

ARRANJO EXPERIMENTAL PARA ANÁLISE CINEMÁTICA DO ALCANCE MANUAL EM LACTENTES

*Experimental arrangement for kinematics analysis of manual
reaching in infants*

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar e divulgar um arranjo experimental para análise do movimento de alcance manual em lactentes pré-termo por meio do sistema Dvideow. Para o estudo utilizou-se um corpo rígido metálico (1,25x0,70x0,70m³), com 30 pérolas de 0,5 cm de diâmetro fixadas em um dos lados do corpo, representando as coordenadas X,Y,Z, diferente do arranjo com fios de prumo, e três câmeras filmadoras digitais. A precisão do arranjo foi medida pela acurácia, utilizando uma haste rígida (em forma de "T") com duas pérolas fixadas nas extremidades a uma distância de 177 mm. O resultado permitiu visualizar e rastrear automaticamente os marcadores durante o movimento em pelo menos duas câmeras, com acurácia de 0,6 a 1,2 mm, indicando a reconstrução fidedigna do movimento de alcance. Diante disso, o arranjo experimental mostrou-se adequado para a análise cinemática do alcance manual em lactentes, apresentando vantagens por ser mais prático e de fácil manuseio, podendo ser empregado com fidedignidade dos resultados em estudos.

Palavras chave: Cinemática. Alcance. Lactente.

ABSTRACT: The aim of study was to assess and disseminate an experimental arrangement for the movement analysis of reaching in preterm infants using the system Dvideow. For the study was used a metallic rigid body (1.25 x 0.70 x 0.70 m³), with thirty 0.5 cm diameter beads attached to one side of the body, representing the coordinates X, Y, Z, different arrangement with plumb lines, and three digital camcorders were used. The precision of the arrangement was measured for accuracy, using a rigid T-shaped rod with two beads attached, one at either end, at a distance of 177 mm. The results allowed to visualize and track automatically of the markers during movement in at least two camera, with accuracy 0,6 to 1,2 mm indicating reliable reconstruction for the movement of reaching. Thus, the experimental arrangement proved to be viable for kinematic analysis of manual reaching in infants presenting advantages to be more practical and easy to handle and can be used with reliability of results in studies.

Keywords: Kinematic. Reaching. Infants.

ELAINE LEONEZI GUIMARÃES¹
MARCELO DA SILVA BARREIRO²
JANAINÉ BRANDÃO LAGE³
LETÍCIA ANDRADE DE ARAÚJO⁴
ELOISA TUDELLA⁵

¹Professora Adjunto.
Curso de Fisioterapia.
Departamento de Fisioterapia Aplicada.
Instituto Ciências da Saúde. Universidade
Federal do Triângulo Mineiro.
elaineleoneziguimaraes@gmail.com

²Docente no
Instituto Federal do Triângulo Mineiro –
Uberaba/MG. Brasil.
marcelo.barreiro@gmail.com

³Mestranda no Programa de Pós-
Graduação em Educação Física.
Universidade Federal do Triângulo Mineiro.
ja.bl@terra.com.br

⁴Acadêmica do Curso de Fisioterapia.
Universidade Federal do Triângulo Mineiro –
Uberaba/MG. Brasil.
leticiaandradedearaujo@gmail.com

⁵Professora Adjunto.
Departamento de Fisioterapia.
Universidade Federal de São Carlos.
eloisatudella@yahoo.com

Recebido em: 16/01/2015
Revisado em: 25/03/2015
Aceito em: 05/04/2015

Introdução

O alcance manual constitui uma das primeiras experiências de exploração e manipulação do ambiente independentemente, sendo definido como a capacidade de localizar um objeto no espaço, fixar o olhar sobre ele, e mover uma ou ambas as mãos em direção ao objeto até tocá-lo^{1,2}, e, é adquirido entre o terceiro e sexto mês de vida³. Nesse período, o alcance é realizado com movimentos bruscos das mãos e trajetórias sinuosas, o que indica pouca coordenação e controle motor, ou seja, um alcance imaturo^{4,5}. Com o tempo e a experiência, o sistema motor torna-se capaz de se adaptar a diferentes condições do ambiente e da tarefa², permitindo que o lactente realize alcances com maior fluência e eficiência. O desenvolvimento do alcance, portanto, é modelado pela interação dinâmica entre fatores intrínsecos como idade⁶, controle postural^{7,8} e nascimento prematuro^{9,10,11}, e extrínsecos, como prática da habilidade¹⁰, posição do corpo^{2,12}, propriedades físicas do objeto⁶ e a adição de peso nos membros superiores do lactente^{13, 14}.

Considerando a importância do alcance para o desenvolvimento motor global do lactente, verifica-se que ainda são escassos os estudos relacionados ao impacto da prematuridade sobre as habilidades manuais¹⁵. Mais escassos ainda, são os estudos específicos relacionados à análise cinemática do alcance manual em lactentes pré-termo. Tal fato limita a compreensão de como e quais fatores relacionados ao organismo alteram o desenvolvimento dessa habilidade.

A análise cinemática possibilita analisar e compreender a aquisição e o desenvolvimento de habilidades motoras como o alcance manual em lactentes^{3,9,16,17}, avaliar e entender o desenvolvimento motor em crianças maiores, bem como, analisar o desempenho de atletas nos esportes e avaliar os efeitos da reabilitação^{18,19}.

No Brasil o sistema de videogrametria Dvideow (Digital Video for Biomechanics for Windows 32 Bits) desenvolvido na Universidade Estadual de Campinas, pelas equipes do Laboratório de Instrumentação Biomecânica

(Faculdade de Educação Física) e do Instituto de Computação^{20,21} tem sido utilizado para avaliar o comportamento de alcance em lactentes. Este sistema constituído de equipamentos não dedicados, considerado confiável, de baixo custo e simples de ser utilizado, permite a detecção automática de marcadores passivos e ativos em diferentes condições experimentais, utilizando câmeras de vídeos^{18,19,20,21}. Para a reconstrução tridimensional do movimento, são necessárias pelo menos duas câmeras de vídeo com frequência de aquisição de 60 Hz, onde seja visualizado cada marcador simultaneamente²⁰. As imagens são sincronizadas, segmentadas nos intervalos de interesse, os marcadores são identificados e rastreados automaticamente, processando-se a reconstrução tridimensional das imagens.

Entretanto, para a descrição do movimento do marcador é fundamental a utilização de um sistema de calibração para se conhecer a posição deste no espaço^{18,22}. Nos estudos desenvolvidos no Brasil, o sistema de calibração utilizado tem sido com fios de prumo, variando de quatro a seis, afixados no teto do laboratório, posicionados de maneira a formar um volume retangular constituindo um sistema de coordenadas com três eixos ortogonais entre si (X,Y,Z)^{18,19,22}, os quais são colocados e retirados após a calibração do espaço onde irá acontecer o movimento. Em cada fio são afixadas 10 esferas de 1 cm de diâmetro com distância aproximada de 10 cm entre elas^{18,22}.

Contudo, a fragilidade dos fios e o cuidadoso manuseio dos mesmos durante a preparação do laboratório em cada procedimento de avaliação, possibilitam riscos de se perder o sistema dificultando o processo de análise do movimento, o que justificou o presente estudo. Considerou-se a hipótese de que um sistema de calibração sem fios de prumo permite realizar a reconstrução tridimensional do movimento de alcance manual em lactentes com a mesma fidedignidade de sistemas que utilizam fios de prumo. Desta forma, o objetivo do estudo foi avaliar e divulgar um arranjo experimental utilizando um corpo rígido sem fios de prumo, de fácil manuseio, e baixo custo, que possa ser

empregado para análise cinemática do alcance manual em lactentes.

Metodologia

Inicialmente foi construído um corpo rígido de metal medindo $1,25 \times 0,70 \times 0,70 \text{ m}^3$, com 30 marcadores reflexivos de 0,5 cm de diâmetro, formando um eixo tridimensional representando as coordenadas X, Y e Z (Figura 1), com 10 marcadores em cada coordenada à uma distância de 5 cm entre elas, aferida por um paquímetro mecânico graduado em milímetros. Três câmeras filmadoras digitais, a uma frequência de 60 Hz acopladas a tripés, e um iluminador foram utilizados. Uma haste rígida (em forma de "T") com duas pérolas fixadas nas extremidades a uma distância de 177 mm foi utilizada para o procedimento de aferição da acurácia. Uma cadeira de alimentação infantil, na qual um sistema de regulação permitiu com precisão a angulação de inclinação de 45° da horizontal foi utilizada para o posicionamento do lactente, e um marcador (pérola) de 0,5 cm, fixado em uma pulseira confeccionada de velcro preto^{3,18,19} para contrastar com o marcador e facilitar o rastreamento do movimento de alcance.

Na avaliação do arranjo experimental por meio do sistema Dvideow, diversas filmagens foram realizadas, em dias diferentes, visando determinar a acurácia do arranjo, e adequar o posicionamento do lactente e das câmeras ao espaço disponível no laboratório.

Cinco lactentes pré-termo ($35,5 \pm 0,9$ semanas) com idade corrigida de $4,35 \pm 1,06$ meses, saudáveis, serviram de modelos para testar a adequação da metodologia.

O estudo teve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, foi registrado no *Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos* (ReBEC), e autorização dos pais por meio do termo de consentimento livre e esclarecido.

Procedimentos para acurácia

O referencial necessário para descrever o movimento de um ponto no espaço em função do tempo é chamado de sistema de calibração, constituído por pontos de coordenadas X, Y e Z conhecidas, as quais são informadas ao sistema de análise^{18,19,20}. No presente estudo, o arranjo desenvolvido e avaliado foi composto pelo corpo rígido com as coordenadas X,Y,Z, onde as coordenadas Y e Z representaram as coordenadas planas relativas ao ponto "0" (0,0) positivas, e, a X a coordenada vertical referente ao eixo (0,0,0) negativa. O volume do sistema de calibração abrangia toda a movimentação do objeto a ser rastreado. A precisão do arranjo foi medida pela compatibilidade entre o movimento real e a reconstrução tridimensional das coordenadas espaciais dos marcadores (acurácia)¹⁹.

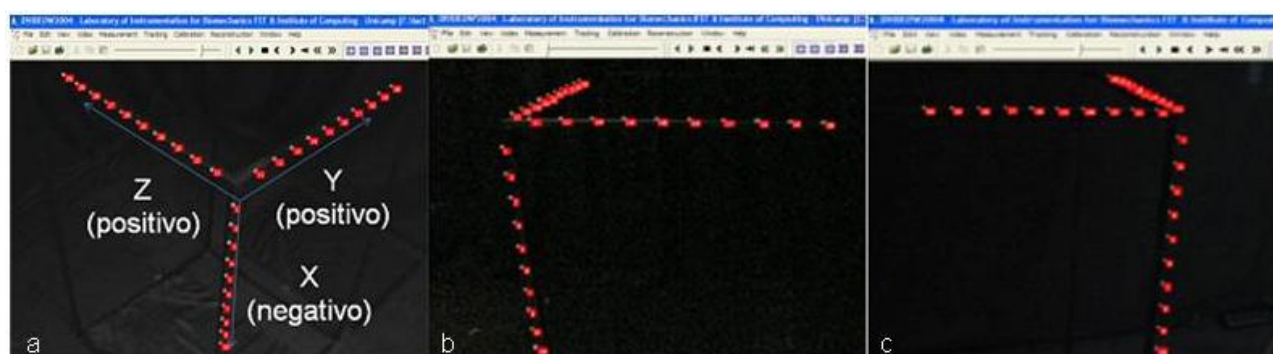


Figura 1. Calibrador com marcadores formando as coordenadas X,Y,Z, nas três perspectivas: **a** - Vista pósterio-superior, **b** - Vista pósterio-lateral D, **c** - Vista pósterio-lateral E.

Para acentuar o contraste entre os marcadores e o plano de fundo da imagem, facilitando a busca automática dos

marcadores pelo Dvideow, as paredes do laboratório foram revestidas com tecido preto e o chão com EVA preto. Um iluminador foi

posicionado ao lado da câmera E, para adequar a iluminação e melhorar a reflexão dos marcadores. Movimentos aleatórios com a haste foram realizados dentro do volume de calibração e registrados pelas três câmeras filmadoras digitais. Duas posicionadas pósterolateralmente ao volume de calibração a uma

altura de 1,44 m (câmera esquerda – CE) e 1,40 m (câmera direita – CD), e uma pósterosuperiormente a 1,98 m do chão (câmera A – CA) (Figura 2). A localização em relação ao ponto "0" (coordenadas X, Y e Z) das câmeras foi: CA (0,96 m), CD (1,05 m) e CE (1,38 m).

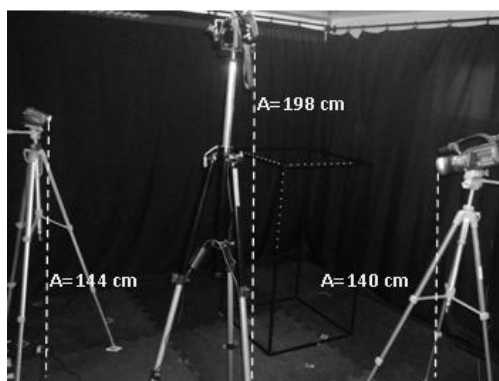


Figura 2. Disposição das câmeras e do calibrador

Durante as filmagens para determinar a acurácia, a pesquisadora se posicionou dentro do volume para realizar movimentos aleatórios com a haste rígida.

As câmeras posicionadas foram colocadas no modo manual a fim de que fosse possível ajustar o balanço de branco, o foco e a velocidade de abertura do obturador, de acordo com a iluminação utilizada e a precisão desejada. Desse momento em diante, nenhuma alteração dos parâmetros foi realizada e as câmeras permaneceram ligadas até o final da avaliação para evitar alterações nos parâmetros de coleta de dados^{18,19}.

O corpo rígido era filmado por aproximadamente 20 segundos, em seguida um flash com uma câmera digital era disparado para sincronizar a imagem das três câmeras, e a pesquisadora iniciava os

movimentos aleatórios dentro do volume de calibração, os quais eram filmados por 2 minutos (Figura 3). Em seguida, as imagens das três câmeras eram capturadas em AVI por meio do software Pinnacle Studio 9.1, e analisadas utilizando o sistema Dvideow considerando 300 quadros em que os marcadores estavam visíveis em pelo menos duas câmeras. Os movimentos foram rastreados automaticamente e reconstruídos em 3D no sistema Dvideow²⁰ e submetidos a uma rotina construída para este fim no software Matlab 7.9 para obter o valor da acurácia.

O cálculo da acurácia (α) foi obtido pela diferença entre os valores médios e o valor real por meio da equação [$\alpha^2 = (b^2 + p^2)$], onde b é o *bias* (tendência) das medidas e p é a variância dos valores¹⁹.

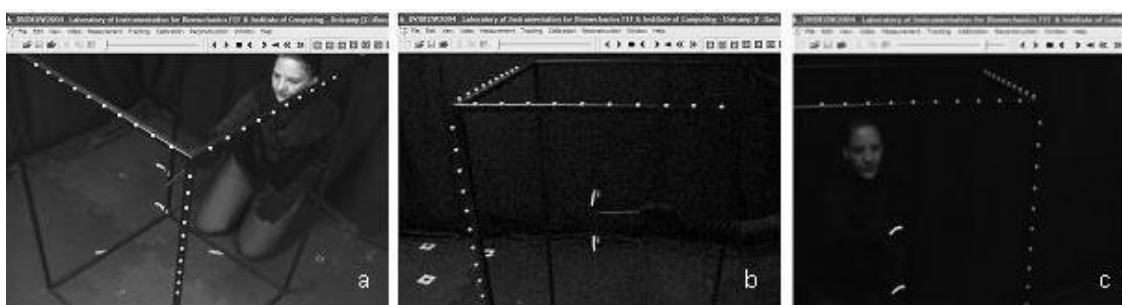


Figura 3 a,b,c. Procedimento para análise da acurácia.

Método para avaliação do alcance manual em lactentes

Os alcances de cinco lactentes pré-termo com idade corrigida de $4,35 \pm 1,06$ meses foram avaliados no período de emergência da habilidade para confirmar a fidedignidade do arranjo experimental.

Para o início da avaliação, o mesmo procedimento até a filmagem do calibrador por aproximadamente 20 segundos era realizado, após esse período, o calibrador era retirado e uma cadeira infantil era devidamente posicionada dentro do volume

de calibração no espaço. O lactente somente de fralda e a pulseira com um marcador passivo reflexivo na superfície dorsal dos punhos^{3,18,19} era colocado na cadeira reclinada a 45° da horizontal, um flash era disparado e a avaliação iniciada.

Durante a avaliação por 2 minutos, um objeto maleável, atrativo e não familiar ao lactente era apresentado na linha média e na altura do processo xifoide, há uma distância correspondente ao comprimento do membro superior do lactente para que realizasse o alcance (Figura 4).



Figura 4 – Posicionamento da cadeira reclinada a 45° da horizontal, marcadores reflexivos em ambos os punhos. Alcances rastreados automaticamente pelo Dvideow 5.0®. **a** - Imagem da câmera A pósterio-superior; **b,c** - Imagens das câmeras pósterio-laterais direita e esquerda respectivamente.

Após a avaliação as imagens das câmeras foram capturadas em AVI. A análise dos movimentos foi feita a partir da sincronização das filmagens das três câmeras, com a identificação do quadro que continha o flash de luz disparado no início da avaliação¹. A partir da sincronização definiram-se os quadros de início e fim de cada alcance. O início do alcance foi definido como o primeiro quadro em que o lactente iniciava o movimento ininterrupto do membro superior em direção ao objeto após visualizá-lo, e, o final do alcance foi definido como o último quadro em que o lactente tocou o objeto independente da preensão^{4,6,9,12}.

Para reconstruir o movimento tridimensional no sistema Dvideow foram considerados os movimentos com mais de 10 quadros⁶, cujos marcadores estavam visíveis em pelo menos duas câmeras, e rastreados automaticamente (Figura 4). Para análise do alcance com o membro superior direito utilizou-

se as imagens da câmera direita e da câmera pósterio-superior, e, do alcance com o membro esquerdo as câmeras esquerda e pósterio-superior.

Após a reconstrução do movimento no Dvideow, os arquivos 3D foram submetidos a uma rotina construída no programa Matlab 7.9 para filtrar os dados através de um filtro Butterworth de 4ª ordem com frequência de corte de 6Hz^{6,12,18,19}, com objetivo de se obter o valor das variáveis cinemáticas do movimento de alcance manual: duração do movimento, pico de velocidade, velocidade média, índice de retidão, índice de ajuste, e, unidade de movimento.

Resultados e Discussão

O presente estudo investigou se um sistema de calibração com corpo rígido, sem fios de prumo, permitiria um arranjo

experimental fidedigno para análise cinemática do alcance semelhante aos arranjos que utilizam sistema de calibração com fios de prumo. O valor da precisão (acurácia) do arranjo encontrado foi de 0,6 a 1,2 milímetros, sendo considerado adequado, pois se preconiza que quanto mais próximo de zero for esse valor mais precisa é a medida¹⁹. Os resultados corroboram com os resultados publicados em outros estudos quanto à precisão dos arranjos utilizados. Foi observado no estudo de Carvalho et al.¹⁸ acurácia de 5,0 mm utilizando quatro fios de prumo, no estudo de Lima et al.¹⁹ de 2,47 mm, e no de Landgraf et al.²⁵ de 2,0 mm, ambos com seis fios de prumo, e todos analisados por meio do sistema Dvideow. E, ainda, aos resultados dos estudos de Chen et al.²⁶ com acurácia de 1 mm, e de Jen et al.²⁷ menor que 3 mm analisados com sistemas diferentes ao Dvideow. Tais resultados permitem inferir que com o arranjo experimental avaliado no presente estudo é possível reconstruir fidedignamente o movimento.

Verificou-se que com três câmeras digitais devidamente posicionadas foi possível visualizar os marcadores dentro do volume durante todo o movimento em pelo menos duas câmeras simultaneamente, o que é necessário para se obter a reconstrução tridimensional do movimento¹⁸. O rastreamento dos marcadores em todos os movimentos foi automático tornando mais fácil, rápida e precisa a análise pelo Dvideow. O presente arranjo experimental demonstrou ainda, ser mais prático e de fácil manuseio comparado ao arranjo com fios de prumo utilizado em pesquisas brasileiras para análise cinemática do alcance manual em lactentes.

Os resultados da avaliação para análise do alcance manual em lactentes pré-termo demonstraram a viabilidade do arranjo experimental, pois foi possível rastrear automaticamente o marcador (Figura 4) em pelo menos duas câmeras, e reconstruir tridimensionalmente o movimento de alcance, assim como nos estudos brasileiros sobre alcance manual em lactentes que utilizaram o sistema de calibração com fios de prumo^{11,12,24,28}. Isto confirma que o arranjo experimental avaliado é compatível e

adequado para a análise cinemática desta habilidade em lactentes. Ademais, os resultados obtidos na análise dos movimentos de alcance gerados em 3D e submetidos à rotina criada no programa Matlab 7.9, para computar as variáveis cinemáticas, também foram similares aos encontrados nos estudos com sistema de calibração composto por fios de prumo^{11,12,24,28}, confirmando mais uma vez a viabilidade do arranjo para esta avaliação e fidedignidade na análise.

Conclusão

O arranjo experimental apresentado mostrou-se adequado para a análise cinemática do alcance manual em lactentes, apresentando vantagens por ser mais prático e de fácil manuseio, podendo ser empregado em estudos para aprimorar o conhecimento sobre o alcance manual em lactentes, confirmando a hipótese inicial do estudo. Ademais, pode contribuir para a avaliação e embasar medidas de prevenção e intervenção para as disfunções do desenvolvimento do alcance manual em lactentes.

Agradecimentos — Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Núcleo de Estudos em Neuropediatria e Motricidade (NENEM) – UFSCar. Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM).

Referências

1. Thelen E, Cobertta D, Kamm K, Spencer J, Schneider K, Zernicke RF. The transition to reaching: Mapping intention and intrinsic dynamics. *Child Dev.* 1993; 64: 1058-1098.
2. Savelsbergh GJP, Van Der Kamp J. The effect of body orientation to gravity on early infant reaching. *J Exp Child Psychol.* 1994; 58: 510-528. DOI: 10.1006/jecp.1994.1047
3. Carvalho RP, Gonçalves H, Tudella E. Influência do nível de habilidade e posição corporal no alcance de lactentes. [Influence of skill level and body position on infants' reaching]. *Rev Bras Fis.* 2008a; 12: 195-203. DOI: 10.1590/S1413-35552008000300007
4. Thelen E, Corbetta D, Spencer JP.

- Development of reaching during the first year: Role of movement speed. *J Exp Psychol Hum Percept Perform.* 1996; 22: 1059-1076.
5. Konczak J, Dichgans J. The development toward stereotypic arm kinematics during reaching in the first 3 years of life. *Exp Brain Res.* 1997; 117: 346-354. DOI: 10.1016/j.infbeh.2007.12.006
 6. Rocha NACF, Silva FPS, Tudella E. The impact of object size and rigidity on infant reaching. *Infant Behav Dev.* 2006; 29(2): 251-61. DOI: 10.1016/j.infbeh.2005.12.007
 7. Fallang B, Saugstad OD, Hadders-Algra M. Postural adjustments in preterm infants at 4 and 6 months post-term during voluntary reaching in supine position. *Pediatr Res.* 2003; 54: 826-833. DOI: 10.1203/01.PDR.0000088072.64794.F3
 8. Thelen E, Spencer JP. Postural control during reaching in young infants: A dynamic systems approach. *Neurosci Biobeh Rev.* 1998; 22(4): 507-514. DOI: 10.1016/S0149-7634 (97) 00037-7
 9. Toledo AM, Tudella E. The development of reaching behavior in low-risk preterm infants. *Infant Behav Dev.* 2008; 31(3): 398-407. DOI: 10.4074/S001375451200105X
 10. Heathcock JC, Lobo M, Galloway JC. Movement training advances the emergence of reaching in infants born at less than 33 weeks of gestational age: a randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2008; 8(3): 310-322. DOI: 10.2522/ptj.20070145
 11. De Toledo AM, De Almeida Soares D, Tudella E. Proximal and Distal Adjustments of Reaching Behavior in Preterm Infants, Research Article. *J Mot Behav.* 2011; 43: 137-145. DOI: 10.1080/00222895.2011.552076
 12. Carvalho RP, Tudella E, Savelsbergh GJP. Spatio-temporal parameters in infant's reaching movements are influenced by body orientation. *Infant Behav Dev.* 2007; 30: 23-35. DOI: 10.1016/j.infbeh.2006.07.006 PII: S0163-6383 (06) 00052-X
 13. Out L, Savelsbergh GJP, Van Soest AJ, Hopkins B. Influence of mechanical factors on movement units in infant reaching. *Hum Mov Sci.* 1997; 16: 733-748.
 14. Van Der Fits IB, Flikweert ER, Stremmelaar EF, Martijn A, Hadders-Algra M. Development of postural adjustments during reaching in preterm infants. *Pediatr Res.* 1999; 46: 1-7.
 15. Guimarães EL, Cunha AB, Soares DA, Tudella E. Reaching behavior in preterm infants during in the first year of life: a systematic review. *Motor Control.* 2013; 4: 304-354.
 16. Bakker H, de Graff Peters VB, van Eykern LA, Otten B, Hadders-Algra M. Development of proximal arm muscle control during reaching in young infants: from variation to selection. *Infant Behav Dev.* 2010; 33(1): 30-38. DOI: 10.1002/dev.21026
 17. Lee MH, Liu YT, & Newell KM. Longitudinal expressions of infants's prehension as a function of object properties. *Infant Behav Dev.* 2006; 29: 481-493.
 18. Carvalho RP, Tudella E, Barros RML. Utilização do sistema Dvideow na análise cinemática do alcance manual de lactentes. *Rev Bras Fisioter.* 2005; 9: 41-47. DOI: 10.1590/S1413-35552008000500013
 19. Lima CD, Carvalho RP, Barros RML, Tudella E. Dois métodos diferentes para análise cinemática dos movimentos de cabeça durante a coordenação viso-cefálica de lactentes. *Rev Bras Fisioter.* 2008; 12(5): 425-431. DOI: 10.1590/S1413-35552008000500013
 20. Barros RML, Brenzikofer R, Leite NJ, Figueroa PJ. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise cinemática tridimensional de movimentos humanos. *Rev Bras Eng Biomed.* 1999; 15: 79-86. DOI: 10.1590/S1413-35552008000500013
 21. Figueroa PJ, Leite JL, Barros RMK. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. *Comput Methods Programs Biomed.* 2003; 72: 155-65.
 22. Andrade LA. Análise de marcha: protocolo experimental a partir de variáveis cinemáticas e antropométricas [dissertação]. Campinas (SP): Faculdade de Educação Física, Unicamp; 2002.
 23. Mathew A, Cook M. The control of reaching movements by young infants. *Child Dev.* 1990; 61: 1238-1257.
 24. Carvalho RP, Tudella E, Caljouw SR, Savelsbergh GJP. Early control of reaching: effects of experience and body orientation. *Infant Behav Dev.* 2008b; 31: 23-33. DOI: 10.1016/j.infbeh.2007.06.001

25. Landgraf JF. Influência do peso adicional nos chutes de lactentes de um a quatro meses de vida (tese). São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. 2011
26. Chen YP, Fethers, Holt KG, Saltzman, E. Making the mobile move: constraining task and environment. *Infant Behav Dev.* 2002; 25(2): 195-220. DOI: 10.1016/S0163-6383(02)00121-2
27. Jeng SF, Chen LC, Yau KIT. Kinematic analysis of kicking movements in preterm infants with very low birth weight and full-term infants. *Phys Ther.* 2002; 82(2): 148-159.
28. Cunha AB, Soares DA, Ferro AM, 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.* 2013; 17(2): 123-144.