

## Contribuição da percepção háptica no controle postural de crianças

Tatiane Calve  
Eliane Mauerberg-deCastro

*Departamento de Educação Física/Unesp Rio Claro SP Brasil*

**Resumo:** O presente estudo teve como objetivo avaliar a contribuição da percepção háptica através do sistema âncora (Mauerberg-deCastro, 2002), durante tarefas de controle postural. A tarefa consistiu em crianças—com idade de 5 anos, 6 anos e 7 anos de idade—andar sobre uma trave de equilíbrio sem o uso da visão. O sistema âncora consiste na manipulação de dois cabos flexíveis com pesos atados em suas extremidades, que sempre devem ficar em contato com o solo. Procuramos avaliar também se o status de desenvolvimento tem influência nas estratégias de controle postural adotadas nas tarefas utilizando a percepção háptica. Participaram desse estudo 90 crianças (30 crianças de 5 anos, 30 de 6 anos e 30 de 7 anos de idade). Cada grupo de 30 crianças foi dividido randomicamente em 3 grupos, sendo um grupo controle (sem âncoras) e dois grupos experimentais, com âncoras de 125g e 500g. Cada participante realizou um total de 6 tentativas. Os resultados do estudo indicaram melhora no controle postural com o uso da percepção háptica por meio do sistema âncora para o grupo de 7 anos, e os grupos de 5 e 6 anos de idade mostraram uma tendência a piorar o controle postural com a utilização do sistema âncora.

**Palavras-chave:** Percepção háptica. Paradigma âncora. Controle postural.

### *Contribution of the haptic perception in the postural control of children*

**Abstract:** The purpose of the present study was to assess the contribution of haptic perception while using an anchor system (Mauerberg-deCastro, 2002) during a postural control task. The task consisted of children—ages five, six and seven years old—walking blindfolded on a balance beam. The children manipulated the anchor system, consisting of two flexible cables with attached loads resting on the floor. We assessed developmental influence on postural control strategies and on haptic perception. Ninety children participated in this study (30 5-year-olds, 30 6-year-olds, and 30 7-year-olds). Children in each age group were randomly assigned to either a control task (no anchors), or to one of the two experimental tasks (i.e., the anchor system at loads of either 125g or 500g). Each participant performed six trials. The results indicated that the 7-year-old group improved postural control while using the anchor system. The 5- and 6-year-old groups deteriorated in performance while using the anchor system. We concluded that haptic perception has developmental constraints when postural perturbations require exploratory non-visual strategies.

**Key Words:** Haptic perception. Anchor paradigm. Postural control.

### Introdução

Em cada fase da vida, diferentes mecanismos são utilizados na obtenção de informações contidas no ambiente para auxiliar no controle postural e locomotor. Em relação ao sistema postural, Frank e Earl (1990) afirmam que os ajustes para manter a postura ereta dependem de *feedback* sensorial (vestibular, visual, proprioceptivo e cutâneo) e estratégias associadas com movimentos voluntários. O *feedback* sensorial a partir de sistemas vestibular, visual, proprioceptivo e cutâneo é bastante conhecido na literatura, porém o *feedback* a partir de sistemas do tipo exploratório--sistema háptico--é raramente estudado em associação com o

controle postural (BURTON, 1993). A percepção háptica é decorrente de esforços coordenativos táteis-cinestésicos durante atos exploratórios utilizados principalmente na manipulação de objetos com o objetivo de detecção de tamanho, formas, texturas, etc. (BURTON, 1993).

Os pressupostos do presente estudo são de que a informação háptica obtida por meio do contato com objetos de diversas formas e tamanhos podem, além de facilitar ações exploratórias de outras finalidades, auxiliar no controle postural. Por exemplo, materiais anexos ao organismo, como bengalas, andadores, também são fontes de informação para a ação e têm função de orientar o indivíduo sobre as

propriedades de objetos contidos no ambiente. O sistema háptico, assim como o sistema visual, tem um papel importante na manutenção do controle postural. Riley et al (1999) afirmam que, na ausência da visão, o sistema háptico pode ser utilizado para diminuir a oscilação do corpo.

Seguindo a idéia de Massion (1998), Castro (2002, 2004) afirma que a exploração do ambiente por meio de ferramentas (cabos rígidos ou flexíveis) proporciona uma espécie de ancoragem entre animal e ambiente. Esta ancoragem ocorre a partir do uso da informação exteroceptiva contida no ambiente, que permite, a partir do contato entre as duas extremidades, uma otimização na busca pela estabilidade na postura ereta.

Castro (2004) propõe uma metáfora do sistema âncora para explicar a ação do organismo--com o objetivo de auxiliar no controle postural--ao adquirir informações do ambiente através da exploração com ferramentas não-rígidas. Essa metáfora consiste na comparação de um bote ancorado em um rio com a união entre o homem e o ambiente mediada por ferramentas adjacentes ao organismo. A autora afirma ainda que ferramentas não-biológicas anexas ao corpo podem ser utilizadas durante as ações exploratórias sobre uma superfície (solo), auxiliando na eliminação de possíveis perturbações intrínsecas que afetam o estado de equilíbrio.

O objetivo de tal uso é o de obter informações do ambiente para auxiliar na manutenção do equilíbrio numa posição estática, e da locomoção, por exemplo. Estes pressupostos baseiam-se nos achados de Fitzpatrick e Carello (1994). Jeka e Lackner (1994), Riley e Turvey (2001) e Castro (2002) demonstraram que o uso da percepção háptica por meio do contato com ferramentas rígidas e flexíveis pode auxiliar na manutenção do equilíbrio estático.

Dessa maneira, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da percepção háptica em uma tarefa de manutenção do equilíbrio em uma superfície de suporte restrita (i. e., trave de equilíbrio) em crianças de cinco a sete anos de idade, durante o andar sem o uso da visão utilizando ferramenta não rígida (i. e., sistema âncora).

Como objetivos específicos, o estudo procurou verificar se há diferença na utilização de cargas diferenciadas do sistema âncora. Verificar qual o papel da resistência mecânica durante a tarefa postural e se existe relação com o mecanismo exploratório. Ainda, se o status de desenvolvimento tem influência nas estratégias de controle postural adotadas na tarefa utilizando a percepção háptica.

## **Materiais e método**

### *Participantes*

Participaram do estudo 90 crianças de ambos os sexos, recrutadas na E.M.E.I.E.F. “Professor Euclídeo Mina” da cidade de Rio Claro/SP, sob assinatura do termo de consentimento pelos pais ou responsáveis. No termo de consentimento estavam especificados o objetivo do estudo, procedimento do experimento, riscos, confidencialidade, liberdade de interromper a participação da criança no estudo e identificação dos responsáveis pela pesquisa. O presente estudo teve a aprovação pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual Paulista – Campus de Rio Claro/SP.

Os grupos foram compostos de: 30 crianças de cinco anos, 30 de seis anos e 30 de sete anos de idade, sem nenhum histórico de atraso no desenvolvimento. Das 30 crianças de cada grupo, 10 foram sorteadas randomicamente para realizar a tarefa controle (sem a utilização das âncoras), 10 realizaram a tarefa na condição experimental com carga de 125g e 10 realizaram a tarefa na condição experimental com carga de 500g.

### *Materiais*

Para a realização dos testes foi utilizada uma trave de equilíbrio de 7 cm de altura por 10 de largura e 5 metros de comprimento. Na trave de equilíbrio foram colocadas duas marcas, ambas a um metro de sua extremidade, para demarcação da área de coleta de dados. As coletas foram filmadas por duas câmeras Panasonic M9000. Foram utilizadas, nas condições experimentais, duas cargas; sendo uma de 125g e outra de 500g. As cargas (dois sacos com pelotas de chumbo) foram conectadas em uma das extremidades (cordas de nylon) e caracterizaram uma ferramenta não-rígida ou “âncora” (FIGURA 1). Os participantes realizaram a tarefa privados da visão. Para isso foram utilizados óculos de natação com as lentes pintadas de preto. Para a análise cinemática dos dados os participantes tiveram marcadores afixados às articulações. Esses marcadores foram feitos de bolinhas de isopor tamanho 2, recobertas com fita reflexiva 3M.

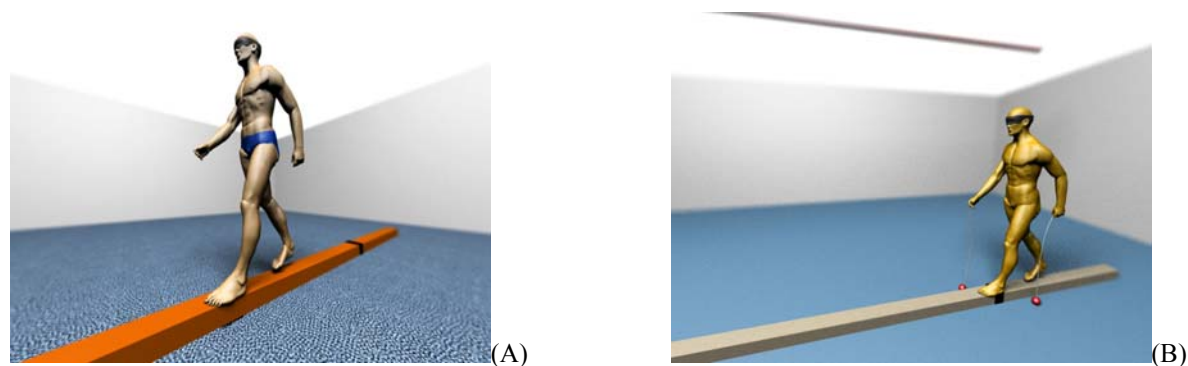


Figura 1. Representação da realização da tarefa nas condições controle (A) e experimental (B).

A análise dos dados (medições dos marcadores) foi realizada no programa DVideo 5.1 (1997), desenvolvido pela equipe da UNICAMP (BARROS, BREZIKOFER, BAUMANN, LIMA, CUNHA e FIGUEROA, 1997). Os dados obtidos após a medição dos pontos foram filtrados no programa MATLAB 5.3 através do filtro Butterworth, com frequência de corte de 6 Hz. Os dados filtrados foram calculados no programa Microsoft Excel (1997) e a análise estatística dos resultados obtidos foi feita através da ANOVA no programa Microsoft SPSS (1998).

#### Procedimento

A tarefa desse estudo consistiu em os participantes andarem sobre uma trave de equilíbrio, privados totalmente da informação visual. A tarefa continha uma condição experimental e uma condição controle. Na condição

experimental, os participantes realizaram a tarefa com o uso de ferramenta não-rígida (âncora), sendo que a condição experimental incluiu duas cargas diferentes, 125g e 500g. As tarefas foram sorteadas e, assim, cada criança realizou somente uma tarefa. Cada participante realizou 6 tentativas (3 idas e 3 voltas). As cargas foram seguras pelas mãos dos participantes (uma âncora em cada mão com a mesma carga) e arrastadas, sempre em contato com o solo, durante o andar sobre a trave de equilíbrio.

Os participantes tiveram marcadores afixados no ombro (tubérculo maior) e tornozelo (maléolo lateral) para cálculo da variação angular do tronco (em graus) – obtida através da diferença entre posição angular mínima e máxima dentro de cada ciclo de passada. As equações utilizadas para o cálculo de ADM (Amplitude de Movimento) serão mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Equações utilizadas para o cálculo de ADM dentro do programa Microsoft Excel.

- ADM Máxima dentro de um ciclo de passada = MÁXIMO ( $P_i \dots P_n$ )
- ADM Mínimo dentro de um ciclo de passada = MÍNIMO ( $P_i \dots P_n$ )
- ADM = ADM Máxima – ADM Mínima

Em que:

- P = Posição angular no primeiro toque do calcanhar dentro de um ciclo de passada.
- $P_n$  = Posição angular no segundo toque do mesmo calcanhar dentro do mesmo ciclo de passada.

A tarefa foi filmada por duas câmeras, com distância de 3,05 metros entre elas e 5,90 metros da trave de equilíbrio. Além da trave toda, as câmeras ficaram em uma posição de modo que as duas filmassem os mesmos marcadores anatômicos previamente afixados no participante.

Foi realizada análise cinemática tridimensional no programa DVideo 5.1 (1997). O sincronismo foi feito através da luz de um metrônomo e através da visualização do mesmo evento (toque do calcanhar na trave) nas duas imagens, direita e esquerda.

Os dados de amplitude de movimento angular foram calculados através do programa Microsoft Excel. As análises de amplitude de movimento angular foram feitas em dois planos, sagital e coronal. Somente o plano coronal é aqui apresentado.

A calibração do espaço de coleta foi feita por meio de uma referência com 40 pontos, obtendo os pontos marcados nas articulações com três coordenadas, sendo elas: vertical, horizontal e transversal (FIGURA 2). A referência foi feita com 8 cabos flexíveis presos a um trilho preso ao teto da sala, com distância de 1 metro entre os cabos, formando um corredor entre os cabos com 4 cabos colocados um metro à frente e 4 cabos posicionados a um metro atrás da trave de

equilíbrio. Neles foram fixados 5 marcadores com intervalo de 30 cm entre eles. Para manter o cabo estático, foi colocado um prumo em sua ponta. A ponta do prumo foi colocada próxima ao chão, como mostra a FIGURA 2. Dessa maneira, as imagens filmadas dos participantes durante a realização da tarefa ficaram dentro da área de calibração.

Na análise estatística foi utilizada uma Anova one-way (3 grupos) para verificar possíveis diferenças dentro dos grupos pesquisados. Foi realizada também uma Anova two-way (3 grupos x 3 tarefas) para a variável dependente no plano coronal. As variáveis dependentes analisadas foram: a média dos valores de Amplitude de Movimento (ADM) dentro dos ciclos das passadas durante a tarefa. O objetivo da análise estatística de ADM foi determinar o impacto das condições experimentais (125g e 500g) em comparação com a condição controle. As variáveis descritas acima foram analisadas no plano coronal (Cor). A idade foi igualmente um fator considerado na análise de modo a avaliar como as crianças de diferentes níveis de desenvolvimento fazem uso da informação háptica, enquanto se locomovem sob restrição ao equilíbrio e à informação visual.

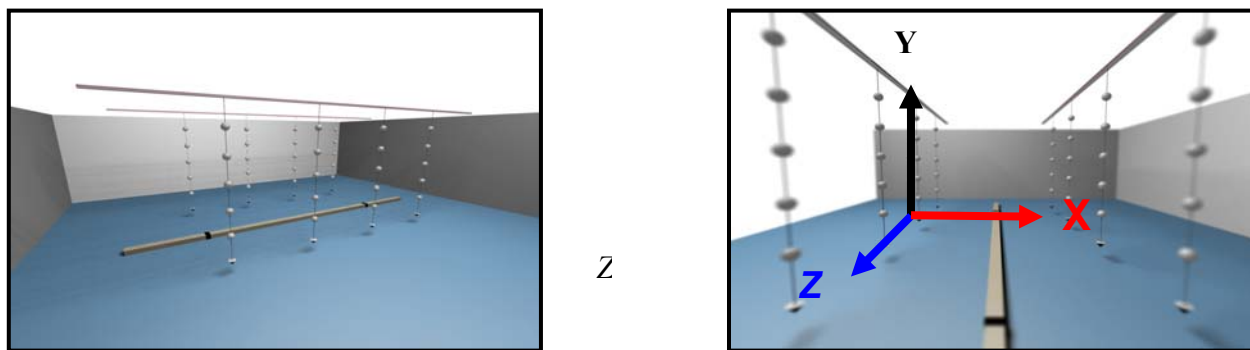


Figura 2. Representação da calibração feita no ambiente de coleta.

## Resultados

Os resultados obtidos através da análise estatística ANOVA two-way (3 grupos x 3 tarefas) para média dos valores de ADM e ANOVA one-way (3 tarefas), também para as médias dos valores de ADM, serão mostrados e discutidos a seguir.

A ANOVA two-way (3 grupos x 3 tarefas) revelou efeito de grupo para média dos valores de ADM no plano coronal ( $F_{2,89} = 7,302$ ,  $p=0,001$ ) e teste de *Post hoc* de Tukey revelou

significância marginal entre os grupos G5 e G7, com  $p=0,0999$ , e diferença significativa entre os grupos G7 e G6, com  $p=0,001$ . A diferença entre os grupos encontrada na análise estatística pode ser visualizada na Figura 3(a), que mostra a diferença de G7 em relação a G6 e G5.

A ANOVA one-way (3 tarefas) revelou efeito de tarefa no grupo de 7 anos para média dos valores de ADM no plano coronal. Através do teste de *Post hoc* de Tukey foi encontrado

efeito para a condição experimental de 500g ( $F_{2,29} = 6,559$ ,  $p = 0,002$ ) e efeito marginal para a condição experimental de 125g ( $F_{2,89} = 2,570$ ,  $p = 0,076$ ). Não foi encontrado efeito para a condição controle. Esses achados podem ser visualizados na FIGURA 3a, que mostra a diferença de G7 em relação a G5 e G6, no plano coronal.

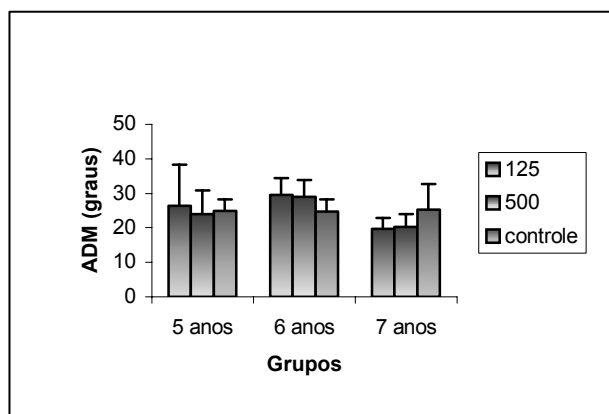


gráfico (a)

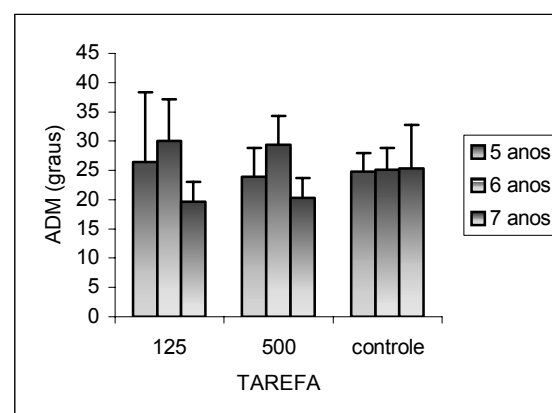


gráfico (b)

Figura 3. Média de ADM(a) e médias de ADM(b) dos três grupos, nas três condições de tarefa.

Podemos observar no gráfico (a) que há uma similaridade na manutenção do equilíbrio durante o deslocamento na trave de equilíbrio entre os grupos na condição controle. Essa igualdade se deve ao fato da criança chegar ao padrão maduro de locomoção por volta dos 4 anos de idade (SUTHERLAND, 1997). O grupo de 6 anos apresentou valores maiores de ADM para as duas condições experimentais, o que nos leva a afirmar que o uso do sistema âncora para esse grupo tende a ser uma restrição na tarefa e não uma ferramenta para auxiliar na manutenção do equilíbrio, o que vai contra a segunda hipótese do presente estudo de que o uso de ferramentas não rígidas facilita o controle postural.

As crianças de 7 anos de idade obtiveram melhora no controle postural nas tarefas 125 e 500, e o grupo de 5 anos apresentou uma tendência a melhorar o equilíbrio na condição experimental com carga de 500g, resultados apresentados no gráfico (b). Esses resultados podem ser extrapolados com os achados de Fitzpatrick e Carello (1994). Jeka e Lackner (1994), Riley e Turvey (2001) e Castro (2002) demonstraram que o uso da percepção háptica por meio do contato com ferramentas rígidas e flexíveis pode auxiliar na manutenção do equilíbrio estático.

*Motriz, Rio Claro, v.11, n.3, p.199-204, set./dez. 2005*

Através da ANOVA one-way (3 tarefas) foi encontrada diferença significativa entre as tarefas também para as médias dos desvios-padrões de ADM. Sendo que o teste *Post hoc* de Tukey revelou efeito de tarefa para a condição 125g para o grupo de 6 anos ( $F_{2,29} = 10,391$ ,  $p = 0,001$ )

Esses dados podem ser visualizados na Figura 3b.

O grupo G7 foi o que melhor resultado apresentou em relação à utilização da percepção háptica com o uso de ferramentas não-rígidas como auxílio na manutenção do equilíbrio, uma vez que, foi encontrada diferença significativa entre o grupo controle e o grupo experimental. Porém, não foi encontrada diferença significativa entre os dois grupos experimentais (125g e 500g), resultado que corrobora com os resultados encontrados por Mauerberg-deCastro (2002), em estudo realizado em contexto laboratorial que revelou melhora significativa do equilíbrio em adultos quando feito uso do sistema âncora, na realização da tarefa de andar sobre uma superfície restrita (i.e. trave de equilíbrio).

### Conclusão

Com base na análise dos resultados encontrados podemos concluir que:

- Crianças de 7 anos, utilizam melhor a percepção háptica (sistema âncora) na manutenção do equilíbrio corporal durante o andar sobre a trave de equilíbrio que crianças de 5 e 6 anos de idade.
- O suporte mecânico das âncoras é fator secundário à sensibilidade háptica, sendo que as diferentes cargas

utilizadas no estudo (125g e 500g) não afetam de maneira diferenciada a qualidade do controle postural.

- O status de desenvolvimento tem influência nas estratégias de controle postural adotadas na tarefa utilizando a percepção háptica, uma vez que, o grupo das crianças de 7 anos de idade obtiveram um desempenho melhor na utilização do sistema âncora.

### Referências

- BURTON, G. Non-neural extensions of haptic sensitivity. *Ecological Psychology*, Connecticut, v.5, n.2, p.105-124, 1993.
- CASTRO, E. M. Developing an “anchor” system to enhance postural Control. *Motor Control*, Washington DC, v.8, p. 339-358, 2004.
- CASTRO, E. M. Expansão da sensibilidade háptica no controle postural através do uso de um sistema “âncora”. Resultados preliminares. In: SEMINÁRIO DE COMPORTAMENTO MOTOR, 3., 2002, Gramado. Anais... Gramado: UFRSG, 2002. Apresentação de Pôster. 1 CD-ROM
- DVIDEOW (Digital Video for Biomechanics for Windows 32 Bits). Version 5.1. Campinas, SP: Laboratório de Biomecânica, Faculdade de Educação Física, Universidade de Campinas, 1997. 1 CD-ROM.
- FITZPATRICK, P.; CARELLO, C. Haptic and visual perception of an affordance for upright posture. *Ecological Psychology*, Connecticut, v.6, n.70, p.265-287, 1994.
- FRANK, J. S.; EARL, M. Coordination of posture and movement. *Physical Therapy*, Alexandria, v.70, p.855-863, 1990.
- JEKA, J. J.; LACKENER J. R. Fingertip contact influences human postural control. *Experimental Brain Research*, Heidelberg, v.100, p.495-502, 1994.
- MASSION, J. Postural control systems in developmental perspective. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, Amsterdam, v.22, n.4, p.465-472, 1998.
- MICROSOFT Office 1997. Excel. [S.l.]: Microsoft Corporation, 1997. 1 CD-ROM.
- MICROSOFT SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) for Windows. Version 10.0. 1998. 1 CD-ROM.
- RILEY, M. A., TURVEY, M. T. Inertial constraints on limb proprioception are independent of visual calibration. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, Washington DC, v.27, n.2, p.438-455, 2001.
- RILEY, M. A. et al. Postural stabilization for the control of touching. *Human Movement Science*, Amsterdam, v.18, p.795-817, 1999.
- SHUTHERLAND, D. The development of mature gait. *Gait and Posture*, Eugene, OR, v.6, p.163-170, 1997.

Endereço:  
Tatiane Calve  
Rua Santo Rizzo, 71 Novo Horizonte  
Cosmópolis SP  
13150-000  
Fone/Fax: (19) 3812 1275  
e-mail: [tatianecalve@yahoo.com.br](mailto:tatianecalve@yahoo.com.br)

*Manuscrito recebido em 13 de junho de 2005.  
Manuscrito aceito em 13 de fevereiro de 2006.*