

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

**INFLUÊNCIA DO PESO ADICIONAL NOS CHUTES DE
LACTENTES DE UM A QUATRO MESES DE VIDA**

JOCELENE DE FÁTIMA LANDGRAF

SÃO CARLOS – SP

2011

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

**INFLUÊNCIA DO PESO ADICIONAL NOS CHUTES DE
LACTENTES DE UM A QUATRO MESES DE VIDA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Fisioterapia, área de concentração: Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

Jocelene de Fátima Landgraf
Orientadora: Profa. Dra. Eloisa Tudella

**SÃO CARLOS – SP
2011**

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

L256ip

Landgraf, Jocelene de Fátima.

Influência do peso adicional nos chutes de lactentes de um a quatro meses de vida / Jocelene de Fátima Landgraf. - São Carlos : UFSCar, 2011.

73 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011.

1. Fisioterapia. 2. Coordenação sensório-motora. 3. Análise cinemática. 4. Chutes espontâneos. 5. Desenvolvimento motor. I. Título.

CDD: 615.82 (20ª)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA PARA DEFESA DE TESE DE
DOUTORADO DE JOCELENE DE FÁTIMA LANDGRAF,
APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
FISIOTERAPIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, EM
22 de fevereiro de 2011

BANCA EXAMINADORA:



Prof.ª Dr.ª Eloisa Tudella
(UFSCar)



Prof.ª Dr.ª Silvana Maria Blascovi de Assis
(Mackenzie)



Prof. Dr. Thiago Luiz de Russo
(UFSCar)



Prof. Dr. Luis Augusto Teixeira
(USP/SP)



Prof.ª Dr.ª Denise Castilho Cabrera Santos
(UNIMEP)

Dedico este trabalho ao Flávio pelo
amor, respeito e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me iluminar em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, José e Gilse, e à minha família, agradeço todo o amor, carinho, compreensão e respeito. Em especial a minha irmã Juliana que ajudou diretamente no esquema do laboratório para os artigos.

Ao meu marido Flávio, que em vários momentos abriu mão da minha presença para que eu pudesse realizar este trabalho e que me ajudou tanto com os problemas computacionais.

Aos pequenos Isabella, Livia e Guilherme por me fazerem brincar.

A minha querida orientadora Profa. Eloisa Tudella por acreditar em mim, por vibrar comigo em cada conquista, por me ajudar em tantas coisas profissionais e pessoais. Agradeço, pelas idéias do trabalho, pela disponibilidade aos finais de semanas e feriados cedendo seu tempo e abrindo as portas de sua casa com tanta paciência.

Aos amigos Kelly e Wanderlei, por todo apoio logístico nesses quatro anos, além é claro pela amizade.

Aos amigos Bibiana e Fernando pelo apoio e pela ajuda principalmente com as figuras.

À amiga Raquel pela paciência e colaboração na construção do trabalho e na análise dos dados e por dividir “irmamente” sua família e sua casa comigo. Agradeço também a sua família pela acolhida.

Aos amigos Igor e Jady pela colaboração durante as coletas.

À amiga Fernandinha por todo apoio e hospedagem no início do doutorado.

Aos amigos Aline, Andréa, Carolzinha, Daniele, Karina e Marcus Vinicius pelas sugestões e apoio.

Aos professores e colegas de trabalho da Universidade Federal do Rio de Janeiro pelo apoio.

Aos Professores Denise Castilho Cabrera Santos, Luis Augusto Teixeira, Silvana Maria Blascovi de Assis e Thiago Luiz de Russo, por gentilmente, aceitarem compor a banca de defesa do doutorado. As Professoras Ana Maria Forti Barela, Cristina dos Santos Cardoso de Sá e Deisy das Graças de Souza por aceitarem participar como membros suplentes da banca. Aos Professores Ana Maria Forti Barela, Denise Castilho Cabrera Santos e Luis Augusto Teixeira pelas excelentes sugestões por ocasião do Exame de Qualificação.

Aos meus antigos professores, que me ensinaram com prazer e dedicação parte do que sei e, o que é mais importante, ensinaram-me a buscar sempre.

Aos pais e bebês que participaram do estudo, sem os quais esse trabalho não seria possível.

Aos funcionários e estudantes do NENEM, e todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, dando-me força, incentivo e principalmente, acreditando no meu trabalho.

A Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP pelo apoio financeiro.

Landgraf, J. F. (2011). Influência do peso adicional nos chutes de lactentes de um a quatro meses de vida. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivos descrever o método utilizado para análise cinemática dos chutes e verificar os efeitos do peso adicional no padrão dos chutes nas idades de um a quatro meses de vida. Para tanto, são apresentados dois estudos. O primeiro estudo descreve o método empregado para análise da cinemática dos movimentos de chutes de lactentes. Neste estudo, quatro lactentes foram filmados longitudinalmente nas idades de um a seis meses e a análise foi realizada no sistema Dvideow 6.3. Foi verificado que o uso de quatro câmeras de vídeo é necessário. Além disso, utilizamos seis fios de prumo para calibrar o sistema e garantir uma precisão de 2mm. Portanto, concluímos, com base no primeiro estudo, que a utilização do sistema Dvideow para realizar a análise cinemática dos chutes de lactentes mostrou-se adequada e viável. O segundo estudo teve por objetivo verificar a influência de pesos de 1/10 e 1/3 da massa do membro inferior no padrão dos chutes de lactentes de um a quatro meses de vida. Participaram deste estudo 14 lactentes, filmados longitudinalmente. Foram analisadas as variáveis frequência de chutes, frequência de contato do pé com o painel, padrão de coordenação intramembro, tempo de movimento, velocidade média e índice de retidão. Quando consideramos as idades, verificamos diferença na frequência de chutes, na frequência de contatos do pé com o painel, no tempo do movimento e na velocidade média. Quando comparamos as condições de peso, verificamos alteração da frequência de chutes e da frequência de contatos do pé com o painel; as variáveis cinemáticas mantiveram-se inalteradas. Portanto, podemos sugerir que no decorrer dos quatro primeiros meses de vida, os lactentes alteram a frequência dos chutes em função das suas idades, do treinamento intra-sessão e do peso adicional. Essas características são, provavelmente, resultado de fatores intrínsecos, como aumento da massa e força musculares, estado comportamental dos lactentes, maturação do Sistema Nervoso Central e fatores extrínsecos como o peso e o interesse pelo ambiente e em realizar a tarefa.

Palavras-chave: chutes, peso adicional, lactentes, comportamento motor, cinemática.

Influence of additional weight on spontaneous kicking in the first four months of life.

Doctorate thesis. Federal University of São Carlos.

ABSTRACT

This study aimed to describe the method used for the kinematic analysis of kicking movements in infants and to determine the effect of additional weighting in the pattern of the kicking movements of infants in the first four months of life. For this, two studies are presented. The first study describes the method used for the kinematic analysis of kicking movements in infants. In the study, four infants were longitudinally videotaped at ages from one to six months and analysis was performed on the Dvideow system. It was verified that the use of four video cameras was required. Moreover, six plumb lines were used to calibrate the system and ensure an accuracy of 2 mm. It was concluded, based on the first study that the use of the Dvideow system to perform kinematic analysis of the kicking movement in infants proved to be appropriate and feasible. The second study aimed to verify the influence of weights of 1/10 and 1/3 the mass of lower limb in the pattern of the kicking movements of infants in the first four months of life. Fourteen healthy infants participated in the study, longitudinally videotaped. Kicking frequency, foot/panel contact frequency, intralimb coordination pattern, movement time, average speed and straightness index were analyzed. Comparing the ages, we found differences in the kicking frequency, foot/panel contact frequency, movement time, and average speed. Comparing the weighting conditions, we found changes in the kicking frequency and foot/panel contact frequency; the kinematic variables remained unchanged. Therefore, we suggest that during the first four months of life, infants change the kicking frequency according to their ages, the intra-session training and additional weighting. These features are probably the result of intrinsic factors such as increased mass and muscle strength, behavior status of infants, maturation of the Central Nervous System and extrinsic factors such as the weight and the interest in the environment and in performing the proposed task.

Key words: kicks, additional weighting, infants, motor behavior, kinematic

LISTA DE FIGURAS

ESTUDO I

- FIGURA 1. Sistema de calibração. 15
- FIGURA 2. Arranjo experimental. A. Perspectiva esquemática. B. Planta esquemática. 16
- FIGURA 3. Interface do sistema Dvideow 6.3 e rastreamento dos marcadores. 18
- FIGURA 4. Variações angulares de quadril, joelho e tornozelo durante realização de um chute. 23

ESTUDO II

- FIGURA 1. Arranjo experimental. A. Perspectiva esquemática. B. Planta esquemática. 34
- FIGURA 2. Frequência de chutes. A. Nas diferentes condições experimentais (LB – Linha de base; CP1 – Condição de peso 1, correspondente a 1/10 da massa do membro inferior do lactente; CP2 – Condição de peso 2, correspondente a 1/3 da massa do membro inferior do lactente; PP – Pós-peso). B. Nas diferentes idades. 41
- FIGURA 3. Frequência de contato dos pés no painel. A. Nas diferentes condições experimentais (LB – Linha de base; CP1 – Condição de peso 1, correspondente a 1/10 da massa do membro inferior do lactente; CP2 – Condição de peso 2, correspondente a 1/3 da massa do membro inferior do lactente; PP – Pós-peso). B. Nas diferentes idades. 42
- FIGURA 4. Mediana do índice das correlações cruzadas. A. Quadril vs joelho nas diferentes condições experimentais. B. Quadril vs joelho nas diferentes idades. C. Quadril vs tornozelo nas diferentes condições experimentais. D. Quadril vs tornozelo nas diferentes idades. E. Joelho vs tornozelo nas diferentes condições experimentais. F. Joelho vs tornozelo nas diferentes idades. (LB – Linha de base; CP1 – Condição de peso 1, correspondente a 1/10 da massa do membro inferior do lactente; CP2 – Condição de peso 2, correspondente a 1/3 da massa do membro inferior do lactente; PP – Pós-peso; Q-J – índice de correlação cruzada quadril vs joelho; Q-T – índice de correlação cruzada quadril vs tornozelo; J-T – índice de correlação cruzada joelho vs tornozelo). 43

FIGURA 5. Mediana do tempo de movimento dos chutes. A. Nas diferentes condições experimentais (LB – Linha de base; CP1 – Condição de peso 1, correspondente a 1/10 da massa do membro inferior do lactente; CP2 – Condição de peso 2, correspondente a 1/3 da massa do membro inferior do lactente; PP – Pós-peso). B. Nas diferentes idades. 44

FIGURA 6. Mediana da velocidade média dos chutes. A. Nas diferentes condições experimentais (LB – Linha de base; CP1 – Condição de peso 1, correspondente a 1/10 da massa do membro inferior do lactente; CP2 – Condição de peso 2, correspondente a 1/3 da massa do membro inferior do lactente; PP – Pós-peso). B. Nas diferentes idades. 45

FIGURA 7. Mediana do índice de retidão dos chutes. A. Nas diferentes condições experimentais (LB – Linha de base; CP1 – Condição de peso 1, correspondente a 1/10 da massa do membro inferior do lactente; CP2 – Condição de peso 2, correspondente a 1/3 da massa do membro inferior do lactente; PP – Pós-peso; IR – índice de retidão). B. Nas diferentes idades. 46

TABELA

ESTUDO II

TABELA 1. Equações para cálculo da massa dos membros inferiores do lactente. 35

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE I – Parecer do Comitê de Ética	64
APÊNDICE II – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	65
APÊNDICE III – Protocolo para coleta de dados das mães e bebês	67
APÊNDICE IV – Relatórios do Teste de Acurácia	70

SUMÁRIO

CONTEXTUALIZAÇÃO	01
ESTUDO I: Método para análise cinemática dos chutes de lactentes.	09
ESTUDO II: Influência do peso adicional na cinemática dos chutes de lactentes nos primeiros quatro meses de vida.	26
CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
LIMITAÇÕES E SUGESTÕES	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
APÊNDICES	63

CONTEXTUALIZAÇÃO

CONTEXTUALIZAÇÃO

Nos últimos anos, estudos têm sido desenvolvidos para investigar como ocorre o desenvolvimento motor do ser humano e para compreender a influência dos fatores intrínsecos e extrínsecos no desenvolvimento.

Alguns pesquisadores têm investigado os comportamentos motores dos lactentes e manipulado as situações experimentais para verificar como os fatores intrínsecos e extrínsecos interferem nos comportamentos. Dentre os comportamentos mais estudados encontram-se o alcance manual, o controle postural, os chutes espontâneos e a marcha. Em relação aos fatores intrínsecos podemos citar a idade e aos fatores extrínsecos, o acréscimo de peso em segmentos corporais, a alteração da postura e o reforço por informações sensoriais.

Os chutes espontâneos são uma das formas mais precoces de comportamento motor em lactentes, ocorrendo mesmo antes do nascimento (Chen et al., 2002). Nos primeiros seis meses após o nascimento, o padrão dos chutes espontâneos sofre mudanças consideráveis (Thelen; Bradshaw; Ward, 1981; Thelen; Fisher, 1983; Piek, 1998; Piek; Gasson, 1999; Thelen, 1985; Thelen; Ridley-Johnson; Fisher, 1983). Observa-se no primeiro mês de vida, que os chutes espontâneos são caracterizados por movimentos em bloco dos membros inferiores (flexão/extensão totais), ou seja, os recém-nascidos flexionam ou estendem seus quadris, joelhos e tornozelos simultaneamente (Thelen; Bradshaw; Ward, 1981; Thelen; Fisher, 1983; Piek, 1998). Esses são considerados movimentos em-fase entre as articulações e podem ocorrer tanto entre articulações do mesmo membro (intramembro), quanto entre os membros (intermembro) (Thelen, 1985; Piek; Gasson, 1999).

Para Kelso (1984) e Kelso e Schöner (1988), movimentos em-fase ocorrem quando as articulações são flexionadas ou estendidas simultaneamente. Esses movimentos são realizados em altas velocidades, com ação muscular simultânea e homóloga nas articulações envolvidas.

Por volta dos dois meses, o lactente inicia movimentos de chutes espontâneos diferenciados, podendo se observar a dissociação entre joelho e tornozelo no padrão intramembro (Thelen, 1985; Piek, 1996). No padrão intermembro verifica-se a emergência de chutes unilaterais entre as idades de um e quatro meses (Thelen; Bradshaw; Ward, 1981; Thelen, 1985). Os chutes com essas características são considerados fora-de-fase e podem ser constatados intra e intermembro (Thelen, 1985; Piek; Gasson, 1999).

Os movimentos fora-de-fase ocorrem quando uma articulação é flexionada e a outra estendida. Esses movimentos são realizados em baixas velocidades, com os músculos agindo simultaneamente nas articulações envolvidas, porém de maneira não-homóloga (Kelso, 1984; Kelso; Schöner, 1988).

A partir do quinto mês de vida, novos padrões de movimentos bilaterais iniciam-se. Em alguns lactentes, isto implica na retomada de padrões alternados de chutes. Entretanto, na maioria dos lactentes ocorre um aumento da frequência de movimentos simultâneos intermembro, ou seja, o padrão intermembro volta a ser em-fase (Thelen; Ridley-Johnson; Fisher, 1983).

Essas alterações que ocorrem nas características de padrões intra e intermembro dos chutes espontâneos tornam-se marcadamente mais complexos ao longo dos primeiros seis meses de vida dos lactentes e culmina com uma pronunciada dissociação entre as articulações de quadril, joelho e tornozelo (Thelen, 1985). Pressupõe-se que as

alterações que ocorrem no padrão de movimento dos membros inferiores durante os primeiros seis meses sejam importantes para o desenvolvimento da marcha (Thelen, 1985; Piek; Gasson, 1999).

Para entender como o desenvolvimento dos chutes espontâneos ocorre e como fatores intrínsecos e extrínsecos podem influenciá-los, diversos estudos têm sido desenvolvidos. As formas mais observadas para investigar as influências de fatores intrínsecos nos chutes espontâneos têm sido os estudos entre diferentes grupos etários ou entre grupos de lactentes prematuros ou lesados cerebrais (Vaal et al., 2000; Jeng; Chen; Yau, 2002; Piek, 1996).

A manipulação de fatores extrínsecos tem sido investigada em estudos que alteram a postura do indivíduo, oferecem estímulos sensoriais como reforço ou acrescentam tornozeleira com peso em segmentos corporais (Landgraf; Tudella, 2008, Chen et al., 2002; Vaal; van Soest; Hopkins, 2000; Vaal et al., 2002; Ulrich et al., 1997).

Verificando os fatores intrínsecos, Vaal et al. (2000) observaram lactentes com e sem leucomalácia periventricular. Os lactentes foram acompanhados longitudinalmente nas idades de seis, 12, 18 e 26 semanas de idade corrigida. Foi realizada análise cinemática e os autores observaram um decréscimo na variabilidade de alguns parâmetros espaciais e temporais dos chutes dos lactentes que apresentavam lesão cerebral. Além disso, os autores observaram que esses lactentes mostravam um curso de desenvolvimento diferente de coordenação intramembro quando comparados com os lactentes saudáveis, pois foram incapazes de dissociar o movimento nas idades de 18 e 26 semanas.

Jeng, Chen e Yau (2002) objetivaram examinar, por meio de análise cinemática, os chutes espontâneos de lactentes a termo e pré-termo de muito baixo peso. Foram observados lactentes pré-termo de muito baixo peso com idade corrigida de dois e quatro meses e a termo com dois e quatro meses de idade cronológica. Os lactentes pré-termo foram divididos em dois grupos, ou seja, idade gestacional inferior a 30 semanas e idade gestacional superior ou igual a 30 semanas. Os resultados revelaram que os lactentes pré-termo com idade gestacional próxima do termo apresentaram comportamentos similares aos lactentes a termo. Em contraste, os lactentes com idade gestacional abaixo de 30 semanas exibiram baixa variabilidade no padrão de coordenação intermembro nas idades de dois e quatro meses de idade corrigida. Os autores concluíram que os lactentes pré-termo com muito baixo peso e os de idade gestacional inferior a 30 semanas apresentam movimentos de chutes distintos de lactentes a termo quanto à organização e coordenação do movimento dos membros inferiores.

Quanto aos fatores extrínsecos, Chen et al. (2002) examinaram os efeitos do móbile, como reforço, no padrão de coordenação intramembro dos movimentos de chutes de lactentes com quatro meses de vida. Além do móbile, eles utilizaram duas situações experimentais, sendo uma com e outra sem peso adicional nos membros inferiores dos lactentes. Os resultados mostraram que nas duas situações experimentais, os lactentes aprenderam a tocar um painel para acionar o móbile. Entretanto, na situação sem peso, o móbile favoreceu chutes em-fase, tanto quando os pés tocaram o painel quanto nos que não tocaram. Por outro lado, na situação com peso foi constatado chutes em-fase somente quando os pés não tocaram o painel.

Em nosso laboratório, encontramos resultados semelhantes no sentido de que lactentes nas idades de um e dois meses parecem aprender a tocar um painel com os pés para acionar o móbile. Além disso, constatamos que o acréscimo de peso nos membros inferiores do lactente, contendo $1/10$ da massa do membro inferior promoveu um aumento da freqüência de chutes em lactentes com um e dois meses de idade. Não obstante, o acréscimo de $1/3$ da massa do membro inferior promoveu diminuição dos contatos dos pés no painel para ativar o móbile na idade de um mês e o aumento do contato na idade de dois meses (Landgraf; Tudella, 2008).

Vaal, van Soest e Hopkins (2000), com objetivo de verificar como os lactentes saudáveis ajustam os chutes espontâneos em relação a um acréscimo de peso unilateral ($1/3$ da massa do membro inferior direito), realizaram um estudo longitudinal com 18 lactentes nas idades de seis, 12, 18 e 26 semanas. Para tanto, foram realizadas análises cinemática e eletromiográfica. Os resultados demonstraram que o peso em uma perna resultou em mudanças no comportamento de chute de lactentes de seis e 12 semanas na freqüência de chutes, na amplitude de movimento e no pico de velocidade de ambas as pernas. A partir de 18 semanas, tais parâmetros cinemáticos não foram afetados.

Vaal et al. (2002) objetivaram investigar a contribuição do trato corticoespinhal na regulação e coordenação intermembro e na organização espaço-temporal dos chutes espontâneos de lactentes jovens. Estudaram, por meio de análise cinemática, dois grupos de lactentes de 26 semanas, sendo um com e o outro sem leucomalácia periventricular, submetidos ao acréscimo unilateral de peso. Como não foram encontradas diferenças nos parâmetros espaço-temporais, os autores sugeriram que as influências corticoespinhais não estão envolvidas na regulação desses parâmetros. No entanto, a análise individual revelou que os parâmetros cinemáticos em alguns lactentes

com leucomalácia periventricular foram marcadamente afetados pelo peso. Portanto, a combinação de análise em grupo e análise individual pode ser importante na interpretação clínica dos efeitos da leucomalácia periventricular nas funções neurais de lactentes.

Lactentes com e sem Síndrome de Down, também foram investigados com o objetivo de examinar o limiar de sensibilidade bilateral ao acréscimo de peso unilateral. Foram acrescentados pesos de 25%, 50% e 100% da massa da perna (segmento do joelho ao tornozelo) dos lactentes. Com o peso de 100%, os lactentes de ambos os grupos apresentaram um nível de atividade aumentada da perna sem o peso quando comparada à perna com o peso. Também foram encontradas diferenças no limiar de sensibilidade ao peso nos dois grupos, sendo que os lactentes com Síndrome de Down demonstraram menos adaptação à perturbação (Ulrich et al., 1997).

Frente aos estudos citados, verificamos que os pesquisadores testaram diferentes quantidades de peso, mas esses estudos ainda não conseguiram esclarecer em que proporção o peso adicional teria um efeito facilitador ou inibidor nos chutes espontâneos de lactentes. Portanto, neste trabalho iremos apresentar dois estudos. O objetivo do primeiro estudo foi descrever o método utilizado para a análise cinemática dos movimentos de chutes em lactentes, empregando o sistema Dvideow. No segundo estudo, o objetivo foi verificar a influência do peso adicional na cinemática dos movimentos de chute de lactentes nas idades de um, dois, três e quatro meses. As variáveis analisadas foram: frequência de chutes, frequência de contato dos pés com o painel, padrão de correlação entre as articulações, velocidade média, tempo de movimento e índice de retidão. Essa faixa etária foi selecionada em função de ser o período em que os chutes espontâneos ocorrem em supino, sem que o lactente inicie o

rolar e o alcance de objetos. Além disso, é um período que consideramos de transição entre o que denominamos de parâmetros menos maduro (padrão de coordenação em-fase) e mais maduro (padrão de coordenação fora-de-fase).

A compreensão dos resultados deste trabalho fornecerá subsídios para o entendimento dos mecanismos de desenvolvimento e controle dos chutes espontâneos nos primeiros quatro meses de vida do lactente. Considerando que os movimentos espontâneos de membros inferiores podem estar relacionados com o controle de movimentos mais complexos como a locomoção, poderemos utilizar o peso adicional para favorecer ou mesmo restringir a movimentação em crianças com lesões neurológicas ou atraso do desenvolvimento.

ESTUDO I

MÉTODO PARA ANÁLISE CINEMÁTICA DOS CHUTES DE LACTENTES

RESUMO

O objetivo deste estudo foi descrever o método utilizado para a análise cinemática dos movimentos de chutes em lactentes, empregando o sistema Dvideow. Para adequação do método, quatro lactentes foram filmados longitudinalmente nas idades de um a seis meses na posição supina. O experimento teve a duração de dois minutos, subdivididos em duas condições: treinamento e observação. O sistema Dvideow 6.3 foi utilizado para análise das imagens. Foi verificado que o uso de quatro câmeras de vídeo é necessário. Além disso, utilizamos seis fios de prumo para calibrar o sistema e garantir uma precisão de 2 mm. Portanto, concluímos que a utilização do sistema Dvideow para realizar a análise cinemática dos chutes de lactentes mostrou-se adequada e viável, uma vez que são escassos os trabalhos com esse sistema para analisar os movimentos de membros inferiores de lactentes. O sistema Dvideow é um sistema de baixo custo e fácil de ser utilizado.

Palavras-chave: lactentes, chutes, desenvolvimento motor, sistema Dvideow, análise cinemática

ABSTRACT

The aim of this study was to describe the method used for the kinematic analysis of kicking movements in infants, using the Dvideow system. To adjust the method, four infants were longitudinally videotaped at ages from one to six months in the supine position. The experiment lasted two minutes, divided into two conditions: training and observation. The Dvideow system 6.3 for image analysis was used. It was verified that the use of four video cameras was required. Moreover, six plumb lines were used to calibrate the system and ensure an accuracy of 2 mm. It was concluded that the use of the Dvideow system to perform kinematic analysis of the kicking movement in infants proved to be appropriate and feasible, since there are few studies with this system to analyze the movements of the lower limbs of infants. The Dvideow system is a system of low cost and easy to be used.

Keywords: infants, kicks, motor development, Dvideow system, kinematic analysis

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, para estudar o movimento de lactentes com desenvolvimento típico ou atípico, os pesquisadores têm utilizado a análise cinemática. Analisar cinematicamente o movimento consiste em obter coordenadas espaciais referentes à localização de pontos anatômicos definidos no corpo, durante a realização de uma ação motora. Utilizando essas coordenadas, é possível obter variáveis quantitativas que descrevem o movimento dos segmentos corporais. Especialmente na área de desenvolvimento motor, observa-se avanços na compreensão da aquisição e aprimoramento de diversas habilidades motoras em lactentes, sendo a análise cinemática o método mais empregado em estudos sobre o alcance manual (Bakker et al., 2010; Toledo; Tudella, 2008; Carvalho et al., 2008; Lee et al., 2008), os chutes espontâneos (Domellöf; Rönnqvist; Hopkins, 2007; Fetters et al., 2004) e a marcha (Wu et al., 2010; Karol; Jeans; ElHawary, 2009; Jeng et al., 2008).

Os chutes espontâneos são uma das formas mais precoce de comportamento observado em lactentes (Chen et al., 2002) e acredita-se que desempenham importante papel no desenvolvimento da locomoção bípede (Thelen, 1985). Thelen, Bradshaw e Ward (1981) mostraram, por meio da análise cinemática do movimento, que os chutes espontâneos, antes ignorados, apresentam estrutura espacial e temporal semelhantes à locomoção humana madura. Chen et al. (2002) verificaram a influência do móbil nos chutes espontâneos, enquanto Vaal, van Soest e Hopkins (2000) e Vaal et al. (2002) investigaram o efeito do peso unilateral. Para tanto, sistemas de análise como OPTOTRAK 3020 motion analysis system sensors (Northern Digital Inc., Waterloo,

Ont., Canadá) e VIDIPLUS (Vrije Universiteit, Amsterdam) têm sido utilizados no estudo dos chutes de lactentes.

No Brasil, especificamente em nosso laboratório, utilizamos o sistema Dvideow para o estudo do movimento de lactentes, o qual tem sido aplicado nos estudos do alcance manual (Carvalho; Tudella; Barros, 2005) e da coordenação viso-cefálica (Lima et al., 2008).

O sistema Dvideow (Digital Video for Biomechanics for Windows 32 bits) foi desenvolvido pelas equipes do Laboratório de Instrumentação Biomecânica (Faculdade de Educação Física) e do Instituto de Computação da Unicamp e consiste fundamentalmente de equipamentos não dedicados e um programa de computador (Barros et al., 1999; Figueroa; Neucimar; Barros, 2003). Algumas vantagens na utilização desse sistema são o fato de que o custo do sistema é menor em comparação aos demais, por não necessitar de equipamentos dedicados e porque permite que diferentes tipos de marcadores sejam usados. Isso se torna particularmente interessante quando se trata de estudos realizados com lactentes, uma vez que cabos ou marcadores podem interferir no comportamento do lactente. Segundo os autores do sistema Dvideow, em casos específicos, é possível que características próprias do objeto de interesse possam ser utilizadas como padrão a ser identificado nas seqüências de imagens.

Considerando que são escassos os trabalhos utilizando o sistema Dvideow na análise de movimentos de chutes, o objetivo deste trabalho foi descrever o método utilizado para a análise cinemática dos movimentos dos chutes em lactentes, empregando o sistema Dvideow.

MÉTODO

Primeiramente vamos descrever o método empregado pelo sistema Dvideow e em seguida os procedimentos de teste do sistema Dvideow na análise dos chutes de lactentes.

Para que a reconstrução tridimensional do movimento seja realizada, é necessário que o movimento aconteça dentro de um volume calibrado com medidas conhecidas. Para tanto, foi construído um volume composto por seis fios de aço, de 2,30 metros de comprimento, dispostos de modo a formar um retângulo no centro da sala com volume de $0,64 \times 0,84 \times 0,35 \text{m}^3$. Na extremidade inferior de cada fio foi fixado um cone de chumbo de 400 gramas. Ao longo dos fios foram fixados 25 marcadores (0,5 centímetro de diâmetro), a uma distância de 5 cm entre eles, conforme Figura 1. As coordenadas XYZ foram aferidas utilizando-se de um teodolito mecânico com precisão de 1' e uma trena de três metros com graduação em milímetros. As coordenadas X e Y são coordenadas planas e a coordenada Z foi tomada como sendo a diferença de altura entre os marcadores e o ponto de origem do sistema de referências. Foi realizado um teste de acurácia, garantindo precisão de 2 milímetros.

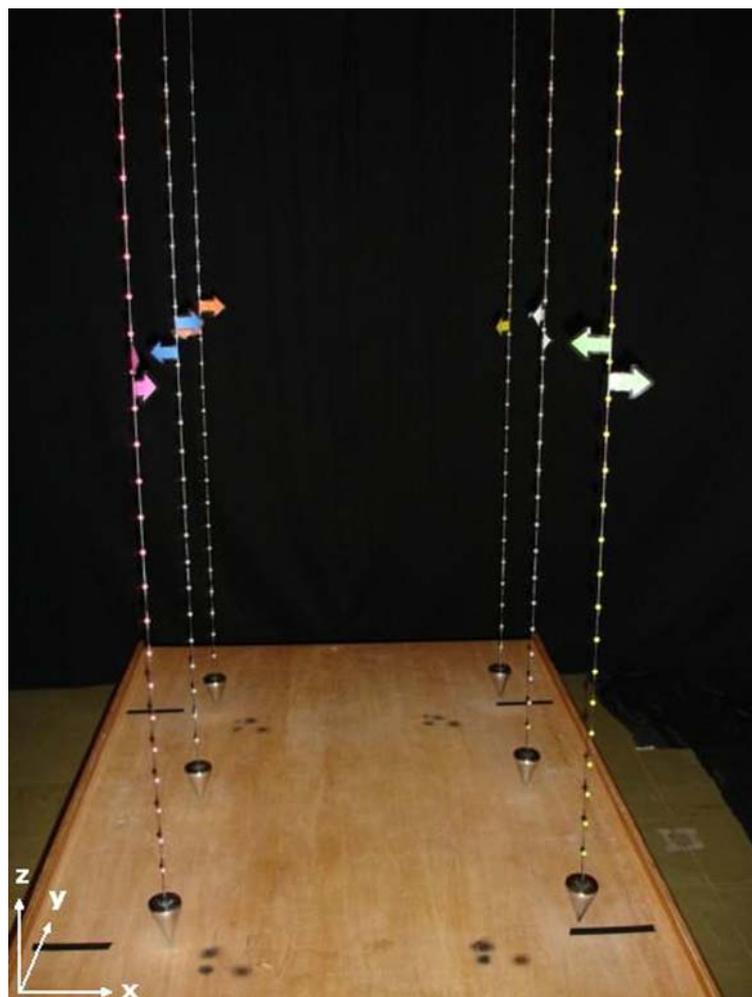


FIGURA 1. Sistema de calibração.

A seguir, foi necessário definir o posicionamento do lactente e quais segmentos corporais seriam rastreados. Considerando que o sistema Dvideow permite a utilização de até seis câmeras de vídeo e que os segmentos de interesse eram os membros inferiores dos lactentes, verificou-se a necessidade de dividir a análise em duas, uma para cada membro inferior. Portanto, para registro dos dados deste estudo, foram utilizadas quatro câmeras de vídeo digitais, sendo três JVC (modelo GY DV-300) e uma Sony (DCR-TRV30), acopladas a tripés. Duas câmeras foram posicionadas de cada lado do tablado, formando um ângulo de 120° entre elas, sendo as câmeras da direita usadas para registrar as imagens do membro inferior direito e da esquerda, para o membro

inferior esquerdo. A altura das câmeras em relação ao solo foi de aproximadamente 1,4 metros. Desta forma, a reconstrução tridimensional dos movimentos de chutes pôde ser realizada. Tal conformação pode ser observada na Figura 2.

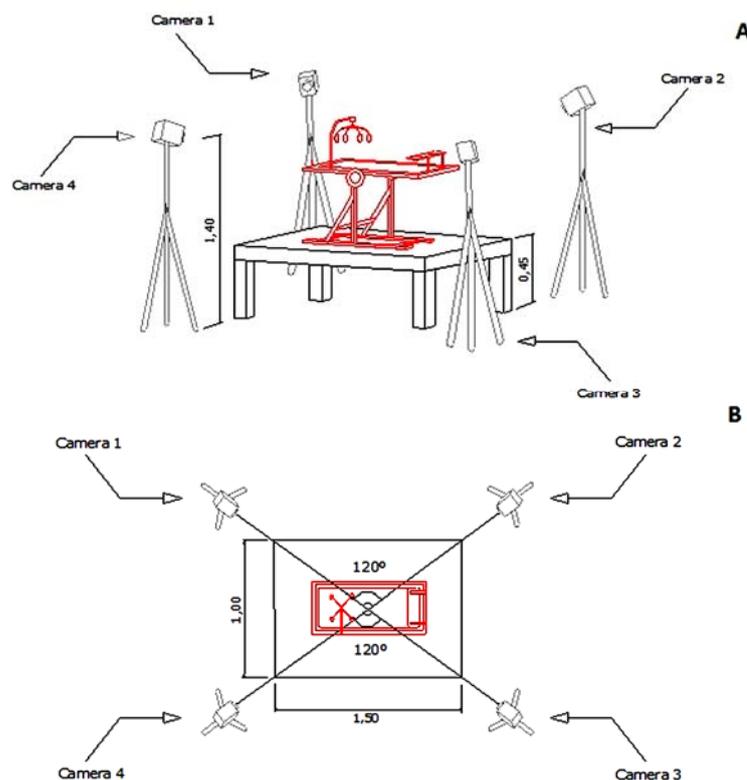


FIGURA 2. Arranjo experimental. A. Perspectiva esquemática. B. Planta esquemática.

Dois iluminadores (com lâmpada de 500W) com difusores foram direcionados para a parede a fim de que os marcadores refletissem adequadamente e não incomodassem a visão dos lactentes.

Em cada coleta de dados, após a conferência da posição e altura das câmeras, foi realizada a calibração do sistema seguindo o modelo adotado pelo Laboratório de Instrumentação Biomecânica (Unicamp). A calibração consistiu nos seguintes procedimentos: a câmera foi programada para controle manual para que, dessa forma, fosse possível ajustar o balanço de branco, o foco e a velocidade de abertura do

obturador das câmeras, de acordo com a iluminação utilizada e a precisão desejada. O enquadramento da imagem e os ajustes foram realizados estando as câmeras conectadas a uma televisão de 29 polegadas para minimizar possíveis distorções de imagem, que poderiam surgir caso fosse utilizado como referência apenas o *display* da câmera. Estando todos os parâmetros ajustados, os fios de prumo foram filmados por período de um segundo a uma frequência de 60Hz e, então, retirados. As câmeras permaneceram ligadas do período de calibração até a finalização da avaliação com o objetivo de que os ajustes feitos na câmera não se alterassem, garantindo a fidedignidade das medidas aferidas.

Para realizar a análise das filmagens pelo sistema Dvideow 6.3 foi necessário transformar as imagens digitais em arquivos no formato AVI. Para isso, as imagens foram registradas por uma placa de captura de imagens, utilizando-se o software Studio 9.1. De posse dos arquivos AVI, as imagens foram processadas no sistema Dvideow 6.3 para a análise dos chutes. O sistema Dvideow 6.3 oferece como resultado as coordenadas X, Y e Z de cada marcador em cada frame do movimento capturado (Figura 3). A partir disso, foi utilizado o programa Matlab 6.1 com o objetivo de filtrar e processar esses dados. Um filtro do tipo Butterworth digital de 4ª ordem, com *cut-off* de 6 Hz foi aplicado nas coordenadas dos movimentos.

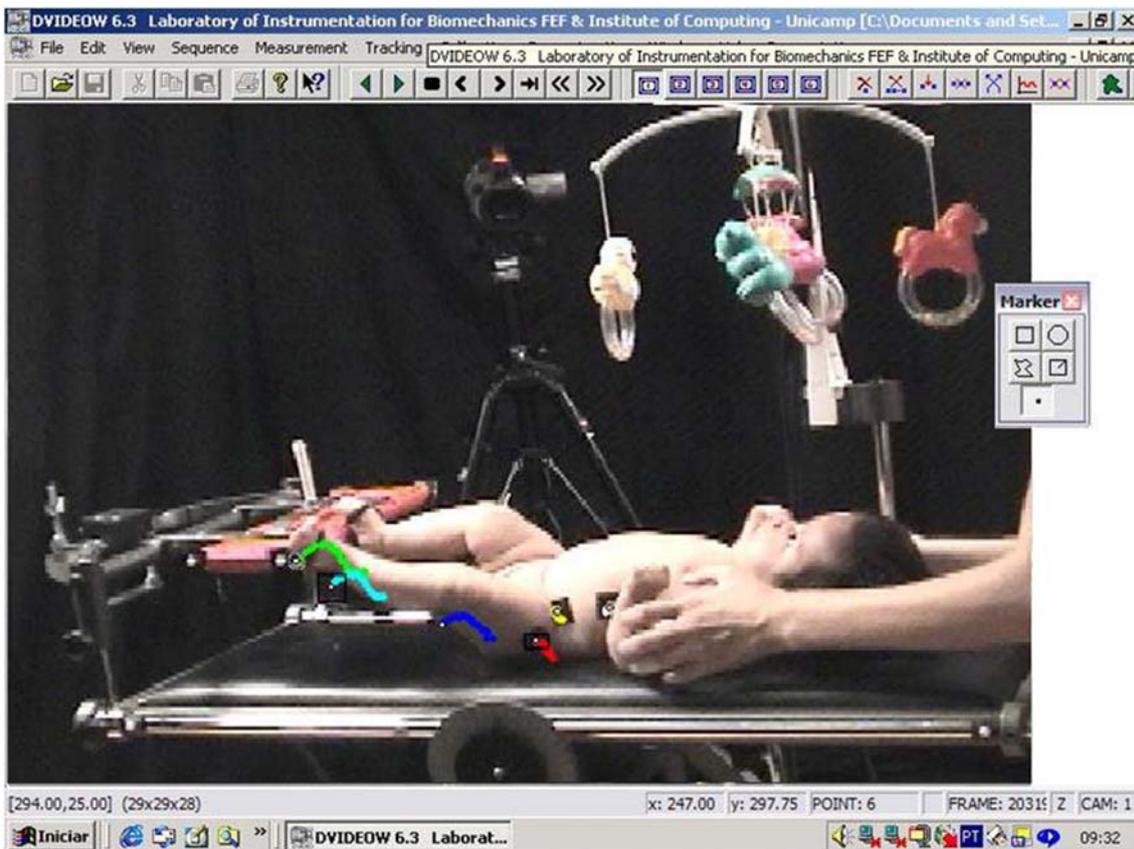


FIGURA 3. Interface do sistema Dvideow 6.3 e rastreamento dos marcadores.

Procedimentos de Teste

Para analisar o método para o estudo dos chutes empregando o sistema Dvideow, foi necessário testar uma amostra de quatro lactentes saudáveis, sendo dois do sexo masculino e dois do feminino, nascidos a termo ($38,75 \pm 0,5$ semanas), com Índice de Apgar igual ou superior a oito no primeiro minuto ($8,25 \pm 0,5$) e nove no quinto minuto ($9,25 \pm 0,5$) e com peso adequado à idade gestacional ($3.331g \pm 416,62$). Os sujeitos foram selecionados por meio da consulta de prontuários em uma Unidade Básica de Saúde.

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e os pais dos lactentes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi realizado no Laboratório de Pesquisa e Análise do Movimento (LaPAM) da UFSCar.

As avaliações foram realizadas longitudinalmente nas datas de aniversário, considerando um intervalo de 7 dias antes ou após a data de 1, 2, 3, 4, 5 e 6 meses de vida dos lactentes.

No laboratório, o lactente era despido pela mãe, em um local da sala reservado para esse fim. Em seguida coletavam-se os dados antropométricos dos lactentes, incluindo peso, altura, comprimentos dos membros inferiores. Em seguida, foram fixados marcadores bilateralmente no tronco (intersecção da linha média e última costela) e nos membros inferiores, nas seguintes referências anatômicas: espinha ilíaca ântero-superior, trocânter do fêmur, epicôndilo lateral do fêmur, maléolo lateral e base do quinto metatarso (Jeng; Chen; Yau, 2002).

Os lactentes foram posicionados em supino em uma mesa de exame infantil (Carvalho; Tudella; Barros, 2005; Landgraf; Tudella, 2008). Na extremidade inferior da mesa foi fixado um painel (0,30 x 0,10m), que ao ser elevado acionava um móbile, fixado na outra extremidade da mesa (Figura 3). O móbile, com estímulo visual e auditivo, foi apresentado ao lactente como reforço para incentivar os movimentos de chute ao painel. Além dos marcadores posicionados no lactente, colocamos dois marcadores no painel para que pudéssemos verificar quando o lactente conseguiu elevá-lo. As medidas de comprimento do membro inferior permitiram o cálculo para a definição do posicionamento da altura do painel fixado à mesa: [(comprimento da perna) x $\sin(30^\circ)$] (Chen et al., 2002). O móbile, como estímulo visual e auditivo, foi

apresentado para incentivar o lactente a chutar o painel com o pé. A mesa de exame infantil foi posicionada no centro da sala sobre um tablado de madeira. Para manter as condições de segurança do lactente e evitar o deslocamento do seu corpo durante os movimentos de chute, uma faixa e/ou um auxiliar de pesquisa, posicionado posteriormente à cadeira, oferecia estabilidade ao lactente mantendo-o pela cintura escapular.

O experimento teve a duração aproximada de 2 min., subdivididos em 2 condições: 1) Treinamento (T): o lactente foi posicionado em supino na mesa de exame infantil e o examinador, segurando os tornozelos dos lactentes, colocava o pé direito, em seguida o pé esquerdo e, finalmente, os dois pés simultaneamente, por três vezes consecutivas no painel a fim de elevá-lo para acionar o móbile. Nesse momento, o móbile girava e emitia uma música infantil com o objetivo de estimular o movimento ensinado; 2) Observação (O): lactente posicionado em supino por 1 minuto na mesa de exame, podendo durante os chutes elevar o painel com os pés e acionar o móbile.

Em todo o procedimento experimental, o lactente deveria estar em estado de alerta inativo ou ativo (graus 3 e 4), segundo a escala comportamental de Prechtl e Beintema (1964). A avaliação foi realizada no intervalo entre as mamadas (1 a 1 hora e meia após a mamada) para que a fome não interferisse no comportamento do lactente.

Para análise cinemática foi necessário determinar o que seria considerado movimento de chute. Foram considerados movimentos de chute toda vez que o lactente realizava movimento de extensão de quadril e joelho de um ou ambos os membros inferiores em direção ao painel. O início do movimento de chute foi estabelecido como sendo o frame que mostrou o primeiro deslocamento, em relação ao sistema de coordenadas, dos marcadores posicionados no trocânter do fêmur e no maléolo lateral.

Quando o chute foi realizado com o membro inferior direito, foram analisadas as imagens das câmeras situadas à direita do lactente. Para análise do movimento do membro inferior esquerdo, foram analisadas as imagens das câmeras situadas à esquerda do lactente.

A partir de rotinas do Matlab 6.1, foram calculadas as seguintes variáveis dependentes: variação angular de quadril, joelho e tornozelo, tempo de movimento; velocidade média, e índice de retidão.

- **Variação angular de quadril, joelho e tornozelo:** foram comparados os ângulos de quadril, joelho e tornozelo durante os chutes;
- **Tempo de movimento:** representou o tempo, em segundos, do início ao final do movimento de chute e foi calculada pela razão do número de frames por 60 frames por segundo, que corresponde à frequência em que as imagens foram capturadas;
- **Velocidade média do chute:** foi calculada a velocidade do chute pela razão entre a distância percorrida pelo pé e a duração do chute e foi dada em metros/segundos;
- **Índice de Retidão (IR):** compara a trajetória realizada pelo pé em relação a menor distância que o pé poderia ter percorrido. O cálculo foi realizado pela razão entre a menor distância que poderia ser percorrida e a distância percorrida pelo pé, ou seja:

$$IR = \frac{\text{menor distância que poderia ser percorrida}}{\text{distância percorrida pelo pé}}$$

Quanto mais próximo de 1 for o índice, mais próximo de um segmento de reta terá sido a trajetória. Índice de retidão igual a 1 indica que o lactente realizou a trajetória entre o ponto inicial do chute até o final na menor trajetória possível.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dois outros estudos realizados em nosso laboratório utilizando o sistema Dvideow, verificou-se que a utilização de três câmeras é adequada para a análise cinemática do alcance manual (Carvalho; Tudella; Barros, 2005) e da coordenação viso-cefálica (Lima et al., 2008). No entanto, para o estudo da cinemática dos chutes de lactentes, quatro câmeras foram necessárias e a disposição sendo duas de cada lado da mesa de exame infantil, formando um ângulo de 120° entre elas faz com que os marcadores do tronco e de cada membro inferior do lactente sejam vistos por duas câmeras simultaneamente, necessidade essa para reconstrução tridimensional.

A utilização de 6 fios de prumo com 25 marcadores em cada um deles permitiu acurácia de 2 mm ao sistema. Outros estudos demonstraram acurácia de 1 mm (Chen et al., 2002) e menor que 3 mm (Jeng; Chen; Yau, 2002), o que demonstra que a acurácia do nosso sistema está compatível com a de trabalhos realizados por outros autores, utilizando outros sistemas.

O fato de mantermos as câmeras ligadas desde a calibração até a finalização da filmagem do lactente também fez com que configurássemos fidedignidade ao sistema, pois garantimos que os parâmetros das câmeras fossem mantidos durante todo procedimento.

A idade dos lactentes também foi importante na observação dos chutes, uma vez que de recém-nascido a quatro meses há grande frequência de chutes. Aos cinco e seis meses, o lactente se interessou muito em levar os pés à boca e em rolar, o que comprometeu a observação. Na literatura, verificamos que vários estudos foram realizados no intuito de observar os chutes nos primeiros meses (Thelen; Bradshaw; Ward, 1981; Thelen; Fisher, 1983; Piek, 1998) e uma quantidade menor foi realizada para verificar esse comportamento após o quinto mês (Thelen; Ridley-Johnson; Fisher, 1983).

Os marcadores de 0,5 cm de diâmetro refletiram adequadamente para visualização no sistema Dvideow, desde que utilizando iluminadores na sala. A posição de marcadores foram as mesmas utilizadas por Jeng, Chen e Yau (2002), pois verificamos que também eram adequados ao nosso estudo, principalmente por que pretendíamos verificar a variação angular de quadril, joelho e tornozelo durante os chutes. Essa variação angular está ilustrada na Figura 4.

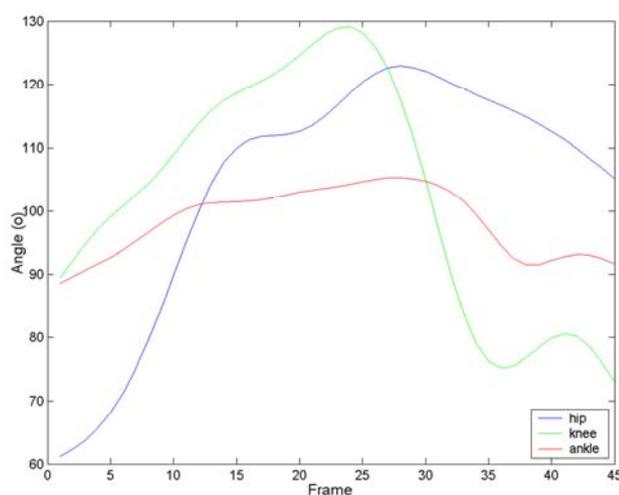


FIGURA 4. Variações angulares de quadril, joelho e tornozelo durante realização de um chute.

Sobre a fixação do lactente à mesa de exame infantil, verificamos que segurar o lactente pela cintura escapular foi melhor que usar uma faixa. Quando o lactente tocava o painel com os pés, ele conseguia se impulsionar para cima estando com a faixa e o posicionamento ficava comprometido. Além disso, a faixa na altura do tórax do lactente dificultou a visualização do marcador posicionado no tronco.

Também verificamos que diversos estudos foram realizados para investigar os chutes de lactentes e a influência que fatores intrínsecos ou extrínsecos exercem sobre eles. Com o aparato utilizado neste estudo e o sistema Dvideow pudemos verificar que isso também é possível. Podemos verificar o comportamento de chutes com o lactente chutando livremente por um tempo pré-determinado; verificar como ele reage com a colocação do painel e do móbile musical; verificar o efeito que o acréscimo de peso uni ou bilateral exerce; realizar os estudos com lactentes de risco ou lesões neurológicas, dentre outras possibilidades. Em cada estudo, somente precisa ficar claro, que categorias e variáveis são analisadas. Um diferencial do nosso estudo em relação a outros realizados com os chutes de lactentes, é que pudemos acrescentar a variável índice de retidão, pois utilizamos um painel (alvo) para ser atingido pelo pé do lactente. Essa variável tinha sido utilizada anteriormente em estudos sobre o alcance manual (Carvalho et al., 2008) e não observado em estudos que analisaram os chutes.

CONCLUSÕES

Todo o método empregado foi adequado para análise cinemática dos chutes de lactentes. O posicionamento dos marcadores e das câmeras e as variáveis estudadas forneceram subsídios para entender os chutes. A utilização do sistema Dvideow para

realizar a análise cinemática dos chutes de lactentes mostrou-se adequada e viável, uma vez que são escassos os trabalhos utilizando esse sistema para analisar os movimentos de membros inferiores de lactentes. Além disso, como requer apenas que marcadores sejam fixados em pontos específicos, permite que os lactentes tenham liberdade de movimentação. O sistema Dvideow é um sistema de baixo custo e fácil de ser utilizado.

ESTUDO II

**INFLUÊNCIA DO PESO ADICIONAL NA CINEMÁTICA DOS CHUTES DE
LACTENTES NOS PRIMEIROS QUATRO MESES DE VIDA**

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo verificar a influência do peso adicional no padrão dos movimentos de chutes de lactentes nos primeiros quatro meses de vida. Participaram do estudo 14 lactentes saudáveis. Os lactentes foram filmados longitudinalmente, nas idades de um, dois, três e quatro meses, em supino em uma mesa de exame infantil, na qual havia um móvel na extremidade superior e um painel na extremidade inferior. Durante o experimento foram observados os movimentos de chutes com ou sem o acréscimo de peso de 1/10 ou de 1/3 da massa do membro inferior do lactente. Os pesos foram adicionados ao tornozelo dos lactentes. Pela análise das imagens foram verificadas as frequências de chute e de contato do pé com o painel. Empregamos o sistema Dvideow 6.3 para analisar o padrão de coordenação intramembro, o tempo de movimento, a velocidade média e o índice de retidão. Para analisar as variáveis frequência e frequência de contato com o painel aplicamos o teste Qui-quadrado e para as variáveis cinemáticas utilizamos o teste de Friedman, seguido do teste post-hoc de Tukey, quando houve diferença significativa. Os resultados nas diferentes idades demonstraram aumento da frequência de chutes na idade de dois meses e aumento da frequência de contatos com o decorrer dos meses. Além disso, encontramos diferença no tempo do movimento e na velocidade média. Quando comparamos as condições de peso, verificamos aumento da frequência de chutes na condição de peso de 1/10 e na condição pós-peso e diminuição na condição de peso de 1/3. Em ambas as condições de peso houve diminuição do contato dos pés com o painel. Para as condições de peso não verificamos alterações na cinemática. Portanto, podemos sugerir que no decorrer dos quatro primeiros meses de vida, os lactentes alteram a frequência dos chutes espontâneos em função das suas idades, do treinamento intra-sessão e do peso adicional. Com o peso adicional, sugerimos que os lactentes percebem as mudanças que ocorrem e procuram manter o padrão do chute de tal forma que não alteram as variáveis cinemáticas. Essas características são, provavelmente, resultado de fatores intrínsecos, como aumento da massa e força musculares, estado comportamental dos lactentes, maturação do Sistema Nervoso Central e fatores extrínsecos como o peso e o interesse pelo ambiente e em realizar a tarefa proposta.

Palavras-Chave: chutes, peso adicional, cinemática, lactentes

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of additional weighting in the pattern of the kicking movements of infants in the first four months of life. Fourteen healthy infants participated in the study. The infants were longitudinally videotaped at ages one, two, three and four months in the supine position on an examination table, which had a mobile at the upper end and a panel at the bottom. During the experiment, the kicking movements with or without additional weight of 1/10 or 1/3 the mass of the infant's lower limb leg were observed. The weights were added to their ankles. The analysis of images allowed assessing the kicking frequency and foot/panel contact frequency. To analyze the intralimb coordination pattern, the movement time, average speed and the straightness index, the kinematic analysis by the Dvideow system 6.3 for the analysis of kicks was employed. To analyze variables frequency and frequency of contact with the panel, the Chi-square test was applied and for the kinematic variables, Friedman test followed by Tukey's post-hoc test were used when significant differences were observed. The results at different ages showed that there was an increased kicking frequency at the age of two months and increased frequency of contacts along the months. Furthermore, differences in the movement time and average speed were found, while the intralimb coordination pattern and straightness index remained stable. When the weighting conditions of 1/10 and 1/3 the mass of the lower limb were compared, an increased kicking frequency in the weighting condition of 1 / 10 and in the post-weight condition, and decreased kicking frequency in the weighting condition of 1/3 were found. In both conditions, a decreased foot/panel contact frequency was verified. For both weighting conditions, no changes in the kinematic parameters were found. Therefore, we suggest that during the first four months of life, infants change their spontaneous kicking frequency in function of their ages, intra-session training and extra weight. With the additional weight, it could be observed that infants perceived the changes and tried to maintain the kicking pattern so that the kinematic variables remained unchanged. These features are probably the result of intrinsic factors such as increased mass and muscle strength, behavior status of infants, maturation of the Central Nervous System and extrinsic factors such as the weight and the interest in the environment and in performing the proposed task.

Key words: kicks, additional weighting, kinematic, infants

INTRODUÇÃO

Os chutes espontâneos são uma das formas mais precoces de comportamento motor em lactentes, ocorrendo mesmo antes do nascimento (Chen et al., 2002). No decorrer dos primeiros seis meses após o nascimento, o padrão dos chutes espontâneos sofre mudanças consideráveis (Thelen; Bradshaw; Ward, 1981; Thelen; Fisher, 1983; Piek, 1998; Piek; Gasson, 1999; Thelen, 1985; Thelen; Ridley-Johnson; Fisher, 1983). Observa-se no primeiro mês de vida, que os chutes espontâneos são caracterizados por movimentos em bloco dos membros inferiores (flexão/extensão totais) (Thelen; Bradshaw; Ward, 1981; Thelen; Fisher, 1983; Piek, 1998). Por volta dos dois meses, o lactente inicia movimentos de chutes com dissociação entre joelho e tornozelo no padrão intramembro (Thelen, 1985; Piek, 1996). No padrão intermembro verifica-se a emergência de chutes unilaterais entre as idades de um e quatro meses (Thelen; Bradshaw; Ward, 1981; Thelen, 1985). A partir do quinto mês de vida, novos padrões de chutes bilaterais iniciam-se. Em alguns lactentes, isso implica na retomada de padrões alternados de chutes. Entretanto, na maioria dos lactentes ocorre um aumento da frequência de chutes simultâneos intermembro (Thelen; Ridley-Johnson; Fisher, 1983).

Essas alterações que ocorrem nas características de padrões intra e intermembro dos chutes espontâneos tornam-se marcadamente mais complexos ao longo dos primeiros seis meses de idade dos lactentes e culmina com uma pronunciada dissociação entre as articulações de quadril, joelho e tornozelo (Thelen, 1985). Pressupõe-se, que todas as alterações tenham um papel importante no desenvolvimento da marcha (Thelen, 1985; Piek; Gasson, 1999; Jeng et al., 2004). Embora a seqüência de

desenvolvimento dos chutes seja conhecida, sabe-se que essa pode ser alterada pela manipulação do contexto.

Em diversos estudos, manipular o comportamento de chutes de lactentes tem sido alvo de pesquisadores para entender como fatores intrínsecos e extrínsecos podem alterá-lo. Nesse sentido, a evolução dos chutes no decorrer dos primeiros meses de vida e a utilização de móbile, acoplado a um painel, e de pesos adicionais aos membros inferiores estão sendo estudadas.

É importante estudar o comportamento de chutes de recém-nascidos a quatro meses, que é o período em que os lactentes apresentam esse comportamento espontaneamente. Após esse período, lactentes saudáveis estão aprendendo a rolar e alcançar objetos e os chutes deixam de ser o comportamento de preferência quando em supino. Além disso, é importante compreender esse comportamento à medida que favorecerá o diagnóstico diferencial de lactentes suspeitos de alteração neuromotora.

Landgraf e Tudella (2008) verificaram que lactentes de um e dois meses aumentaram a frequência de chutes com o acréscimo de 1/10 da massa do membro inferior. Quando o acréscimo foi de 1/3 da massa do membro inferior, houve diminuição dos contatos dos pés no painel para ativar o móbile na idade de um mês e o aumento do contato na idade de dois meses. Vaal, van Soest e Hopkins (2000), ao avaliarem lactentes de seis, 12, 18 e 26 semanas, demonstraram que o acréscimo de peso de 1/3 da massa do membro inferior direito resultou em mudanças na frequência de chutes, amplitude de movimento e no pico de velocidade de ambas as pernas em lactentes de seis e 12 semanas. A partir de 18 semanas, tais parâmetros cinemáticos não foram afetados.

Baseado nesses estudos, verificamos que o peso interfere nos movimentos de chutes. Segundo van der Meer, van der Well e Lee (1996), a interferência do peso adicional nos movimentos ocorre devido ao aumento da informação somatossensorial (tátil e proprioceptiva). Como nos estudos foram testadas quantidades diferentes de peso em situações distintas, ainda não está claro se o peso teria efeito facilitador ou inibidor do comportamento de chutes de lactentes. Além disso, a maioria dos trabalhos analisa a variável acoplamento entre as articulações, porém, outras variáveis também podem sofrer influência do peso adicional e serem interessantes para entender o controle desse comportamento.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é verificar a influência do peso adicional na cinemática dos movimentos de chute de lactentes nas idades de um, dois, três e quatro meses. Serão analisadas as seguintes variáveis: frequência de chutes, frequência de contato dos pés no painel, padrão de correlação entre as articulações, velocidade média, tempo de movimento e índice de retidão

As hipóteses a serem testadas são de que os chutes de lactentes se modificarão com o passar dos meses e com o peso adicional: 1) de um a quatro meses haverá aumento da frequência de chutes e da frequência de contato dos pés com o painel; 2) a partir do segundo mês ocorrerá a emergência do padrão de coordenação intramembro fora-de-fase; 3) o peso adicional correspondente a 1/10 da massa do membro inferior favorecerá o aumento da frequência de chutes e de padrões intramembro fora-de-fase, ou seja, terá um efeito facilitador sobre o comportamento; e 4) o peso correspondente a 1/3 da massa do membro inferior do lactente dificultará o movimento de chute, ou seja, terá um efeito inibidor, diminuindo a frequência de chutes, favorecendo padrão de movimentos em-fase.

De posse dos resultados poderemos fornecer novas idéias de como as idades, o peso adicional e o treino intra-sessão com o reforço do móbile interferem nos chutes de lactentes. Além disso, considerando que os chutes têm relação com a locomoção bípede, poderemos utilizar o peso adicional para favorecer os chutes em lactentes com risco de atraso na aquisição da marcha independente.

METODOLOGIA

O presente estudo foi de caráter experimental e contou com um amostra de lactentes acompanhados longitudinalmente nas idades de um, dois, três e quatro meses.

Participantes

No período de um ano, 97 lactentes saudáveis, ou seja, que não apresentavam riscos biológicos, foram selecionados em uma Unidade Básica de Saúde. Desses lactentes, 21 mães levaram seus filhos ao laboratório no primeiro mês de vida. Com o decorrer dos meses, sete lactentes foram excluídos: dois por terem chorado (segundo Thelen; Ridley-Johnson; Fisher, 1983 e Thelen et al., 1982, durante o choro pode ocorrer uma coativação rígida de todos os músculos do lactente), quatro por não comparecerem no dia da avaliação e um por suspeita de síndrome genética.

Seguindo critérios de elegibilidade, participaram do estudo 14 lactentes saudáveis, sendo 9 do sexo masculino e 5 do sexo feminino, nascidos a termo (idade gestacional $M = 39$ semanas; $SD = 0,555$ semanas), com peso adequado para a idade gestacional ($M =$

3.242 gramas; SD = 390 gramas), e Apgar igual ou superior a 8 no 1° (M = 8,5; SD = 0,65) e 5° (M = 9,43; SD = 0,514) minutos.

Procedimentos Gerais

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (parecer 044/2005) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e os pais dos lactentes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Os lactentes foram avaliados longitudinalmente nas idades de um, dois, três e quatro meses, considerando um intervalo de sete dias antes ou após a data de aniversário. Todas as avaliações foram realizadas no Laboratório de Pesquisa e Análise do Movimento (LaPAM) da UFSCar.

Nas avaliações, os lactentes foram posicionados em uma mesa de exame infantil (Carvalho; Tudella; Barros, 2005; Landgraf; Tudella, 2008). Na extremidade inferior da mesa foi fixado um painel (0,30 x 0,10m), que ao ser elevado acionava um móbile, fixado na outra extremidade da mesa. O móbile, com estímulo visual e auditivo, foi apresentado ao lactente como reforço para incentivar os movimentos de chute ao painel.

Para a reconstrução 3D foi utilizado o sistema Dvideow 6.3 (Barros et al., 1999; Figueroa; Neucimar; Barros, 2003). A calibração do sistema antes de cada filmagem foi realizada para conferir ao sistema um grupo de coordenadas X, Y e Z conhecidas. Foi realizado um teste de acurácia, garantindo uma precisão de 2 mm (Landgraf, 2006).

O registro dos dados, a uma frequência de 60Hz, foi realizado por meio de três câmeras de vídeo digitais JVC (modelo GY DV-300) e uma Sony (DCR-TRV30), acopladas a tripés. Duas câmeras foram posicionadas de cada lado do tablado, formando

um ângulo de 120° entre elas. A altura em relação ao chão foi de aproximadamente 1,4 metros. Dessa forma, a reconstrução tridimensional dos movimentos de chutes pôde ser realizada. Tal conformação pode ser observada na Figura 1.

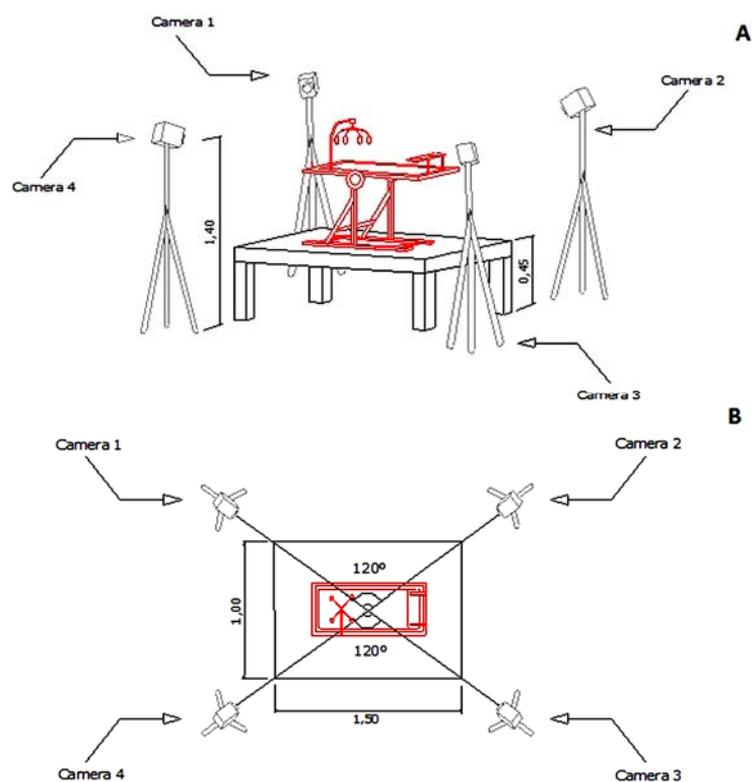


FIGURA 1. Arranjo experimental. A. Perspectiva esquemática. B. Planta esquemática.

Procedimentos

Ao chegar ao laboratório, o lactente era despido pela mãe e em seguida, o examinador coletava as medidas antropométricas dos lactentes, incluindo peso, altura, comprimentos dos membros inferiores e de seus segmentos (coxas, pernas e pés) e circunferências dos segmentos. Essas medidas permitiram o cálculo para a definição do posicionamento em altura do painel fixado à mesa de exame infantil e do

posicionamento do lactente em relação ao painel: [(comprimento da perna) x sen (30°)] (Chen et al., 2002) e foram utilizadas para estimar a massa dos membros inferiores dos lactentes de acordo com a equação de Schneider e Zernicke (1992) (Tabela 1).

TABELA 1. Equações para cálculo da massa dos membros inferiores do lactente.

Segmento	Equação
Coxa	$M1 = 6.9126 \times 10^{-2} A + 2.9582 \times 10^0 L + 3.1541 \times 10^0 C - 6.7217 \times 10^{-1}$
Perna	$M2 = 6.5138 \times 10^{-3} B + 1.8158 \times 10^0 L + 1.8743 \times 10^0 C - 3.5460 \times 10^{-1}$
Pé	$M3 = 2.9331 \times 10^{-3} B + 1.2405 \times 10^0 L + 1.9337 \times 10^0 W - 1.0250 \times 10^{-1}$

Nota: M1/M2/M3 = massa da coxa/perna/pé (kg); A = idade do infante (ano); B = massa corporal do infante (kg); L = comprimento do segmento (m); C = circunferência do segmento (m); W = largura do pé (m). A massa total do membro é calculada por $Mt = M1 + M2 + M3$ (Schneider; Zernicke, 1992).

Pesos correspondentes a 1/10 da massa total de cada membro em uma condição experimental (M=38,14g, SD=10,42 no primeiro mês; M=56,79g, SD=7,23 no segundo mês; M=71,07g, SD=8,67 no terceiro mês; M=79,57g, SD=9,09 no quarto mês) e a 1/3 em outra condição (M=126,5g, SD=35,97 no primeiro mês; M=188,86g, SD=25,49 no segundo mês; M=233g, SD=27,24 no terceiro mês; M=266,93g, SD=27,99 no quarto mês) foram adicionados a tornozeleiras fixadas no tornozelo do lactente. Em todo o procedimento experimental, o lactente deveria estar em estado de alerta inativo ou ativo, segundo a escala comportamental de Prechtl e Beintema (1964).

Após a coleta dos dados antropométricos, marcadores foram fixados bilateralmente nos lactentes nas seguintes referências anatômicas: tronco (intersecção da linha média e última costela), espinha ilíaca ântero-superior, trocânter do fêmur, epicôndilo lateral do fêmur, maléolo lateral e base do quinto metatarso (Jeng, Chen, Yau, 2002). Os lactentes foram posicionados em supino na mesa de exame infantil. Para

manter as condições de segurança do lactente e evitar o deslocamento do seu corpo durante os movimentos de chute, um auxiliar de pesquisa, posicionado posteriormente à mesa de exame infantil, oferecia estabilidade ao lactente mantendo-o pela cintura escapular.

O experimento teve a duração aproximada de 6min e 20s, subdivididos em 5 condições: 1) Treinamento (T): o lactente foi posicionado em supino na mesa de exame e o examinador, segurando os tornozelos dos lactentes, colocava o pé direito, em seguida o pé esquerdo e, finalmente, os dois pés simultaneamente, por três vezes consecutivas no painel a fim de elevá-lo para acionar o móbile. Nesse momento, o móbile girava e emitia uma música infantil com o objetivo de reforçar o movimento ensinado; 2) Linha de base (LB): lactente posicionado em supino por 1min na mesa de exame, podendo durante os chutes elevar o painel com os pés e acionar o móbile; 3) Condição de Peso 1 (CP1): idêntica à condição anterior, exceto pelo acréscimo da tornozeleira contendo 1/10 da massa do membro inferior; 4) Condição de Peso 2 (CP2): idêntica à condição anterior, entretanto com peso utilizado de 1/3 da massa do membro inferior; e 5) Pós-peso (PP): idêntica a LB. Entre cada condição, foi dado um intervalo de 20s, para alterar as condições experimentais. A ordem para realização das condições 3 e 4 foi alternada de acordo com a chegada dos lactentes.

Análise das Imagens

Para transformar as imagens digitais em arquivos com formato AVI, foi utilizado o software Studio 9.1 e um computador. De posse dos arquivos AVI, as imagens foram processadas no sistema *Dvideow* 6.3 para a análise dos chutes.

Foram considerados movimentos de chute toda vez que o lactente realizou movimento de extensão de quadril e joelho de um ou ambos os membros inferiores. O início do movimento de chute foi estabelecido como sendo o frame que mostrou o primeiro movimento de extensão dos membros inferiores podendo tocar o painel ou não. Foi determinado como final do chute quando o lactente atingisse o máximo de extensão de quadril e joelho nos chutes em que não houve contato do pé no painel, ou quando tocava o painel com o pé no caso de chutes com contato. Os chutes foram considerados com contato toda vez que o lactente ao realizar o movimento de extensão de quadril e joelho, tocou o painel com o pé direito ou esquerdo ou ambos simultaneamente e sem contato quando o lactente ao realizar o movimento de extensão de quadril e joelho, não tocou o painel com o pé direito ou esquerdo ou ambos simultaneamente.

A análise dos chutes foi realizada através das imagens referentes às câmeras situadas à direita do lactente, quando o chute ocorreu com o membro inferior direito. Para análise do movimento do membro inferior esquerdo, foram analisadas as imagens das câmeras situadas à esquerda do lactente.

Análise dos Dados

Pelo exame dos registros das filmagens foram verificadas frequência de chutes e frequência de contatos dos pés no painel nas diferentes condições experimentais.

Para a realização da análise cinemática foram selecionados os três primeiros chutes de cada lactente em cada condição experimental. As imagens foram processadas

no sistema *Dvideow* 6.3, o qual permitiu o rastreamento dos marcadores localizados nos membros inferiores dos lactentes.

Para filtragem dos resultados fornecidos pelo *Dvideow* 6.3, foi utilizado o programa *Matlab* 6.1. Um filtro do tipo *Butterworth* digital de 4ª ordem, com cut-off de 6Hz foi aplicado nas coordenadas dos movimentos. A partir de rotinas do *Matlab* 6.1, foram calculadas as seguintes variáveis dependentes: padrão de coordenação intramembro, tempo de movimento, velocidade média e índice de retidão.

- **Padrão de coordenação intramembro:** calculado pelo índice de correlação cruzada da variação angular dos pares articulares do membro inferior do lactente durante a realização dos chutes, ou seja, verificou-se a correlação cruzada de quadril vs joelho, quadril vs tornozelo e joelho vs tornozelo. Dessa forma, a coordenação pode ser considerada em-fase, quando há forte correlação entre as articulações e fora-de-fase, quando a correlação é fraca. Para Kelso (1984) e Kelso e Schöner (1988), movimentos em-fase são realizados em altas velocidades, com ação muscular simultânea e homóloga nas articulações envolvidas; e movimentos fora-de-fase são realizados em baixas velocidades, com os músculos agindo simultaneamente nas articulações envolvidas, porém de maneira não-homóloga.
- **Tempo de movimento:** representa o tempo, em segundos, do início ao final do movimento de chute e foi calculada pela razão do número de frames por 60 frames por segundo, que corresponde à frequência em que as imagens foram capturadas.
- **Velocidade média do chute:** calculada a velocidade do chute pela razão entre a distância percorrida pelo pé e a duração do chute e foi dada em metros/segundos.

- **Índice de Retidão (IR):** compara a trajetória realizada pelo pé em relação a menor distância que o pé poderia ter percorrido. O cálculo foi realizado pela razão entre a menor distância que poderia ser percorrida e a distância percorrida pelo pé. Quanto mais próximo de 1 for o índice, mais próximo de um segmento de reta terá sido a trajetória. Índice de retidão igual a 1 indica que o lactente realizou a trajetória entre o ponto inicial do chute até o final na menor trajetória possível.

Análise Estatística

O Teste Qui-quadrado, tendo como variáveis independentes idade e condição, foi aplicado para as variáveis dependentes frequência de chutes e frequência de contato dos pés no painel. A variável padrão de coordenação intramembro foi analisada no sistema Dvideow 6.3, por meio do índice de correlação cruzada dos pares articulares (quadril vs joelho, quadril vs tornozelo e joelho vs tornozelo) e após a obtenção dos índices foi aplicado o teste estatístico. Para a análise das variáveis dependentes padrão de coordenação intramembro, tempo de movimento, velocidade média e índice de retidão foi aplicado o teste de Friedman e quando encontrou-se diferença significativa foi aplicado o teste post-hoc de Tukey. Para a análise estatística foi utilizado o software BioEstat 5.0 e foi considerado nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Para as informações de frequência de chutes e frequência de contatos dos pés no painel foram analisados todos os 3899 chutes realizados pelos lactentes no tempo determinado de experimento. Para as variáveis padrão de coordenação intramembro, tempo de movimento, velocidade média e índice de retidão foram analisados 672 chutes, sendo os 3 primeiros chutes melhor visualizados em cada fase para cada idade do lactente.

Frequência de Chutes

O teste Qui-quadrado revelou que houve diferença significativa entre as condições experimentais ($X^2(3)=132,266$, $p<0,001$) e entre as diferentes idades ($X^2(3)=153,858$, $p<0,001$). Portanto, verificamos que houve aumento da frequência de chutes na Condição de Peso 1 (1/10 da massa do membro inferior do lactente) e Pós-peso quando comparadas à Linha de Base e diminuição na Condição de Peso 2 (1/3 da massa do membro inferior do lactente) quando comparada à Linha de Base (Figura 2A) e aumento da frequência na idade de 2 meses quando comparada com 1, 3 e 4 meses (Figura 2B).

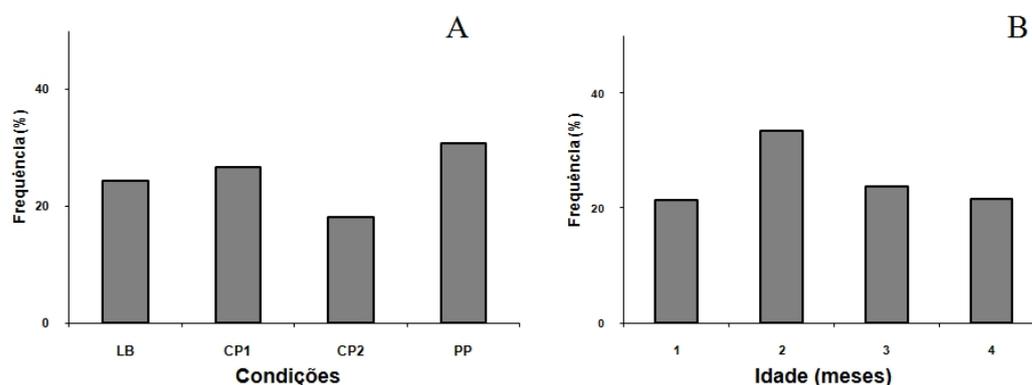


FIGURA 2. Frequência de chutes. A. Nas diferentes condições experimentais (LB – Linha de base; CP1 – Condição de peso 1, correspondente a 1/10 da massa do membro inferior do lactente; CP2 – Condição de peso 2, correspondente a 1/3 da massa do membro inferior do lactente; PP – Pós-peso). B. Nas diferentes idades.

Frequência do Contato dos Pés no Pannel

O teste Qui-quadrado revelou diferença significativa quanto à frequência de contato dos pés no pannel entre as condições experimentais ($X^2(3)=159,828$, $p<0,001$). Observando a Figura 3A, pudemos verificar que a proporção de chutes com contato diminuiu na Condição de Peso 1 (1/10 da massa do membro inferior do lactente) e na Condição de Peso 2 (1/3 da massa do membro inferior do lactente), sendo a diminuição maior na Condição de Peso 2.

Quando comparamos as idades de 1, 2, 3 e 4 meses, verificamos diferença significativa ($X^2(3)=346,182$, $p<0,001$), sendo que a frequência de chutes com contato aumentou com o decorrer dos três primeiros meses e mantendo-se estável entre terceiro e quarto meses (Figura 3B).

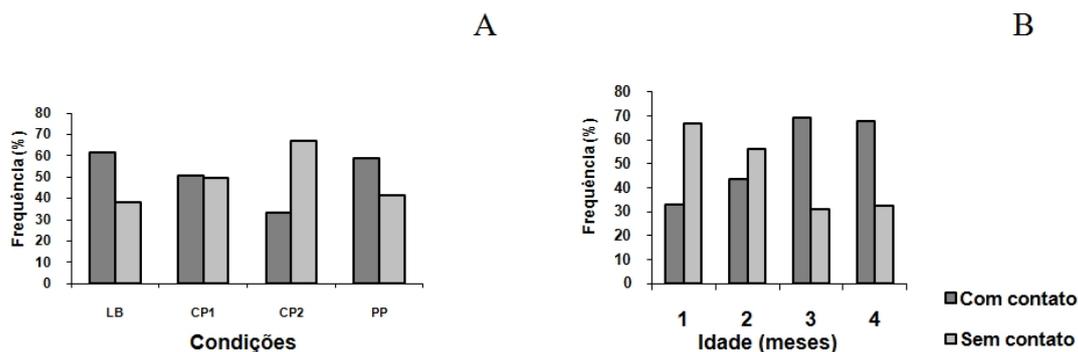


FIGURA 3. Frequência de contato dos pés no painel. A. Nas diferentes condições experimentais (LB – Linha de base; CP1 – Condição de peso 1, correspondente a 1/10 da massa do membro inferior do lactente; CP2 – Condição de peso 2, correspondente a 1/3 da massa do membro inferior do lactente; PP – Pós-peso). B. Nas diferentes idades.

Padrão de Coordenação Intramembro

A coordenação intramembro foi analisada através dos índices de correlação cruzada entre as variações angulares de quadril vs joelho, quadril vs tornozelo, e joelho vs tornozelo.

O teste de Friedman não revelou diferença significativa nas correlações cruzadas de quadril vs joelho ($Fr(3)=4,98$, $p=0,173$), quadril vs tornozelo ($Fr(3)=6,04$, $p=0,110$) e joelho vs tornozelo ($Fr(3)=0,9$, $p=0,826$) entre as condições experimentais. Entre as idades para quadril vs joelho ($Fr(3)=6,19$, $p=0,103$), quadril vs tornozelo ($Fr(3)=0,53$, $p=0,913$) e joelho vs tornozelo ($Fr(3)=5,35$, $p=0,148$) também não houve diferença (Figura 4).

Pudemos verificar, baixa correlação entre quadril vs joelho (0,49), quadril vs tornozelo (0,5), joelho vs tornozelo (0,49), independentemente de condição e idade dos lactentes. A baixa correlação apresentada revela que a variação angular entre os pares articulares não segue um padrão, ou seja, em parte da trajetória percorrida pode estar em-fase, e em outra parte, pode estar fora-de-fase.

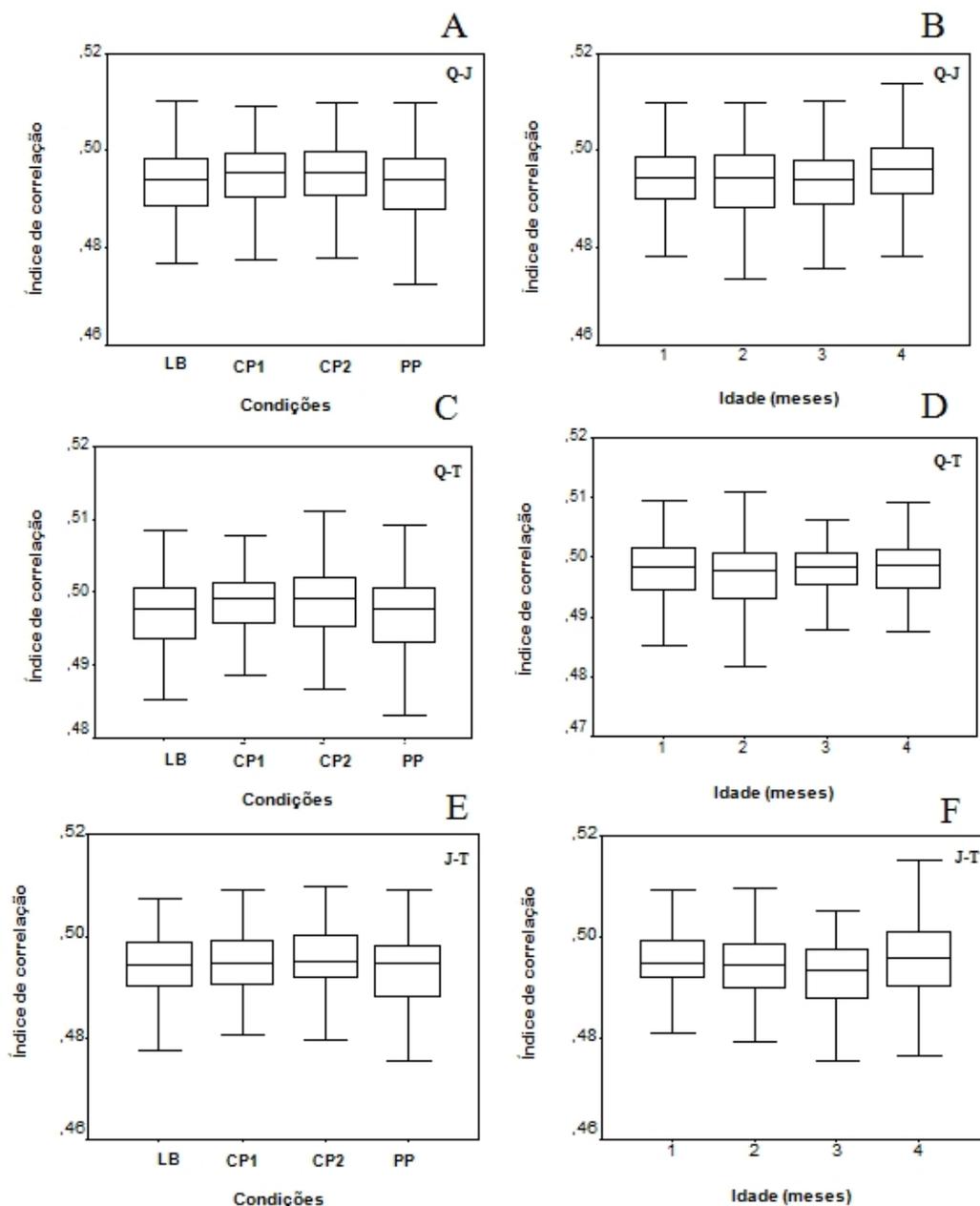


FIGURA 4. Mediana do índice das correlações cruzadas. A. Quadril vs joelho nas diferentes condições experimentais. B. Quadril vs joelho nas diferentes idades. C. Quadril vs tornozelo nas diferentes condições experimentais. D. Quadril vs tornozelo nas diferentes idades. E. Joelho vs tornozelo nas diferentes condições experimentais. F. Joelho vs tornozelo nas diferentes idades. (LB – Linha de base; CP1 – Condição de peso 1, correspondente a 1/10 da massa do membro inferior do lactente; CP2 – Condição de peso 2, correspondente a 1/3 da massa do membro inferior do lactente; PP – Pós-peso; Q-J – índice de correlação cruzada quadril vs joelho; Q-T – índice de correlação cruzada quadril vs tornozelo; J-T – índice de correlação cruzada joelho vs tornozelo).

Tempo de Movimento

O teste de Friedman não revelou diferença significativa no tempo de movimento dos chutes entre as condições experimentais ($Fr(3)=7,55$, $p=0,056$). No entanto, houve diferença significativa entre as idades ($Fr(3)=25,23$, $p<0,001$), sendo que o tempo do movimento foi maior no terceiro mês quando comparado com o primeiro ($p<0,05$) e o segundo meses ($p<0,05$) e foi maior no quarto mês quando comparado com o segundo ($p<0,05$).

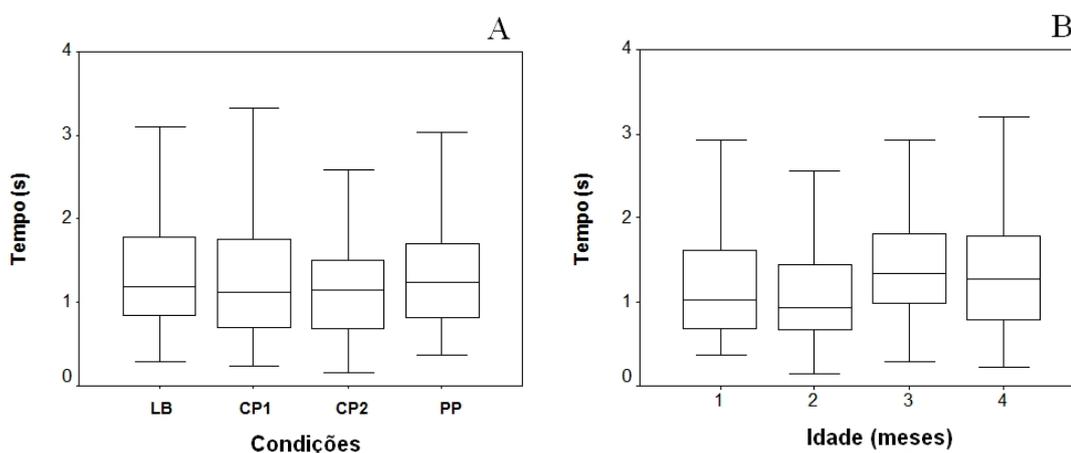


FIGURA 5. Mediana do tempo de movimento dos chutes. A. Nas diferentes condições experimentais (LB – Linha de base; CP1 – Condição de peso 1, correspondente a 1/10 da massa do membro inferior do lactente; CP2 – Condição de peso 2, correspondente a 1/3 da massa do membro inferior do lactente; PP – Pós-peso). B. Nas diferentes idades.

Velocidade Média dos Chutes

O teste de Friedman não revelou diferença significativa na velocidade média dos chutes entre as condições experimentais ($Fr(3)=2,3$, $p=0,513$). No entanto, houve

diferença significativa entre as idades ($Fr(3)=12,82$, $p=0,005$), sendo que a velocidade do primeiro mês foi menor que no quarto mês ($p<0,05$) (Figura 6).

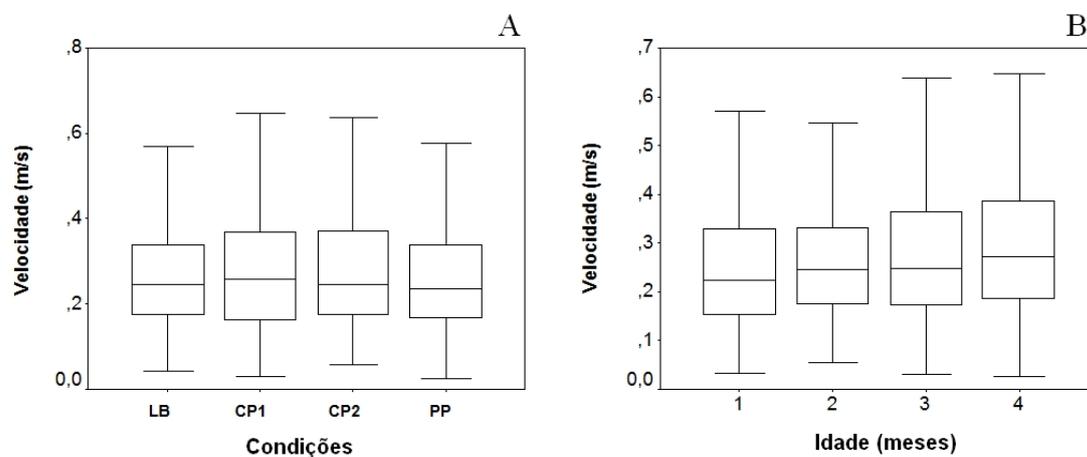


FIGURA 6. Mediana da velocidade média dos chutes. A. Nas diferentes condições experimentais (LB – Linha de base; CP1 – Condição de peso 1, correspondente a 1/10 da massa do membro inferior do lactente; CP2 – Condição de peso 2, correspondente a 1/3 da massa do membro inferior do lactente; PP – Pós-peso). B. Nas diferentes idades.

Índice de Retidão dos Chutes

O teste de Friedman não revelou diferença significativa no índice de retidão dos chutes entre as condições experimentais ($Fr(3)=1,27$, $p=0,736$), nem entre as idades ($Fr(3)=3,1$, $p=0,377$) (Figura 7).

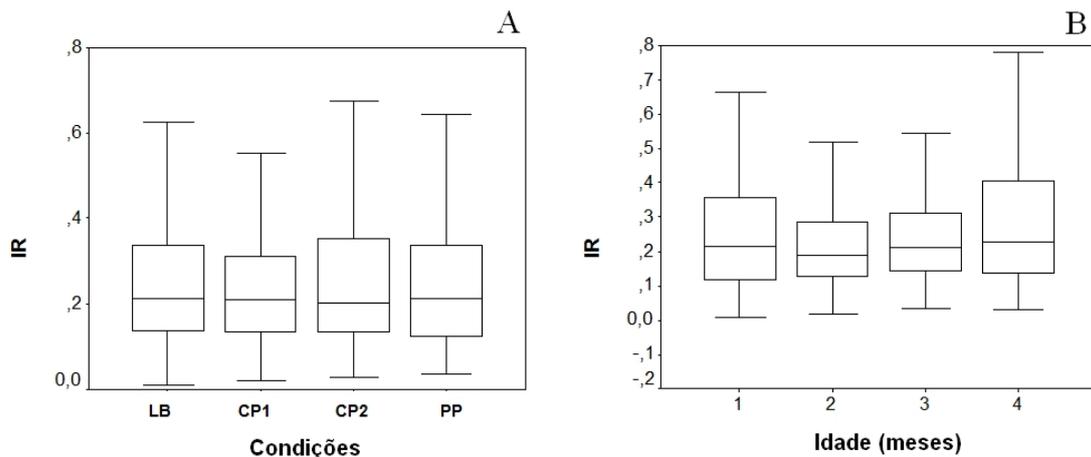


FIGURA 7. Mediana do índice de retidão dos chutes. A. Nas diferentes condições experimentais (LB – Linha de base; CP1 – Condição de peso 1, correspondente a 1/10 da massa do membro inferior do lactente; CP2 – Condição de peso 2, correspondente a 1/3 da massa do membro inferior do lactente; PP – Pós-peso; IR – índice de retidão). B. Nas diferentes idades.

DISCUSSÃO

Este estudo verificou a influência do peso adicional na cinemática dos chutes de lactentes nos primeiros quatro meses. As variáveis analisadas foram frequência de chutes, frequência de contato dos pés no painel, padrão de coordenação intramembro, tempo de movimento, velocidade média e índice de retidão.

Em relação à primeira hipótese, de que aumentaria a frequência de chutes com o passar dos meses, esta foi confirmada. Observamos aumento da frequência de chutes na idade de dois meses e aumento do contato dos pés no painel para acionar o móvel com o passar dos três primeiros meses, mantendo estável do terceiro para o quarto mês. Esses resultados podem ser atribuídos ao treinamento realizado intra-sessão, que foi importante para que os lactentes aprendessem que tocando no painel com os pés poderiam acionar o móvel. Isso reforça a ideia de que a experiência dos lactentes e o interesse pelo móvel tenham influenciado no aumento do número de contatos, como

nos estudos de Landgraf e Tudella (2008) e Chen et al. (2002). Essa condição pode ser denominada de aprendizagem rápida, segundo Karni e Sagi (1993), pois envolve um número limitado de repetições que ocorre em minutos. Segundo Karni et al. (1998), isso envolve processos de seleção e estabilização de rotinas ótimas ou planejamento para o desempenho da tarefa, sem acarretar mudanças definitivas no comportamento motor, mas que podem formar a base para a consolidação da experiência.

A segunda hipótese não foi confirmada, uma vez que verificamos que o padrão de coordenação dos pares articulares dos membros inferiores e o índice de retidão permaneceram inalterados no decorrer dos quatro primeiros meses de vida, enquanto o tempo do movimento e a velocidade média apresentaram diferenças.

Acreditávamos que o padrão de coordenação iria passar de padrão em-fase para fora-de-fase a partir do segundo mês de vida e isso não ocorreu. É interessante notar que esse resultado diverge de estudos prévios (Thelen, 1985; Piek, 1996). No entanto, ao analisar a posição dos pés dos lactentes ao tocar o painel, verificamos que o padrão necessário era em-fase para quadril vs joelho e fora-de-fase para quadril vs tornozelo e joelho vs tornozelo. A necessidade de um determinado padrão com a finalidade de tocar o painel com os pés, pode ter levado à baixa correlação encontrada no índice de correlação cruzada de quadril vs joelho, quadril vs tornozelo e joelho vs tornozelo. Em relação ao índice de retidão, os resultados mostraram que o direcionamento ao painel não foi tão efetivo, uma vez que a trajetória percorrida pelo pé do lactente não se aproximou de um segmento de reta. Acreditamos que o tamanho do painel (0,30x0,10m) não propiciou um direcionamento tão específico, uma vez que o lactente poderia acertar em qualquer parte dele com o objetivo de elevá-lo. Além disso, os membros inferiores, em idades precoces, não têm o objetivo de atingir um alvo, como

ocorre no desenvolvimento do alcance manual. Em idades maiores, quando esse interesse pode aumentar, o lactente está bastante interessado em rolar, alcançar objetos, engatinhar para explorar o ambiente.

Quando consideramos o tempo de movimento dos chutes nas idades de um a quatro meses verificamos que lactentes aos dois meses têm a frequência de chutes maior, porém a custa da diminuição do tempo. Como o tempo de movimento influencia na velocidade média, verificamos diferença em ambas as variáveis entre o primeiro e quarto meses. Esse resultado está de acordo com Piek e Carman (1994), que encontraram aumento da velocidade dos chutes no decorrer dos meses.

Em relação a terceira e quarta hipóteses, de que o peso adicional correspondente a 1/10 da massa do membro inferior (Condição de Peso 1) teria um efeito facilitador sobre o comportamento, enquanto 1/3 da massa do membro inferior (Condição de Peso 2) teria um efeito inibidor, essas foram confirmadas somente em relação à frequência de chutes. O acréscimo de peso não alterou os parâmetros cinemáticos do chutes.

Na comparação da frequência de chutes nas diferentes condições experimentais constatamos aumento da frequência na Condição de Peso 1 e Pós-peso e diminuição na Condição de Peso 2. Nossos resultados corroboram os estudos de Landgraf e Tudella (2008), que demonstraram efeito facilitador com peso de 1/10 nas idades de um e dois meses e aumento da frequência na condição pós-peso; e os estudos de Vaal, van Soest e Hopkins (2000) e Ulrich et al. (1997), que demonstraram efeito inibidor, respectivamente, com pesos de 1/3 da massa do membro inferior e de 100% da massa da perna em lactentes com síndrome de Down.

Como o peso foi adicionado nos tornozelos do lactente houve o deslocamento da projeção do vetor força-peso distalmente. Com isso, o torque muscular necessário para

e elevar o membro foi maior, fazendo aumentar o número de unidades motoras e levando ao aumento do recrutamento das fibras musculares. Esse fato fez com que a dificuldade na Condição de Peso 2 aumentasse a ponto do lactente diminuir sua frequência de chutes, mas não na Condição de Peso 1. Por outro lado, quando consideramos o contato dos pés com o painel, podemos notar que esse fato fez com os chutes fossem realizados com maior abdução de quadril e com os membros inferiores mais próximos à superfície de apoio, diminuindo a frequência de contatos nas duas condições de peso.

Na frequência do contato dos pés com o painel, outro ponto importante refere-se à competição sensorial que pode ter havido entre a informação somatossensorial fornecida pelo peso e pelo toque no painel. Assim, os lactentes poderiam ter confundido a informação do peso com a resistência encontrada para elevar o painel. Nesse sentido, houve a extinção do reforço, uma vez que os lactentes achavam que empurravam o painel e o móvel não acionava.

Nas variáveis cinemáticas de padrão de coordenação, tempo de movimento, velocidade média e índice de retidão não verificamos diferenças em função da adição de peso, seja de 1/10 ou de 1/3 da massa do membro inferior. Acreditamos que os lactentes percebem a adição de peso, adaptam-se a ela e mantêm o padrão do chute de tal forma que não alteram as variáveis cinemáticas. Nesse sentido, Out et al. (1998), na análise do alcance manual, demonstraram que lactentes alteram as ativações da musculatura de pescoço, ombro e membro superior em decorrência de modificações no ambiente (posturas) para compensar a manutenção das variáveis cinemáticas. Além disso, há a questão da aprendizagem, sendo que os lactentes aprenderam o movimento e repetiram o que foi aprendido durante os chutes. Segundo Thelen, Ulrich e Jensen (1990), o aprimoramento do movimento ocorre devido às mudanças críticas de cada parte do

sistema que trabalha de modo interligado e que se fortalece após exploração e seleção da forma mais adequada, ou seja, após a exploração dos objetos e do meio, o indivíduo seleciona a forma mais adequada de comportamento. Para esses autores, os fatores estruturais, motivacionais e de controle postural e do movimento seriam responsáveis pela formação de padrões de movimento.

CONCLUSÕES

Podemos sugerir que no decorrer dos quatro primeiros meses de vida, os lactentes alteram a frequência dos chutes em função das suas idades, do treinamento intra-sessão e do peso adicional. Por outro lado, tempo de movimento e velocidade média foram alteradas no decorrer dos quatro meses estudados, enquanto os lactentes ajustaram o padrão de chutes para manter as variáveis cinemáticas estáveis com o acréscimo de peso. Essas características são, provavelmente, resultado de fatores intrínsecos, como aumento da massa e força musculares, estado comportamental dos lactentes, maturação do Sistema Nervoso Central e fatores extrínsecos como o peso adicional e o interesse pelo ambiente e em realizar a tarefa proposta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivos descrever o método utilizado para análise cinemática dos chutes e verificar os efeitos do peso adicional no padrão dos chutes nas idades de um a quatro meses de vida. Foram realizados dois estudos, sendo que no primeiro descrevemos todo o método empregado para a análise dos chutes e verificamos ser este método adequado e viável para tal análise. No segundo estudo, analisamos os efeitos do peso adicional nos chutes de lactentes e observamos que no decorrer dos quatro primeiros meses de vida, os lactentes alteram a frequência dos chutes em função das suas idades, do treinamento intra-sessão e do peso adicional. As variáveis tempo de movimento e velocidade média foram alteradas no decorrer dos quatro meses estudados, enquanto os lactentes ajustaram o padrão de chutes para manter as variáveis cinemáticas estáveis com o acréscimo de peso.

O uso do peso adicional parece ser interessante quando pensamos na estimulação de lactentes com riscos para o desenvolvimento neuro-sensório-motor. Neste sentido, novos estudos podem ser realizados. Outros interesses também surgiram, sendo um deles o de documentar a evolução do chute frente às mudanças no desenvolvimento dos lactentes nos primeiros seis meses de vida, uma vez que acompanhamos os lactentes até essa idade.

LIMITAÇÕES E SUGESTÕES

A principal limitação do trabalho é que analisamos os três primeiros chutes em cada condição experimental. Seria interessante analisar os chutes de lactentes em momentos diferentes da condição experimental, por exemplo, os três primeiros e os três últimos.

Além disso, a condição pós-peso não permitiu que efetivamente conseguíssemos concluir sobre essa condição, uma vez que não foi aplicada após cada condição de peso.

Como sugestão, acreditamos que novos estudos no sentido de verificar como se dá o processo de aprendizagem rápida (intra-sessão) e lenta nos chutes de lactentes seria muito interessante, uma vez que no nosso estudo encontramos que a o treinamento intra-sessão interfere nesses movimentos. Outros trabalhos visando testar diferentes alvos (tamanhos e pesos) para o lactente atingir com o pé, poderiam direcionar melhor as respostas dos estudos, principalmente para a variável índice de retidão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 Behavior and Development*. 2010;33(1):30-8.

Barros RML, Brenzikofer R, Leite NJ, Figueroa PJ. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise cinemática tridimensional de movimentos humanos. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*. 1999;15(1-2):79-86.

Bly, L. Motor skills acquisition in first year: a illustrated guide to normal development. 1ed. Tucson: Therapy Skill Builders, 1994.

Carvalho RP, Tudella E, Barros RML. Utilização do sistema Dvideow na análise cinemática do alcance manual de lactentes. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2005;9(1):1-7.

Carvalho RP, Tudella E, Caljouw SR, Savelsbergh GJ. Early control of reaching: effects of experience and body orientation. *Infant Behavior and Development*. 2008;31(1):23-33.

Chen YP, Fetters L, Holt KG, Saltzman E. Making the mobile move: constraining task and environment. *Infant Behavior and Development*. 2002;25(2):195-220.

Domellöf E, Rönnqvist L, Hopkins B. Functional asymmetries in the stepping response of the human newborn: a kinematic approach. *Experimental Brain Research*. 2007;177(3):324-35.

Fettters L, Chen YP, Jonsdottir J, Tronick EZ. Kicking coordination captures differences between full-term and premature infants with white matter disorder. *Human Movement Science*. 2004;22(6):729-48.

Figueroa PJ, Neucimar JL, Barros RML. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*. 2003;72:155-65.

Jeng SF, Chen LC, Tsou KI, Chen WJ, Luo HJ. Relationship between spontaneous kicking and age of walking attainment in preterm infants with very low birth weight and full-term infants. *Physical Therapy*. 2004;84(2):159-172.

Jeng SF, Chen LC, Yau KIT. Kinematic analysis of kicking movements in preterm infants with very low birth weight and full-term infants. *Physical Therapy*. 2002;82(2):148-159.

Jeng SF, Lau TW, Hsieh WS, Luo HJ, Chen PS, Lin KH, Shieh JY. Development of walking in preterm and term infants: age of onset, qualitative features and sensitivity to resonance. *Gait Posture*. 2008;27(2):340-6.

Karni A, Meyer G, Rey-Hipolito C, Jezard P., Adams MM, Turner R, Ungerleider LG. The acquisition of skilled motor performance: fast and slow experience-driven changes in primary motor cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 1998;95:861-868.

Karni A, Sagi D. The time course of learning a visual skill. *Nature (London)*. 1993;365:250-252.

Karol LA, Jeans K, ElHawary R. Gait analysis after initial nonoperative treatment for clubfeet: intermediate term followup at age 5. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2009;467(5):1206-13.

Kelso JAS. Phase transitions and critical behavior in human bimanual coordination. *American Journal of Physiology: regulatory, integrative, & comparative physiology*. 1984;15:R1000-4.

Kelso JAS, Schöner G. Self-organization of coordinative movement patterns. *Human Movement Science*. 1988;7:27-46.

Landgraf JF. Efeitos do peso adicional nos chutes espontâneos de lactentes nos primeiros dois meses de vida (Mestrado em Fisioterapia). Universidade Federal de São Carlos, 2006.

Landgraf JF, Tudella E. Efeitos do peso externo nos chutes espontâneos de lactentes nos primeiros dois meses de vida. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2008;12:468-475.

Lee HM, Bhat A, Scholz JP, Galloway JC. Toy-oriented changes during early arm movements IV: shoulder-elbow coordination. *Infant Behavior and Development*. 2008;31(3):447-69.

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. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2008;12(5):425-431.

Out L, van Soest AJ, Savelsbergh GJP, Hopkins B. The effect of posture on early reaching movement. *Journal of Motor Behavior*. 1998;30(3):260-72.

Piek JP. A quantitative analysis of spontaneous kicking in two-month-old infants. *Human Movement Science*. 1996;15:707-726.

Piek JP. A longitudinal study of interlimb and intralimb coordination in full term and preterm infants. *Infant Behavior and Development*. 1998;21:621.

Piek JP, Carman RC. Developmental profiles of spontaneous movements in infants. *Early Human Development*. 1994;39:109-126.

Piek JP, Gasson N. Spontaneous kicking in fullterm and preterm infants: are there leg asymmetries? *Human Movement Science*. 1999;18:377-395.

Pretchl HFR, Beintema DJ. The neurological examination of the full-term newborn infant. *Clinics in Development Medicine*. 1964;12:1-73.

Schneider K, Zernicke RF. Mass, centre of mass, and moment of inertia estimates for infant limb segments. *Journal of Biomechanics*, 1992;25(2):145-148.

Thelen E. Developmental origins of motor coordination leg movements in human infants. *Developmental Psychobiology*. 1985;18(1):1-22.

Thelen E, Bradshaw G, Ward JA. Spontaneous kicking in month-old infants: manifestation of a human central locomotor program. *Behavioral and Neural Biology*. 1981;32:45-53.

Thelen E, Fisher DM. The organization of spontaneous leg movements in newborn infants. *Journal of Motor Behavior*. 1983;15:353-377.

Thelen E, Ridley-Johnson R, Fisher DM. Shifting patterns of bilateral coordination and lateral dominance in the leg movements of young infants. *Developmental Psychobiology*. 1983;16:29-46.

Thelen E, Fisher DM, Ridley-Johnson R, Griffin NJ. The effects of body build and arousal on newborn infant stepping. *Developmental Psychobiology*. 1982;15:447-453.

Thelen, E.; Ulrich, B.D.; Jensen, J.L. The developmental origins of locomotion. In: Woollacott, M.H.; Shumway-Cook, A. (Ed.). *Development of posture and gait across the life span*. 2ed. University of South Carolina Press, 1990. p.25-47.

Toledo AM, Tudella E. The development of reaching behavior in low-risk preterm infants. *Infant Behavior and Development*. 2008;31(3):398-407.

Ulrich BD, Ulrich DA, Angulo-Kinzler R, Chapman DD. Sensitivity of infants with and without Down syndrome to intrinsic dynamics. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 1997;68(1):10-19.

Wu J, Looper J, Ulrich DA, Angulo-Barroso RM. Effects of various treadmill interventions on the development of joint kinematics in infants with Down syndrome. *Physical Therapy*. 2010;90(9):1265-76.

Vaal J, van Soest AJK, Hopkins B. Spontaneous kicking in infants: age-related effects of unilateral weighting. *Developmental Psychobiology*. 2000;36, 111-122.

Vaal J, van Soest AJK, Hopkins B, Sie LTL. Spontaneous leg movements in infants with and without periventricular leukomalacia: effects of unilateral weighting. *Behavioural Brain Research*. 2002;129:83-92.

Vall J, van Soest AJ, Hopkins B, Sie LTL, van der Knaap MS. Development of spontaneous leg movements in infants with and without periventricular leukomalacia. *Experimental Brain Research*. 2000;135:94-105.

van der Meer A, van der Weel F, Lee D. Lifting weights in neonates: developing visual control of reaching. *Scandinavian Journal of Psychology*. 1996;37:424-36.

APÊNDICES

APÊNDICE I – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS
 Via Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676
 Fones: (016) 3351-8109 / 3351-8110
 Fax: (016) 3361-3176 - Telex 162369 - SCUF - BR
 CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil
 End. Eletrônico: proppg@power.ufscar.br

Parecer N° 044/2005

Protocolo: CAAE - 0002.0.135.000-05

Título do Projeto: Efeitos do acréscimo de peso nos movimentos espontâneos de membros inferiores de lactentes nos primeiros 6 meses de vida

Pesquisador (a) Responsável: Eloísa Tudella

Instituição: DEFISIO/CCBS/UFSCar

1. Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 - Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA - junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em ___/___/___ e ao término do estudo.

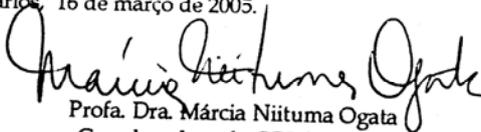
2. Avaliação do projeto

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU: Trata-se de um trabalho que avalia os movimentos de membros inferiores de lactentes (Primeiro 06 meses) após acréscimos de peso. A folha de rosto está devidamente preenchida. Análise dos Riscos e Benefícios está redigida de forma clara. O projeto inclui cronograma apropriado. O Termo de Consentimento está completo e contempla os requisitos da Resolução 196/963 CNS. Embora em alguns pontos utilize linguagem técnica, entendemos que isto não comprometa sua compreensão.

3. Conclusão:

Projeto Aprovado

São Carlos, 16 de março de 2005.


 Prof. Dra. Márcia Niituma Ogata
 Coordenadora do CEP/UFSCar

APÊNDICE II – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

LABORATÓRIO DE PESQUISAS EM NEUROPEDIATRIA (LAPEN)

Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos

Consentimento formal de participação no estudo intitulado “Efeitos do acréscimo de peso nos chutes espontâneos de lactentes nos primeiros quatro meses de vida”

Responsável: Jocelene de Fátima Landgraf

Orientadora: Prof^a Dr^a Eloísa Tudella

Eu,....., portador (a) do RG nº, residente ànº bairro:....., na cidade de, telefone:..... responsável pelo(a) menor, autorizo a participação de meu(minha) filho(a) na pesquisa “Efeitos do acréscimo de peso nos chutes espontâneos de lactentes nos primeiros quatro meses de vida”, conduzida por Jocelene de Fátima Landgraf, sob orientação da professora Dr^a Eloísa Tudella.

Objetivo do estudo:

A referida pesquisa tem como objetivo verificar a interferência da restrição orgânica (tornozeleira) na organização temporal dos movimentos de chutes de lactentes saudáveis.

Explicação do procedimento:

Estou ciente de que o estudo constará de 4 avaliações, sendo a primeira quando meu(minha) filho(a) completar 1 mês de vida e as outras, no 2º, 3º e 4º meses de vida. Na primeira avaliação serei submetida a um questionário acerca dos meus dados gestacionais, dados do nascimento de meu(minha) filho(a) e seus dados atuais de condições de saúde e de comportamento motor. Nas avaliações mensais, meu(minha) filho(a) será despido para ser pesado em uma balança infantil, medido com uma régua antropométrica e terá o comprimento de ambos os membros inferiores medidos por meio de uma fita métrica, além dos diâmetros das coxas e pernas. Em seguida, serão utilizados marcadores feitos de pérola de bijuteria fixados com micropore em pontos de quadril, joelho, tornozelo e pé e ele(a) será posicionado(a) em supino em uma cadeira infantil. A partir deste momento, meu(minha) filho(a) será filmado, enquanto será apresentado um móvel e colocada uma tornozeleira com peso (1/10 e 1/3 da massa do membro) em ambos os membros inferiores. Durante as avaliações eu permanecerei à frente do(a) meu(minha) filho(a) e poderei tocá-lo(lá) se necessário.

Benefícios previstos:

Participando deste estudo, estarei contribuindo para novas descobertas quanto ao

desenvolvimento motor de lactentes saudáveis, e isto trará benefícios para a compreensão do assunto.

Potenciais riscos e incômodos:

Fui informado de que o experimento não trará nenhum risco para a saúde de meu(minha) filho(a) e que a identidade dele(a) e minha não serão reveladas.

Seguro saúde ou de vida:

Eu entendo que não existe nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida que possa vir a me beneficiar em função de minha participação neste estudo.

Liberdade de participação:

A minha participação neste estudo é voluntária. É meu direito interromper a participação de meu(minha) filho(a) a qualquer momento sem que isto incorra em qualquer penalidade ou prejuízo. Também entendo que a pesquisadora tem o direito de excluir do estudo o(a) meu(minha) filho(a) a qualquer momento.

Sigilo de identidade:

As informações obtidas nas filmagens deste estudo serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem a minha autorização oficial. Estas informações só poderão ser utilizadas para fins estatísticos, científicos ou didáticos, desde que fique resguardada a minha privacidade.

A responsável por este estudo me explicou das necessidades da pesquisa e se prontificou a responder todas as questões sobre o experimento. Eu estou de acordo com a participação de meu(minha) filho(a) no estudo de livre e espontânea vontade e entendo a relevância dele. Julgo que é meu direito manter uma cópia deste consentimento.

Para questões relacionadas a este estudo, contate:

Dr ^a Eloísa Tudella	ou	Jocelene de Fátima Landgraf
16-3351-8407 (LAPAM)		16-3351-8407 (LAPAM)
etudella@power.ufscar.br		joland@iris.ufscar.br

Assinatura da mãe ou responsável legal*

Nome por extenso

Assinatura do pesquisador

Nome por extenso

Assinatura de uma testemunha

Nome por extenso

São Carlos, dede.....

(*) Responsável Legal:

RG: Idade: Grau de parentesco:

Endereço: Telefone:

Cidade/Estado: CEP:

APÊNDICE III - Protocolo para Coleta de Dados das Mães e Bebês

Nº: _____

1 – DADOS PESSOAIS

Nome do bebê:

Sexo: () M () F Cor:

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

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
- 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

5 – DADOS ANTROPOMÉTRICOS**Data do Teste 1:/...../.....**

- 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:.....

Data do Teste 2:/...../.....

- 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:.....

Data do Teste 3:/...../.....

- 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:.....

Data do Teste 4:/...../.....

- 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:.....

APÊNDICE IV – RELATÓRIOS DO TESTE DE ACURÁCIA

RELATÓRIO 1 – TESTE LABORATÓRIO

Responsáveis: Jocelene de Fátima Landgraf
Karina Pereira
Raquel de Paula Carvalho

Data: 27 e 28/Janeiro/2005

Objetivo: Testar a acurácia dos resultados obtidos a partir da reconstrução da trajetória de dois marcadores fixados em uma haste rígida.

Método: Foram fixados em uma haste rígida, de 0,31 cm de comprimento, 0,03 cm de largura e 0,005 cm de espessura, dois marcadores de 0,008 cm de diâmetro. A distância real obtida entre esses marcadores, após três medições, foi 0,318 cm.

Essa haste foi movida aleatoriamente no interior do volume formado pelos seis fios do sistema de calibração, que possui uma dimensão de aproximadamente 0,840 x 0,638 m. Para a captura das imagens, utilizamos quatro câmeras filmadoras digitais, posicionadas em relação ao centro do sistema de calibração, da seguinte forma: duas câmeras de cada lado do tablado, formando entre elas um ângulo de 120°. As coordenadas x, y e z de cada câmera estão representadas abaixo:

Câmera 1: $x = 0,508$; $y = 1,765$; $z = 1,43$

Câmera 2: $x = 0,48$; $y = 2,92$; $z = 1,455$

Câmera 3: $x = 3,76$; $y = 3,025$; $z = 1,46$

Câmera 4: $x = 3,72$; $y = 1,58$; $z = 1,43$

Resultados: O valor médio e o desvio padrão da distância entre os marcadores foram 0,3162 e 0,0017 m, respectivamente. A seguir, são apresentados os gráficos das distâncias entre os marcadores nos 300 frames avaliados.

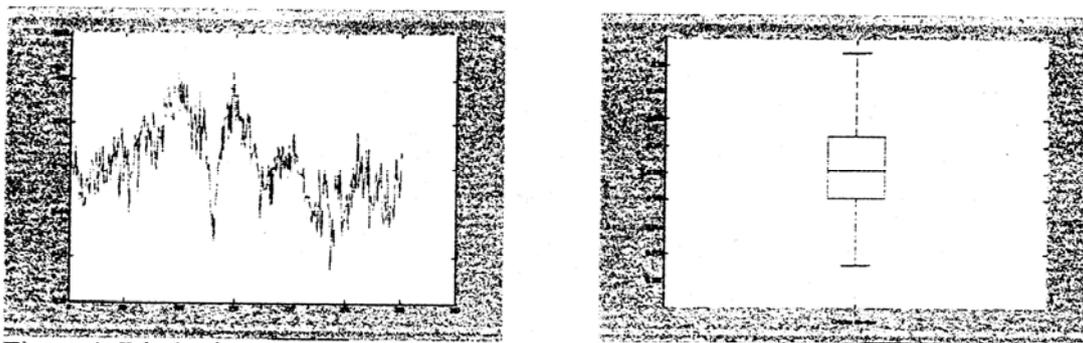


Figura 1: Distância entre os dois marcadores fixados na haste rígida, a partir da reconstrução tridimensional pelo Dvideow.

Foram calculadas as diferenças entre os valores obtidos com a reconstrução tridimensional e o valor real. A média e o desvio padrão encontrados foram de 0,0018m e 0,0017 m, respectivamente.

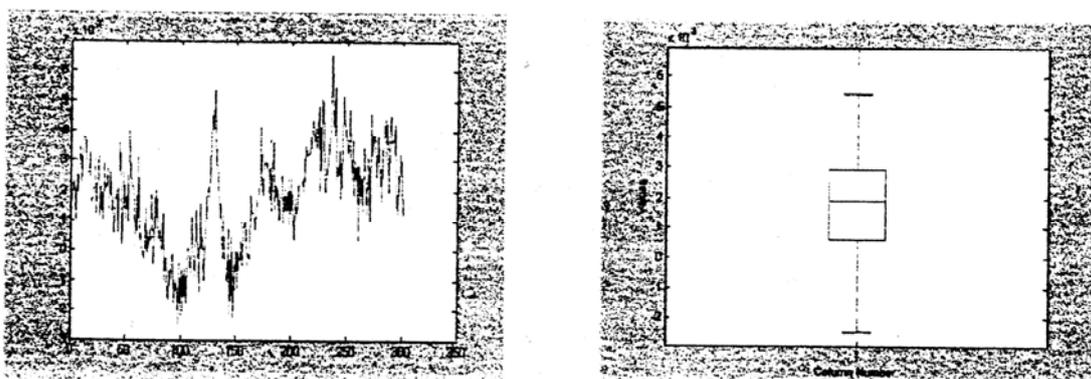


Figura 2: Diferença entre distância real e a obtida a partir da reconstrução tridimensional dos marcadores fixados na haste rígida em movimento.

A acurácia foi estimada da seguinte forma (Andrade, 2002):

$$A^2 = b^2 + p^2$$

b = bias das medidas, dado pelo desvio entre o valor médio do conjunto de medidas e o valor esperado

p = medida de dispersão de um conjunto de dados em relação ao valor médio, dado pelo desvio-padrão das medidas experimentais.

Com base nos resultados obtidos, o valor de *b* foi 0,0018m e de *p*, 0,0017m. Portanto, a acurácia foi de 0,002475883m.

RELATÓRIO 2 – TESTE LABORATÓRIO

Responsáveis: Jocelene de Fátima Landgraf
Karina Pereira
Raquel de Paula Carvalho

Data: 27 e 28/Janeiro/2005

Objetivo1: Verificar o posicionamento das câmeras a partir das imagens obtidas.

Método: Foi utilizada a rotina verifyCal.m (LIB-Unicamp) para a verificação do posicionamento das câmeras a partir dos arquivos de referência (.ref) e do sistema de calibração visto por cada uma das câmeras, com seus respectivos pontos marcados (.dat)

Resultados:

São apresentados a seguir um esquema do posicionamento das câmeras 1, 2, 3 e 4 e do sistema de calibração no laboratório e as coordenadas XYZ das câmeras e do sistema de calibração.

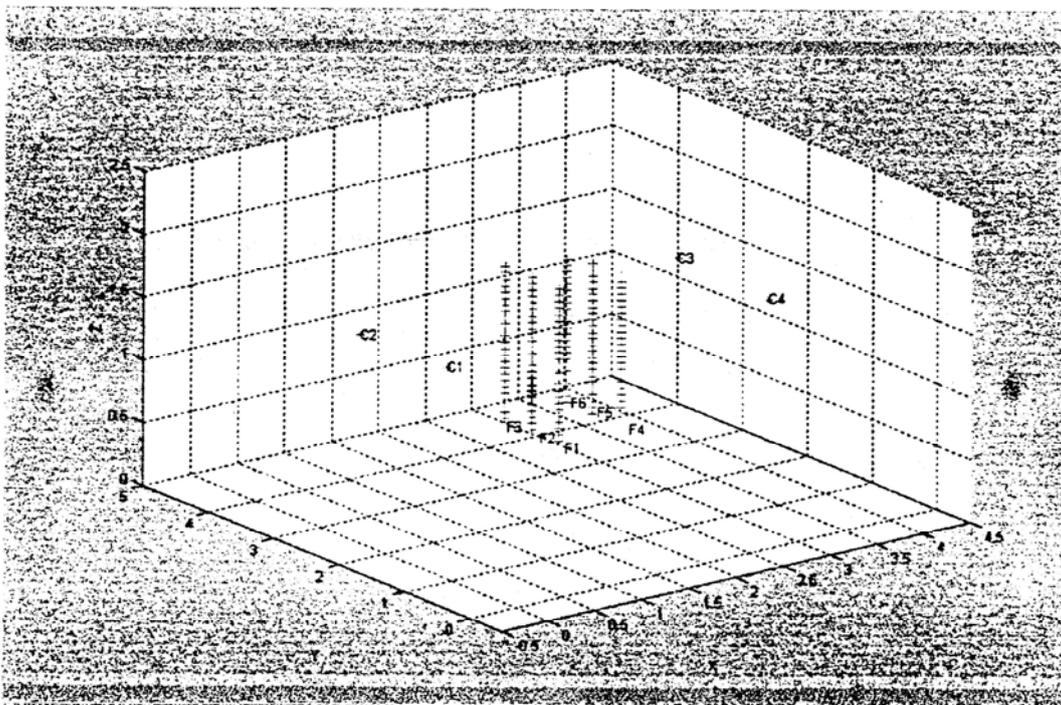


Figura 1: esquema do posicionamento do sistema de calibração e das quatro câmeras no laboratório

Tabela 1: coordenadas XYZ da localização das câmeras e do sistema de calibração no laboratório.

	X (m)	Y (m)	Z (m)
Câmera 1 (C1)	0,4847	1,7705	1,4483
Câmera 2 (C2)	0,3851	2,9576	1,4738
Câmera 3 (C3)	3,8384	3,0434	1,4715
Câmera 4 (C4)	3,8046	1,6019	1,4524
Fio 1 (F1)	1,8130	1,9420	-
Fio 2 (F2)	1,8091	2,3640	-
Fio 3 (F3)	1,8099	2,7833	-
Fio 4 (F4)	2,4610	1,9310	-
Fio 5 (F5)	2,4704	2,3653	-
Fio 6 (F6)	2,4579	2,7741	-

Os resultados mostram que a reconstrução do posicionamento das quatro câmeras e dos fios do sistema de calibração estão condizentes com a realidade.