 25). No GI não ocorreram efeitos significativos para nenhuma variável.

Todos as análises referentes as variáveis cinemáticas mostraram um efeito alto ($r \geq 0,5$).

3.1.3 Variável categórica

Não houve associação entre os grupos (GC e GI) quanto ao sucesso da apreensão (com e sem sucesso) em nenhum dos momentos avaliados (pré-treino, pós-treino e retenção).

Na avaliação ao longo do tempo, houve associações no GC entre os momentos Pré-treino e Retenção em relação ao Sucesso da apreensão ($X^2 (1) = 8,38$; $p = 0,004$; $V = 0,16$), em que a proporção de apreensão com sucesso foi maior na Retenção. Não houve associações entre Pré-treino e Pós-treino e nem entre Pós-treino e Retenção.

Na análise ao longo do tempo no GI, houve associações em relação a variável Sucesso da apreensão entre os momentos Pré-treino e Pós-treino ($X^2 (1) = 10,43$; $p = 0,001$; $V = 0,16$), e entre os momentos Pré-treino e Retenção ($X^2 (1) = 8,14$; $p = 0,004$; $V = 0,17$), com maior proporção de apreensão com sucesso no pós-treino e na retenção, respectivamente, em relação ao Pré-treino. Não houve associações entre os momentos Pós-treino e Retenção (Tabela 8).

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

Tabela 8. Dados referentes à porcentagem de preensão com sucesso nos grupos (Grupo controle e Grupo intervenção) dos lactentes com baixo peso ao nascimento em todas as avaliações.

Grupo	Pré-treino (%)	Pós-Treino (%)	Retenção (%)
GC	79,39	87,12	91,96
GI	75,13	88,48	89,47

3 Discussão

O presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos do treinamento funcional de 4 semanas de duração com a utilização de peso adicional, no alcance manual de dois grupos de lactentes (lactentes pré-termo tardios com baixo peso ao nascimento e lactentes a termo com peso adequado ao nascimento).

4.1 Ensaio clínico 1 - Grupo A termo com peso adequado ao nascimento (PAN)

Os resultados encontrados no Ensaio Clínico dedicado aos lactentes a termo com peso adequado ao nascimento mostraram uma menor ativação muscular de Bíceps na fase de Pico, e Tríceps nas fases de Aceleração, Pico e Desaceleração, bem como maior número de preensões com sucesso no Grupo Intervenção, na avaliação Pós-treino.

Para discutir os resultados de Ativação Muscular se faz necessário contextualizar as ações musculares perante a cinesiologia do alcance manual. A primeira demanda para iniciar o movimento é suprida pelos músculos Deltoide e Bíceps Braquial, os quais proporcionam o movimento de flexão de ombro. Subsequentemente, esse movimento retirará o membro superior da inércia e direcionará o braço ao objeto de interesse (Smith et. al., 1997). Durante toda a trajetória do movimento, o Tríceps Braquial assume um papel importante de estabilização do cotovelo (agindo como antagonista do Bíceps no movimento de flexão de cotovelo) (Smith et. al., 1997). A ação muscular durante esse movimento relaciona-se, de uma forma geral, com o posicionamento dos membros superiores, que por sua vez compõem os ajustes distais do alcance. Estes, por fim, têm relação direta com o toque no objeto, bem como com o sucesso ou não da preensão (Fagard, 2000).

O Grupo Intervenção apresentou uma menor Ativação muscular do Bíceps no Pós-treino, em relação ao Grupo Controle. Uma menor ativação muscular pode ser interpretada como uma melhor eficiência muscular caso esteja relacionada com uma quantidade semelhante ou superior de força gerada (Milner-Brown et al, 1986; Miller et al., 1987). Nesse contexto, o conceito advindo da Eficiência Neuromuscular (ENM) poderia explicar os nossos achados, na medida em que essa variável é um

índice entre a força muscular e o recrutamento das fibras de um grupamento muscular (Miller et al., 1987).

A ENM proporciona informações relativas à responsividade de um grupo muscular agonista durante atividades estáticas e dinâmicas (Ribeiro Neto, 2017; David et. Al., 2008; Deschenes et. Al., 2002). Milner-Brown e colaboradores (1986) propõem o termo "Eficiência Neuromuscular" (ENM) para designar a razão [Força / EMG]. Os autores relacionaram essa variável com a fadiga e concluíram que a redução na ENM indicava que mais unidades motoras foram recrutadas para gerar a mesma quantidade de força.

A ENM tem sido utilizada em estudos como desfecho ou ferramenta complementar na avaliação de indivíduos adultos saudáveis (Milner-Brown et. al., 1986), atletas (David et. al., 2008), com lesão medular (Ribeiro Neto, 2017; Dorneles, 2019) e no efeito da aplicação de faixas elásticas (como exemplo, a Kinesiotaping) (Magalhães et. al., 2016). De uma forma geral, os estudos anteriores utilizam a ENM para avaliação da fadiga, relação de força relativa e absoluta com independência funcional e efeito de intervenções e treinamentos.

Até o momento não foram encontrados estudos com a ENM em lactentes. No entanto, as premissas desse índice são interessantes e a sua racional matemática poderia ser empregada no contexto do alcance manual. Com o intuito de discutir nossos dados, propusemos a seguinte racional, conforme a equação a seguir:

$$ENM = \frac{Massa\ MS}{RMS}$$

Onde:

Massa MS= massa do membro superior direito do lactente em gramas, determinada pela equação de Schneider e Zernicke (1992);

RMS= *root mean square*, em μV .

De acordo com as premissas da ENM (valor de RMS como denominador na equação), nossos achados permitem, até certo ponto, supor que os menores valores de RMS encontrados no pós-treino indicam a ocorrência de uma menor amplitude de recrutamento muscular para mover a massa do braço (a qual, supostamente, aumentou entre os momentos pré- e pós-intervenção). Tal aspecto indica que os lactentes tiveram uma maior Eficiência Neuromuscular. Dessa forma, supomos que o treinamento com peso adicional se mostrou mais eficiente comparado ao treinamento placebo, visto que os lactentes apresentaram menor ativação muscular do agonista durante o movimento (Bíceps). No entanto, reforçamos cautela nessa discussão, considerando que a equação foi adaptada e não a utilizamos no presente estudo. Para que fosse possível a utilização da equação proposta no presente estudo, além dos dados de RMS obtidos nas avaliações realizadas (Pré-treino, Pós-treino e Retenção), seria necessário obter o valor da massa do membro superior dos lactentes em cada um dos momentos. Infelizmente, esses dados de massa de membro superior só foram mensurados na avaliação Pré-treino, o que impediu a utilização dessa variável no cálculo da ENM. Entretanto, trata-se de um tema

interessante e sugerimos a realização de futuros estudos que explorem essa equação no contexto do alcance manual.

Adicionalmente, nossos achados indicaram mudanças mais expressivas na ativação do músculo Tríceps Braquial, o qual apresentou menores valores, de uma forma geral, no Grupo Intervenção comparado ao Grupo Controle. Para relacionar esses resultados com o papel do músculo no movimento avaliado, destaca-se o seu papel na estabilização do cotovelo (Smith et. Al., 1997). Na estabilização da posição articular durante o movimento, é possível identificar a relação entre a atividade dos músculos agonistas e antagonistas como um dos principais meios neuromotores; relação definida como coativação muscular (Suzuki et. al., 2001). Sabe-se que uma relação de ativação inadequada prejudica o controle motor, podendo afetar o desempenho funcional (Lamontagne, Richards & Malouin, 2000).

A coativação muscular pode ser avaliada por meio de diferentes métodos - a partir da EMG de superfície - descritos na literatura, como: o acompanhamento da intensidade da ativação muscular antagonista durante as atividades dinâmicas (Brouwer & Ashby, 1991; Draganich et. al, 1989; Milner-Brown & Penn, 1979), a proporção da atividade antagonista em relação à atividade eletromiográfica total (HAMMOND et al., 1988) e o cálculo de um índice de co-contracção, que relaciona a soma da atividade eletromiográfica mínima em cada ponto no tempo (atividade antagonista) com a atividade eletromiográfica total (FALCONER e WINTER, 1985). Apesar de não termos analisado a coativação entre os músculos Bíceps Braquial e Tríceps Braquial, é possível fazer uma inferência do seu comportamento ao analisarmos os achados referentes à ativação muscular antagonista, neste caso, o Tríceps Braquial. A menor ativação muscular do Tríceps, em todas as fases do movimento, no Grupo Intervenção, indica que houve uma alteração na relação agonista/antagonista. É sabido que durante a ativação concêntrica de um músculo agonista, o seu antagonista tende a apresentar uma inibição recíproca que permite seu relaxamento e, assim, propicia uma melhor ação do agonista (Kisner e Colby, 2007).

Dessa forma, tais achados nos permitem supor que houve uma diminuição da ativação muscular do Tríceps e que a mesma foi positiva para os lactentes. Inicialmente, esse aspecto indica uma possível facilitação na ação do Bíceps, principalmente em sua ação sinérgica com o Deltoide nas fases iniciais do alcance, o que pode ter favorecido o movimento.

Apesar dos indícios benéficos nos resultados referentes à Ativação muscular, não observamos diferença entre as intervenções nas variáveis cinemáticas do movimento. Alguns motivos podem ser atribuídos aos resultados em questão, o primeiro deles deve-se ao fato de termos avaliado os lactentes ao sexto mês de idade (na avaliação Pré-treino) e ao sétimo mês (nas avaliações Pós-treino e Retenção). É nessa idade que a habilidade de alcançar se encontra madura e com parâmetros cinemáticos mais próximos aos que se tem como ideais para o movimento, como por exemplo, poucas unidades de movimento (Thelen et al., 1996). Dessa forma, é possível que esses parâmetros eficientes em sua linha de base foram pouco influenciados pelo tipo de treino.

Como última variável analisada são destacados os resultados do desfecho funcional da tarefa – o Sucesso na preensão. Um alcance com preensão permite a interação dos lactentes com o ambiente

de forma mais independente, permitindo e expandindo suas oportunidades de coletar informações sobre objetos e aprender novos comportamentos exploratórios (CORBETTA; THELEN; JOHNSON, 2000; LOBO; GALLOWAY, 2012, 2013). Dessa forma, o treino funcional deve manter o foco no objetivo da tarefa para que seus resultados possam impactar de forma positiva no dia a dia do indivíduo. Foi possível observar que o Grupo Intervenção apresentou mais preensões com sucesso na avaliação pós-treino.

Alcançar objetos é uma habilidade complexa que exige o controle de vários músculos responsáveis pelas articulações de ombro, cotovelo, punho e mão concomitantemente. Além das ações musculares, ele é influenciado pelas propriedades físicas dos objetos em seus ajustes proximais (alcances uni ou bimanuais) e distais (orientação da mão e abertura dos dedos) (VON HOFSTEN e RONNQVIST, 1988; ROCHA, SILVA e TUDELLA, 2006), bem como por sua orientação (LOCKMAN, ASHNEED e BUSNHEL, 1984). De acordo com os resultados expostos anteriormente acerca dos benefícios a nível neuromuscular, é possível sugerir que o período dedicado ao treino de longo prazo com peso adicional pode ter trazido maior aprendizagem motora, além de melhor capacidade de modulação muscular em situações de carga. Com essa demanda muscular internalizada, era possível dedicar mais atenção para a musculatura distal e garantir, assim, o sucesso da preensão.

Se faz necessário, ainda, que os resultados referentes à análise ao longo do tempo dentro dos grupos experimentais sejam discutidos. Ambos os grupos apresentaram diminuição de Ativação Muscular de Tríceps na fase de Aceleração ao compararmos a avaliação Pré-treino com a Retenção, bem como o Pós-treino com a Retenção. Adicionalmente, o GI apresentou uma diminuição da ativação muscular do Tríceps na fase de Pico quando comparado ao momento Pré-treino com o Pós-treino. Conforme a racional utilizada anteriormente na comparação entre grupos, e o papel desempenhado pelo Tríceps no movimento de alcance, podemos sugerir que a diminuição de sua ativação muscular indica uma diminuição na co-ativação muscular que pode estar relacionada a uma melhora na ação do Bíceps, principalmente em sua ação sinérgica com o Deltoide. Logo, é possível sugerir que o treino (de uma forma geral, independente do uso ou não do peso adicional) parece induzir benefícios neuromusculares que influenciam positivamente na habilidade.

Retomando a hipótese de que a ativação muscular do Tríceps possa ter favorecido a ação sinérgica dos agonistas do movimento, os resultados específicos ao Grupo Intervenção, além dos comuns aos dois grupos, apontam para a diminuição na ativação muscular de Deltoide na fase de Pico na comparação da avaliação Pré-treino em relação a Retenção. Toledo et. Al. (2012), em seu estudo avaliando o efeito agudo da utilização do peso adicional durante o alcance manual de lactentes a termo e prematuros tardios aos 5, 6 e 7 meses de idade corrigida, observou que a massa do membro superior desses lactentes aumentou com o seu crescimento no decorrer do tempo. Dessa forma, levando em consideração o fato de que aos 7 meses de idade (ocasião da realização das avaliações Pós-treino e Retenção) os lactentes aumentaram a massa de seus membros superiores e, ainda assim, diminuíram suas ativações musculares de Deltoide, a suposição de aumento de Eficiência Neuromuscular após o treino com peso adicional é reforçada.

Por fim, a soma dos resultados encontrados entre os grupos experimentais foi mais expressiva e funcionalmente relevante naqueles lactentes que fizeram uso do peso adicional.

4.2 Ensaio clínico 2 - Grupo Pré-termo com baixo peso ao nascimento (BPN)

No Ensaio Clínico composto pelos lactentes pré-termo com baixo peso ao nascimento, nossos achados demonstraram uma maior ativação muscular do Bíceps (na fase de Aceleração) e Tríceps (também na fase de Aceleração), menor ativação muscular do Deltoide (na fase de Pico), mais Unidades de Movimento e menor duração relativa da Unidade de Transporte no GI comparado ao GC, apenas na Retenção. Apesar de não ter havido diferença entre os grupos em relação ao sucesso da preensão, a análise ao longo do tempo apontou aumento de preensões com sucesso em ambos os grupos no Pós-treino comparado ao Pré-treino.

Estudos que avaliam o alcance manual apontam a importância do Bíceps Braquial para a realização do movimento, tanto como motor primário (Bakker et. al., 2010), quanto no seu papel no posicionamento e orientação da mão no momento do toque no objeto (Fonseca et. al., 2018). Para garantir um controle motor adequado, a ativação da musculatura antagonista se faz necessária a fim de solucionar problemas relacionados à tarefa (Darainy & Ostry, 2008). Nesse contexto, destaca-se a ação do Tríceps Braquial para garantir a estabilização da articulação do cotovelo. A coativação muscular, definida como a relação entre a atividade do músculo antagonista pela atividade do agonista durante o movimento agonista, é apontada como um dos principais meios neuromotores para a estabilização articular (Suzuki et. al., 2001).

A magnitude da co-contração em condições de aprendizagem motora ainda é desconhecida, principalmente em seus estágios iniciais (Darainy & Ostry, 2008). No entanto, é fato que uma coativação inadequada prejudica o controle motor, pois pode afetar o desempenho funcional (Lamontagne, Richards & Malouin, 2000). Os efeitos do excesso de coativação têm sido explorados na investigação do movimento realizado por população com distúrbios neuromotores, tais como a paralisia cerebral. Os possíveis efeitos deletérios de uma co-ativação muscular excessiva incluem alterações na qualidade e quantidade de movimento, devido principalmente a um aumento da rigidez articular (DAMIANO; MARTELLOTA; SULLIVAN; GRANATA; ABEL, 2000). Estudos conduzidos nessa população com objetivo de avaliar a locomoção apontam que, em situações em que o músculo agonista está ativado além do nível necessário para estabilidade, o movimento pode ser produzido com sucesso, contudo a um custo metabólico elevado (FROST et. al., 1997).

Apesar de não termos analisado a coativação do músculo Tríceps Braquial, podemos inferir um aumento da mesma. Tal aspecto se deve ao aumento da ativação muscular tanto do bíceps quanto do tríceps. Vale salientar que um excesso de coativação poderia prejudicar a realização de movimentos funcionais (Lamontagne, Richards & Malouin, 2000). Nesse sentido, é possível relacionarmos os nossos achados da EMG com as variáveis cinemáticas analisadas. Foi possível observar que, concomitantemente ao descrito na ativação muscular, houve um maior número de Unidades de

movimento e uma menor duração relativa da Unidade de transporte no Grupo intervenção, na Retenção. Estudos prévios demonstraram que alcances maduros e relacionados com o sucesso na preensão apresentaram, como característica, poucas unidades de movimento (Graaf-Peters et. al, 2007; Toledo, Soares & Tudella, 2011). Tais achados demonstram que o movimento foi prejudicado e que tal aspecto pode ser explicado por um aumento de coativação dos músculos antagonistas (tríceps).

O alcance manual é uma habilidade complexa que exige o controle concomitante de vários músculos do membro superior. Deste modo, nossos achados permitem supor que no Grupo intervenção o peso adicional gerou uma demanda superior à capacidade de adaptação e organização do sistema neuromuscular dos lactentes prematuros.

Pesquisas realizadas com lactentes prematuros trazem informações que suportam esse raciocínio, tendo em vista que esses bebês apresentam um tônus muscular menor comparado a lactentes nascidos a termo (MCGREW et. al, 1985), bem como um desequilíbrio entre potência muscular ativa (relativa à ativação muscular nos movimentos realizados de forma ativa) e passiva (relativa à resistência muscular aos movimentos passivos), gerando movimentos menos harmoniosos (De Groot et. al., 1992). Há também um déficit no controle muscular e uma incapacidade de modular a atividade motora eferente (VAN DER FITS et. al., 1999). Ao associar a prematuridade ao baixo peso ao nascimento, essas características são somadas à redução de massa muscular e o maior risco de déficits no desenvolvimento cerebral (Pfister e Ramel, 2014) e sugerem respostas menos satisfatórias ao protocolo de treino com peso adicional.

Curiosamente, apesar dos resultados no Grupo Intervenção apontarem alterações neuromusculares menos propícias e um movimento com um maior índice de correção de trajetória, houve uma melhora no desfecho funcional ao longo do tempo, em ambos os grupos, caracterizado pelo aumento da frequência de sucesso na preensão no Pós-treino e Retenção. Especificamente em relação ao Grupo intervenção, que apresentaram características condizentes com movimentos menos satisfatórios, esses lactentes parecem ter desenvolvido estratégias de compensação para que a perturbação imposta pelo peso adicional não acarretasse prejuízos funcionais. Com esse objetivo, os bebês realizaram mais ajustes no perfil de aceleração e desaceleração a fim de ajustar melhor seu membro superior e, mesmo com as alterações prejudiciais de ativação muscular, garantir o sucesso da preensão.

Exceto o resultado referente ao sucesso na preensão, o fato das demais variáveis mostrarem alterações somente na avaliação de Retenção deve ser salientado. Para tanto, apontamos a duração do treino como uma variável de manipulação de destaque. Estudos com foco no treino do alcance manual em lactentes prematuros têm sido realizados nas últimas décadas e têm mostrado resultados mais expressivos nos treinos de longa duração, bem como o presente estudo. Heathcock *et al.* (2008) propuseram um treinamento de 4 semanas e encontraram um aumento no número de alcances em lactentes muito prematuros, em comparação com lactentes a termo sem treinamento. De forma semelhante, Lima (2019) propôs um treinamento de longo prazo (4 semanas) e encontrou melhora no índice de Retidão, Índice de desaceleração, quantidade de Unidades de Movimento, proporção da duração da Unidade de transporte e no número de Preensões com sucesso somente na avaliação de

retenção. As observações anteriores sugerem que o treino mais prolongado da habilidade motora, bem como alterações mais importantes na avaliação de retenção (realizada após longo prazo em relação a avaliação Pré-treino) levam a melhores resultados no alcance manual de lactentes prematuros, visto que estes bebês necessitam de maior tempo para a adaptação (Heathcock *et al.*, 2008).

Apesar do aumento do sucesso da preensão na avaliação Pós-treino nos grupos experimentais se apresentarem como resultados animadores, é necessário ter cautela com a sua interpretação, uma vez que não houve diferença entre GC e GI nesta variável, e os dois grupos aumentaram a sua frequência nas avaliações Pós-treino e Retenção em relação ao Pré-treino. De fato, isso reforça o benefício do treino da habilidade para o sucesso da tarefa. No entanto, treinar com ou sem o peso adicional tem o mesmo efeito para esta variável. Estes resultados, somados às alterações encontradas nas variáveis anteriores, sugerem que o treinamento da habilidade parece ser mais benéfico para essa população do que o uso do peso adicional, além de mais acessível na aplicação clínica, seja por profissionais, seja no âmbito de orientação aos familiares.

O nosso estudo apresentou algumas limitações. Inicialmente, é importante destacar que durante a aplicação do treino com peso adicional não foi realizado o ajuste da carga, dessa forma, o peso correspondente a 20% da massa do membro superior do lactente foi calculado no início do protocolo. Com o passar de um mês, e o crescimento inerente à idade, a massa do membro superior certamente aumentou e, ao final do protocolo, o peso que utilizamos provavelmente correspondeu uma porcentagem inferior aos 20% propostos inicialmente. O ajuste de carga é uma rotina para periodizar o treinamento em protocolos de treinamento resistido, e a não adoção desse controle pode ter influenciado nossos achados.

4 Considerações finais e perspectivas

Nossos achados demonstraram que o treino com o peso adicional proporcionou melhores adaptações neuromusculares e melhora do desfecho funcional em lactentes a termo com peso adequado ao nascimento. Ainda, lactentes pré-termo com baixo peso ao nascimento não apresentam resultados superiores no Grupo Intervenção. Apesar de ter havido aumento do sucesso da preensão em ambos os grupos ao longo do tempo, não houve diferença entre os grupos experimentais no desfecho funcional. Dessa forma, não há diferença entre as intervenções. Sendo assim, nossos achados indicam que esses lactentes se beneficiam do treino da habilidade, independente do uso do peso adicional.

De uma forma geral, concluímos que o treino da habilidade do alcance manual propriamente dito é viável para promover melhoras em parâmetros eletromiográficos e cinemáticos, independente da utilização do peso adicional. O protocolo experimental utilizado nos grupos controles (sem o peso

adicional) é de simples reprodução e se mostra um recurso factível na prática clínica e como orientação dos pais de crianças com risco para atraso no desenvolvimento motor.

5 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.

BAKKER, H.; DE GRAAF-PETERS, V. B.; VAN EYKERN, L. A.; HADDERS-ALGRA, B. O. M. Development of proximal arm muscle control during reaching in young infants: From variation to selection. **Infant Behavior & Development** 33 30–38, 2010.

BARELA, A. M. F.; ALMEIDA, G. L. Controle de movimentos voluntários no membro superior não plégico de portadores de Paralisia Cerebral Hemiplégica Espástica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. Vol. 10, n. 3, p. 325-332, 2007.

BERGMEIER, S. A. An investigation of reaching in the neonate Pediatric. **Physical Therapy**, 1, 3-11, 1992.

BROUWER, B., ASHBY, P.. Altered corticospinal projections to lower limb motoneurons in subjects with cerebral palsy. **Brain**. 1991; 114: 1395-1407.

CARVALHO, R. P., TUDELLA, E., SAVELSBERGH, G. J. P. Spatio-temporal parameters in infant's reaching movements are influenced by body orientation. **Infant Behavior and Development**, v. 30, p. 23–35, 2007.

CARVALHO, R. P.; TUDELLA, E.; CALJOUW, S. R.; SAVELSBERGH, G. J. Early control of reaching: effects of experience and body orientation. *Infant Behavior and Development*, v. 31(1), p. 23-33, 2008. COLBY, Lynn Allen; KISNER, Carolyn. **Therapeutic exercise: Foundations and techniques**. FA Davis Company, 2007.

CORBETTA, D.; THELEN, E.; JOHNSON, K. Motor constraints on the development of perception-action matching in infant reaching. **Infant Behavior and Development**, 2000; 23: 351-374.

CORBETTA, Daniela; BOJCZYK, Kathryn E. Infants return to two-handed reaching when they are learning to walk. **Journal of motor behavior**, v. 34, n. 1, p. 83-95, 2002.

COTMAN, C.W.; BERCHTOLD, N.C Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. **Trends in Neurosciences**, v. 25 (6), p. 295-301, 2002.

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.

CUNHA, A. B.; SOARES D. A.; FERRO, A. M.; TUDELLA, E. 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**, v. 17, p. 123-144, 2013a.

CUNHA, A.B.; WOOLLACOTT, M.; TUDELLA, E. Influence of Specific Training on Spatio-Temporal Parameters at the Onset of Goal-Directed Reaching in Infants: a Controlled Clinical Trial. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 17 (4), p. 409-417, 2013b.

DAMIANO, D. L.; MARTELLOTA, T. L.; SULLIVAN, D. J.; GRANATA, K. P.; ABEL, M. F. Muscle force production and functional performance in spastic cerebral palsy: relationship of cocontraction. **Archives Physical Medicine**

DARAINY, M. & OSTRY, D.J. Exp Brain Res (2008) 190: 153. <https://doi.org/10.1007/s00221-008-1457-y>

DAVID P, MORA I, PEROT C. Neuromuscular efficiency of the rectus abdominis differs with gender and sport practice. **J Strength Cond Res**. 2008;22(6):1855-61.

DESCHENES MR, GILES JA, McCOY RW, VOLEK JS, GOMEZ AL, KRAEMER WJ. Neural factors account for strength decrements observed after short-term muscle unloading. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**. 2002;282(2):R578-83.

DORNELES, R. J. Influência da marcha na fadigabilidade muscular de indivíduos com lesão medular incompleta comparados a indivíduos controle pareados. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. Faculdade de Ceilândia/Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

DRAGANICH, L.F.; JAEGER, R.J.; KRALJ, A.R.. Coactivation of the hamstring and quadriceps during extension of the knee. **J Bone Joint Surg North Am**. 1989; 71A(7): 1075-1081.

FAGARD, J. 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*, 2000; 23: 317–329.

FALCONER, K.; WINTER, D.A.. Quantitative assessment of co-contraction at the ankle joint during walking. **Electromyogr Clin Neurophysiol**. 1985; 25: 135-149.

FALLANG, B.; HADDERS-ALGRA, M. Postural Behavior in Children Born Preterm. **NEURAL PLASTICITY**. Vol.12, n. 2-3, 2005.

FOGEL, Alan; DEDO, Jae Young; MCEWEN, Irene. Effect of postural position and reaching on gaze during mother-infant face-to-face interaction. **Infant Behavior and Development**, v. 15, n. 2, p. 231-244, 1992.

FONSECA, M. V. da. Influência do peso adicional no alcance manual de lactentes prematuros nascidos com baixo peso. 120 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Faculdade de Educação Física/Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

FONSECA, M. V., DE SOUZA OLIVEIRA, A. L., CARREGARO, R. L., TUDELLA, E., & DE TOLEDO, A. M. (2018). Influência do peso adicional no alcance manual de lactentes a termo e pré-termo: análise de variáveis categóricas do movimento. **Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional**, 26(4).

FROST, G.; DOWLING, J.; DYSON, K.; BAR-OR, O. Cocontraction in three age groups of children in treadmill locomotion. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v. 7, n. 3, p. 179-186, 1997.

GILBERT, C. D.; LI, W.; PIECH, V. Perceptual learning and adult cortical plasticity. **Journal of Physiology**, v. 587 (12), p. 2743–2751, 2009.

GRAAF-PETERS, V. B., BAKKER, VAN EYKERN, L. A., OTTEN, B., HADDERS-ALGRA, M. Postural adjustments and reaching in 4- and 6-month-old infants: an EMG and kinematical study. **Exp Brain Res** 181:647–656, 2007.

GROOT, L. et al. Development of the relationship between active and passive muscle power in preterms after term age. **Neuropediatrics**, Stuttgart, v. 23, n. 6, p. 298-305, 1992.

- HAMMOND M.C. et al.. Co-contraction in the hemiparetic Forearm: quantitative EMG evaluation. **Arch Phys Med Rehabil.** 1988; 69: 348-351.
- HEATHCOCK, J. C.; LOBO, M.; GALLOWAY, J. C. .Movement Training Advances the Emergence of Reaching in Infants Born at Less Than 33 Weeks of Gestational Age: A Randomized Clinical Trial. **Physical Therapy**, Vol. 88,n. 3, 2008.
- KANDEL, E.; SCHWARTZ, J.; JESSEL, T. **Princípios da Neurociência.** 4 ed. São Paulo: Manole, 1443, 2003.
- KONCZAK, J., & DICHGANS, J. The development toward stereotypic arm kinematics during reaching in the first 3years of life. **Experimental Brain Research**, 117, 346–354, 1997.
- LAMONTAGNE, A.; RICHARDS, C. L.; MALOUIN, F. Coactivation during gait as an adaptive behavior after stroke. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, New York, v. 10, n. 6, p. 407-415, 2000.
- LIMA, R. T. F. Análise do alcance manual em lactentes prematuros com baixo peso ao nascer. 142 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. Faculdade de Ceilândia/Universidade de Brasília, Brasília, 2019.
- LOBO, M.A.; GALLOWAY, J.C. Postural and object-oriented experiences advance early reaching, object exploration, and means-end behavior. **Child Development**, v. 79 (6), p. 1869 – 1890, 2008.
- LOBO, M.A.; GALLOWAY, J.C.; SAVELSBERGH, G. J. P. General and Task-Related Experiences Affect Early Object Interaction. **Child Development**, v. 75 (4), p. 1268 – 1281, 2004.
- LOBO; M.A., GALLOWAY J.C. Enhanced handling and positioning in early infancy advances development throughout the first year. **Child Development**, 2012; 83: 1290-302.
- LOBO; M.A., GALLOWAY J.C. The onset of reaching significantly impacts how infants explore both objects and their bodies. **Infant Behavior Development**, 2013; 36: 14-24.
- LOCKMAN, Jeffrey J.; ASHMEAD, Daniel H.; BUSHNELL, Emily W. The development of anticipatory hand orientation during infancy. **Journal of experimental child psychology**, v. 37, n. 1, p. 176-186, 1984.
- Magalhaes I, Bottaro M, Mezzarane RA, Neto FR, Rodrigues BA, Ferreira-Junior JB, et al. Kinesiotaping enhances the rate of force development but not the neuromuscular efficiency of physically active young men. **J Electromyogr Kinesiolog.** 2016;28:123-9.
- MCGREW, L.; CATLIN, P. A.; BRIDGFORD, J. The landau reaction in fullterm and préterm infants at four months of age. **Developmental Medicine & Child Neurology**, Oxford, v. 27, n. 2, p. 161-169, 1985.
- Miller RG, Giannini D, Milner-Brown HS, Layzer RB, Koretsky AP, Hooper D, et al. Effects of fatiguing exercise on high-energy phosphates, force, and EMG: evidence for three phases of recovery. **Muscle Nerve** 1987;10(9):810–21.
- MILNER-BROWN HS, MELLENTHIN M, MILLER RG. Quantifying human muscle strength, endurance and fatigue. **Arch Phys Med Rehabil.** 1986;67(8):530-5.
- MILNER-BROWN, H.S.; PENN, R.D. Pathophysiological mechanism in cerebral palsy. **J of Neurolog Neurosurg Psychiatry.** 1979; 42: 606-618.
- 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. 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**, v. 25, p. 279–295, 2002.
- OLIVEIRA, A. L. D. S. Análise do alcance manual de lactentes pré-termo com baixo e muito baixo peso ao nascer. 106 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Faculdade de Educação Física /Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- 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.
- PRECHTL, H. F. R., & BEINTEMA, D. J. The neurological examination of the full-term newborn infant. **Clinics in development medicine**. London: Lavenham Press, 1964.
- RAMEL, S. E.; DEMERATH, E. W.; GRAY, H. L.; et al. The relationship of poor linear growth velocity with neonatal illness and two year neurodevelopment in preterm infants. **Neonatology** 2012;102:19–24.
- Ribeiro Neto, F. Predição da independência funcional baseada na força relativa em homens adultos com lesão medular traumática. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. Faculdade de Educação Física /Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- ROCHA, N. A. C. F., COSTA, C. S. N., SAVELSBERGH, G., TUDELLA, E. The effect of additional weight load on infant reaching. **Infant Behavior and Development**, v. 32, p. 234-237, 2009.
- ROCHA, N. A. C. F., SILVA, F. P. S., TUDELLA, E. Impact of object properties on infant's reaching behavior. **Infant Behavior and Development**, 2006, v.29, p.251–261.
- SMITH, L.K; WEISS, E.L; LEHMKUHL, L.D. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom**. Editora Manole. 1a Edição brasileira, 1997.
- SOARES, D.A.; VAN DER KAMP, J.; SAVELSBERGH, G. J.; TUDELLA, E. 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**, v. 34, p. 4546–4558, 2013.
- SUZUKI, M.; SHILLER, D. M.; GRIBBLE, P. L.; OSTRY, D. J. Relationship between cocontraction, movement kinematics and phasic muscle activity in single-joint arm movement. **Experimental Brain Research**, Berlin, v. 140, n. 2, p. 171-181, 2001.
- THELEN, E., CORBETTA, D., & SPENCER, J. P. Development of reaching during the first year: role of movement speed. **Journal Experimental Psychology: Human Percept Perform**, 22, 1059-1076, 1996.
- THELEN, E., SCHÖNER, G., SCHEIER, C., & SMITH, L. B. (2001). The dynamics of embodiment: A field theory of infant perseverative reaching. **Behavioral and brain sciences**, 24(1), 1-34.
- 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.
- TOLEDO, A. M., TUDELLA, E. The development of reaching behavior in low-risk preterm infants. **Infant Behavior and Development**, 31, 398–407, 2008.
- TOLEDO, A. M.; SOARES, D. A.; TUDELLA, E. Proximal and distal adjustments of reaching behavior in preterm infants. **Journal of Motor Behavior**, vol. 43, n. 2, p. 137-145, 2011.
- ULRICH, B.D. Opportunities for early intervention based on theory basic neuroscience, and clinical science. **Physical Therapy**, 2010; v. 90, p.1868-1880.

VAN DER FITS, I. B. M.; HADDERS-ALGRA, M. Development of postural adjustments during reaching in preterm infants. **Pediatric Research**, New York, v. 46, n. 1, p. 1-7, 1999.

VON HOFSTEN, C. Developmental changes in the organization of prereaching movements. **Developmental Psychology**, 20(3), 378-388, 1984.

VON HOFSTEN, Claes; RÖNNQVIST, Louise. Preparation for grasping an object: a developmental study. **Journal of experimental psychology: Human perception and performance**, v. 14, n. 4, p. 610, 1988.

ZERNICKE, R. F., & SCHNEIDER, K. (1993). Biomechanics and developmental neuromotor control. **Child Development**, 64(4), 982–1004.

Nas últimas décadas, muitas pesquisas se dedicaram a entender o alcance manual de lactentes, desde o processo de aquisição da habilidade, as características biomecânicas do movimento em lactentes típicos e com risco para atraso no desenvolvimento neurosensório-motor, a influência de fatores externos na habilidade e, mais recentemente, o efeito de diversos tipos de treino funcional. É inegável a importância funcional que o alcance manual possui no dia-a-dia dessa população e apesar de alguns aspectos do movimento estarem muito bem estabelecidos na literatura, muitos pontos ainda merecem atenção e investigação. Destacamos aqui a utilização da eletromiografia como ferramenta de avaliação em lactentes e a utilização de manipulação ambientais como variáveis de treino em lactentes a termo com peso adequado ao nascimento e também em lactentes pré-termo com baixo peso ao nascimento.

Inicialmente apresentamos um capítulo abordando o desenvolvimento do alcance manual de uma forma geral, bem como as variáveis mais utilizadas atualmente para a sua avaliação. Com o intuito de diminuir as lacunas remanescentes nessa área de pesquisa, foram desenvolvidos mais dois estudos com os objetivos de investigar como a eletromiografia de superfície tem sido utilizada para avaliação do alcance manual e quais os desafios do seu uso (Capítulo 4), e investigar os efeitos do treino funcional com peso adicional (Capítulo 5). Este epílogo irá apresentar de forma resumida as principais conclusões desta tese. Apresentaremos, ainda, de forma breve, algumas limitações e dificuldades encontradas no desenvolvimento dos estudos, sugestões para o desenvolvimento de pesquisas futuras e, por fim, as implicações clínicas dos nossos achados.

1 Principais conclusões

O nosso primeiro artigo (uma revisão sistemática) demonstrou que pouco se evoluiu no uso da eletromiografia de superfície (EMG) como ferramenta na avaliação do alcance manual em lactentes, apesar dos primeiros estudos datarem de 1993. A EMG é um recurso válido e confiável para avaliar o sistema neuromuscular, e pode ser complementado pelo uso da análise cinemática. Os estudos incluídos na revisão não apresentaram informações técnicas suficientes dos equipamentos, aquisição e processamento de sinais, os quais são recomendados para seu uso, além de serem fundamentais para replicação das pesquisas. A heterogeneidade na forma de processamento e análise limita a comparação entre os estudos e pode interferir nos resultados e aplicações clínicas.

Os ensaios clínicos que investigam os efeitos do peso adicional no alcance manual após um treinamento de 4 semanas em lactentes a termo com peso adequado ao nascimento e lactentes pré-termo com baixo peso ao nascimento demonstraram resultados distintos. Lactentes a termo com peso adequado se beneficiaram com o uso do peso adicional, uma vez que apresentaram melhores adaptações neuromusculares e mais sucesso na preensão. Entretanto, lactentes prematuros com baixo peso não apresentaram o mesmo padrão de resposta com o protocolo com peso. Deste modo, nossos achados indicam que esses lactentes poderiam realizar o treino de habilidades sem carga.

2 Limitações dos estudos

Com a exploração do uso da eletromiografia de superfície como instrumento de avaliação, surgem novas possibilidades de abordagem. Ao discutir nossos achados, observamos que a informação da massa do membro superior em cada avaliação poderia ter sido estimada para ser utilizada no cálculo da Eficiência Neuromuscular. Consequentemente, essa medida poderia fornecer informações interessantes acerca dos efeitos das intervenções. Trata-se, portanto, de uma limitação, pois não controlamos a medida da massa ao longo dos momentos de avaliação.

Outra limitação foi a não realização do ajuste de carga ao longo do treinamento. O peso correspondente à 20% da massa do membro superior do lactente foi calculado no início do protocolo e foi mantido por todo o período. Com o crescimento inerente à idade, a massa do membro superior certamente aumentou e, ao final do protocolo, supomos que o peso adicional correspondeu a uma porcentagem inferior aos 20% propostos inicialmente.

3 Pesquisas futuras

Como perspectiva e sugestão para futuros estudos, esta tese demonstra que, para utilizar a eletromiografia de superfície na avaliação do alcance manual de lactentes, faz-se necessária uma padronização e adequada descrição dos processos de aquisição e análise de dados, tendo em vista a replicabilidade das pesquisas.

Sugerimos a elaboração de futuros ensaios clínicos no contexto do alcance manual, desde que os mesmos controlem o ajuste do peso adicional ao longo do período de intervenção, tendo em vista a periodização do treinamento. Com base nos nossos achados, essa medida poderia favorecer os efeitos do peso no sistema neuromuscular. Ressaltamos, ainda, a possibilidade da utilização de outras variáveis para análise do efeito do treinamento, como a medida da coativação muscular e a utilização da eficiência neuromuscular.

4 Implicações Clínicas

Nossos resultados apontam que o treino funcional com 4 semanas de duração, 2 vezes por semana, com uso de um peso adicional de 20% da massa do membro superior, induziu efeitos diferenciados em lactentes a termo com o peso adequado ao nascimento e lactentes pré-termo com baixo peso ao nascimento. Especificamente, lactentes a termo se beneficiaram do treinamento com peso adicional, uma vez que melhoraram os parâmetros de ativação muscular e o desfecho funcional. Por sua vez, lactentes pré-termo com baixo peso ao nascer não se beneficiaram do uso do peso adicional, visto que as melhoras espaço-temporais foram observadas somente no grupo controle, sendo recomendado o treino funcional da atividade sem uso de carga.

Ambos os protocolos podem ser orientados aos pais para que o treino seja realizado em domicílio, devendo a questão da utilização ou não do peso adicional ser adequada de acordo com a população-alvo.

ANEXO 1

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 () Tranqüilizantes () 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 2

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 do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_859973.pdf	11/06/2017 10:44:10		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	Projeto_corrigido_final.doc	11/06/2017 10:43:30	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Outros	carta_para_encaminhamento_de_pendencias.doc	11/06/2017 10:42:42	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Rosana_Tannus_Freitas_Lima.pdf	11/05/2017 17:59:15	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Mariana_Vieira_da_Fonseca.pdf	11/05/2017 17:59:00	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Aline_Martins_de_Toledo.pdf	11/05/2017 17:58:41	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_imagem_e_som_de_voz.doc	11/05/2017 17:53:54	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	cartaencaminhprojeto.doc	02/05/2017 21:42:17	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	cartadeencaminh.pdf	02/05/2017 21:41:59	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 21:38:36	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito

Declaração de Pesquisadores	TermoRespCompromPesq.doc	02/05/2017 21:38:12	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 Pesquisadores	TermoRespCompromPesq.pdf	02/05/2017 21:37:17	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 21:33:59	ROSANA TANNUS FREITAS LIMA	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	02/05/2017 21:33:34	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)

