

Controle da postura semi-ajoelhada: a influência da visão e dominância sob a análise cinemática articular tridimensional.

Half-Kneeling posture control: The Influence of vision and dominance in the three-dimensional joint kinematics analysis.

Paulo Roberto Garcia Lucareli^(1,2), Angélica Guimarães da Silveira⁽³⁾, Sabrina Garcia Baptista⁽³⁾, Daniel Zuliane Souza Cruz⁽³⁾, Mário Oliveira Lima⁽⁴⁾, Juliane Gomes de Almeida⁽⁵⁾, Fernanda Pupio Silva Lima⁽⁴⁾.

Centro Universitário São Camilo.

Resumo

Introdução: O controle postural é complexo exigindo manutenção de articulações e músculos em que as informações visuais, vestibulares e proprioceptivas são usadas para detectar as variações da posição do corpo e ambiente visando o equilíbrio. **Método:** Avaliamos a influência da visão e dominância no controle da postura de semi-ajoelhado em sete indivíduos, permanecendo por 30 segundos nesta postura, com os olhos abertos e posteriormente fechados. As possíveis variações da cinemática foram coletadas pelo sistema Motion Analysis CO®. **Resultados:** A visão influenciou nas articulações dos quadris, joelho E. e tornozelo D. entre as situações de olho aberto e fechado houve diferença significativa ($p < 0,001$). Na pelve, joelho direito e tornozelo esquerdo houve diferença entre olho aberto e fechado para o lado dominante, no tronco a diferença ocorreu no lado não dominante. **Conclusão:** Concluindo que o controle postural sofreu influência da visão e comportou-se diferente quando aos lados dominantes com os não dominantes na manutenção da postura.

Palavras-chave: Postura, biomecânica, fisioterapia, visão, reabilitação.

Abstract

Introduction: The postural control is complex, requiring maintenance of joints and muscles in which visual information, vestibular and proprioceptive information is used to detect the position of the body and environment to equilibrium. **Method:** We evaluated the influence of vision and dominance in the control of half-kneeling posture in seventeen subjects during 30 seconds in this posture, with eyes open and subsequently closed. The possible variations of the kinematics were collected by the Motion Analysis System CO®. **Results:** The hip joints, Left knee, Right ankle between the two conditions with significant difference ($p < 0.001$) were influenced by vision. In the pelvis, right knee, and left ankle have no difference between eyes open and closed to the dominant side. The difference in the trunk occurred in the non-dominant side. **Conclusion:** The postural control was influenced by the vision and behaved differently when the sides with the dominant non-dominant in the maintenance of posture.

Keywords: Posture Control, biomechanics, physiotherapy, vision, rehabilitation.

* Artigo recebido em 7 de abril de 2010 e aceito em 29 de julho de 2010.

1 Docente do Programa de Mestrado em Ciências da Reabilitação, Universidade Nove de Julho – UNINOVE, São Paulo, São Paulo, Brasil.

2 Fisioterapeuta do Laboratório de Estudos do Movimento Einstein (LEME), Hospital Israelita Albert Einstein, HIAE, São Paulo, São Paulo, Brasil.

3 Fisioterapeuta, pesquisador colaborador do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Análise do Movimento, NAPAM, São Paulo, São Paulo, Brasil.

4 Docente do Programa de Mestrado em Engenharia Biomédica e do Curso de Fisioterapia, Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP, São José dos Campos, São Paulo, Brasil.

5 Docente do Curso de Fisioterapia, Universidade Paulista – UNIP, São Paulo, São Paulo, Brasil.

Endereço para correspondência:

Prof. Dr. Paulo Roberto Garcia Lucareli. Av. Francisco Matarazzo 612 – Água Branca. CEP 05001-100. São Paulo, SP. Tel: 11 3665 9325. E-mail: paulolucareli@uninove.br.

INTRODUÇÃO

O controle postural exige manutenção de articulações e músculos de forma intrínseca ou extrínseca em que as informações visuais, vestibulares e proprioceptivas são usadas para detectar as variações da posição do corpo, do ambiente e ajustes visando o equilíbrio⁽¹⁾.

Uma situação de instabilidade é gerada quando o centro de massa ultrapassa sua base de sustentação, assim que percebida pelo sistema sensorial são enviadas informações ao sistema motor, iniciando respostas posturais para que haja a recuperação do alinhamento do centro de massa e da base de sustentação. Esta resposta pode ser antecipatória ou adaptativa, existindo diferentes objetivos para diferentes circunstâncias como remodelação da postura para movimentos voluntários, alinhamento postural, adequação à tarefa, manutenção do equilíbrio e conservação de energia⁽²⁾.

Há duas formas de perturbação externa: a mecânica em que as forças que interagem com o corpo deslocam o centro de massa além da base de sustentação ou quando a base de sustentação se alinha abaixo do centro de massa e a informacional que modifica a natureza da informação de orientação do movimento criando conflitos transitórios entre as informações visuais, vestibulares ou proprioceptivas^(2,3).

De acordo com Martimbianco ALC, a propriocepção é o *feedback* dado ao sistema nervoso central por meio de diversos tipos de receptores sensoriais presentes em diversa estruturas, entre elas os fusos musculares, tendões e articulações para determinar a posição e a movimentação de cada articulação, inclusive a direção, a amplitude e a velocidade⁽⁴⁾.

As informações visuais geram a estabilidade postural, particularmente em superfícies instáveis, uma vez que o movimento do olhar pode ser usado para interferir no

movimento da cabeça e assim no balanço corporal, desempenhando um papel poderoso no *feedback* sensorial^(5,6).

Todos os seres humanos apresentam assimetria direita ou esquerda, que ocorre devido à diferenciação dos hemisférios cerebrais, 'preferindo' um dos lados do corpo de acordo com a genética ou o ambiente⁽⁷⁾.

No programa de reabilitação é de extrema importância conhecer os padrões de normalidade dos movimentos para melhor compreender e detectar a incapacidade funcional, a fim de fornecer e obter as melhores respostas frente ao tratamento proposto. É fundamental a capacidade de percepção e manutenção da posição dos segmentos corpóreos como a quadrupedia, o ajoelhado e o semi-ajoelhado para a aquisição da postura bípede, porém, não há um único padrão para estes movimentos e sim estratégias e elaboração específicas para a tarefa⁽⁸⁾.

Desta forma, o objetivo deste estudo é avaliar a influência da visão e dominância motora no controle da postura semi-ajoelhado de indivíduos saudáveis por meio de análise cinemática tridimensional do movimento.

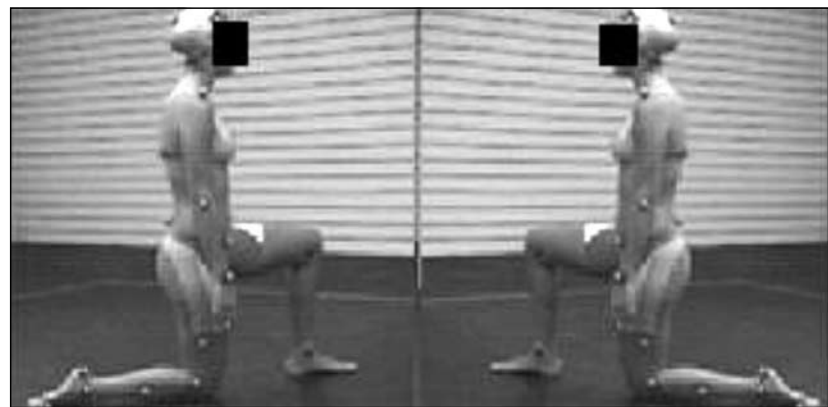
MÉTODO

Após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (número

095/07), foram avaliados dezesseite indivíduos saudáveis com idade média de 24,5 anos (± 5.8), estatura média de 1.67m (± 0.09), peso corpóreo médio de 63,7kg ($\pm 11,8$) sem alterações neurológicas, músculo-esqueléticas, visuais, auditivas, psicoemocionais e doenças sistêmicas que pudessem impedir a correta realização da tarefa. Todos os indivíduos participantes foram devidamente informados dos procedimentos desse estudo e que todos os preceitos éticos seriam e foram respeitados. Aceitando participar, como voluntários, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Os sujeitos foram orientados a permanecer por 30 segundos na postura semi-ajoelhada, mantendo-se com os olhos abertos e posteriormente mais 30 segundos na mesma postura com os olhos fechados com o membro dominante à frente, seguindo os mesmos procedimentos com o membro não-dominante à frente (Figura 1). As possíveis variações da cinemática angular foram coletadas por meio de análise cinemática tridimensional do movimento no laboratório de movimento pelo sistema Motion Analysis CO[®] composto por 8 câmeras infra-vermelho, gentilmente cedido por empréstimo ao Centro Universitário São Camilo na ocasião da coleta. Foram selecionados 29 pontos anatômicos, os quais foram

Figura 1 - Exemplo de coleta do exame no laboratório de movimento. Paciente instrumentado com marcadores retroreflexivos.



adotados como referência para fixação dos marcadores que serviram como referência para. Este conjunto de marcadores chamado Helen Heys foi usado para estimar a posição dos centros articulares⁽⁹⁾ e calcular a cinemática tridimensional das articulações da cabeça, ombro, cotovelo, punho, tronco, pelve, quadril, joelho e tornozelo, como descrita por Kadaba, Ramakrishnan e Wootten⁽¹⁰⁾. Os dados obtidos foram capturados e processados pelo programa EVART® 5.01 e, através do software *Orthotrack*® 6.5.1., foram gerados gráficos e planilhas contendo as medidas angulares das articulações formadas pelos segmentos: cabeça, tronco, pelve, coxas, pernas e pés, no formato ASCII. Foi realizado um estudo da variação angular tomadas a cada 1/60 segundos (60Hz), portanto 1800 posições ao longo do tempo, para saber a variação angular a cada instante.

Para o teste estatístico foi utilizado o modelo GLM (*General Linear Models*), pois o desenho amostral

não era balanceado, como a amostragem era extremamente grande, de acordo com o Teorema do Limite Central e Leis dos Grandes Números, este teste foi recomendado. O GLM é similar ao ANOVA sendo um teste paramétrico que faz uma comparação de médias utilizando a variância. Através do teste de confiança média chegamos ao valor de significância 0,05 (5%), com intervalo de confiança igual a 95% de confiança estatística, sendo P-valor <0,001. Analisamos os fatores Dominância e Olho para a variação angular média de cada articulação isoladamente e comparando os dois fatores. Como houve significância estatística em todos os fatores utilizamos as Comparações Múltiplas de Tukey para determinarmos com precisão onde ocorreram as diferenças.

RESULTADOS

Dominância

Nesta análise foram realizadas as comparações múltiplas de

Tukey, demonstrando diferença estatisticamente significativa em Joelho Direito, Joelho Esquerdo, Pelve, Quadril Direito, Quadril Esquerdo, Tornozelo Direito e Tornozelo Esquerdo (Gráfico 1).

Visão

Nas situações de olhos abertos e fechados foi verificada diferença estatisticamente significativa em membro dominante e não dominante em Joelho Esquerdo, Quadril Direito, Quadril Esquerdo e Tornozelo Direito (Gráfico 2).

Em Joelho Direito, Pelve e Tornozelo Esquerdo a significância encontrada foi apenas em Lado Dominante, ressaltando que no Tronco, a diferença ocorreu somente em Lado Não Dominante e que na Cabeça não houve significância em nenhuma das situações (Gráfico 2).

DISCUSSÃO

A visão é o sistema mais importante de informações sensoriais e pode compensar a ausência ou

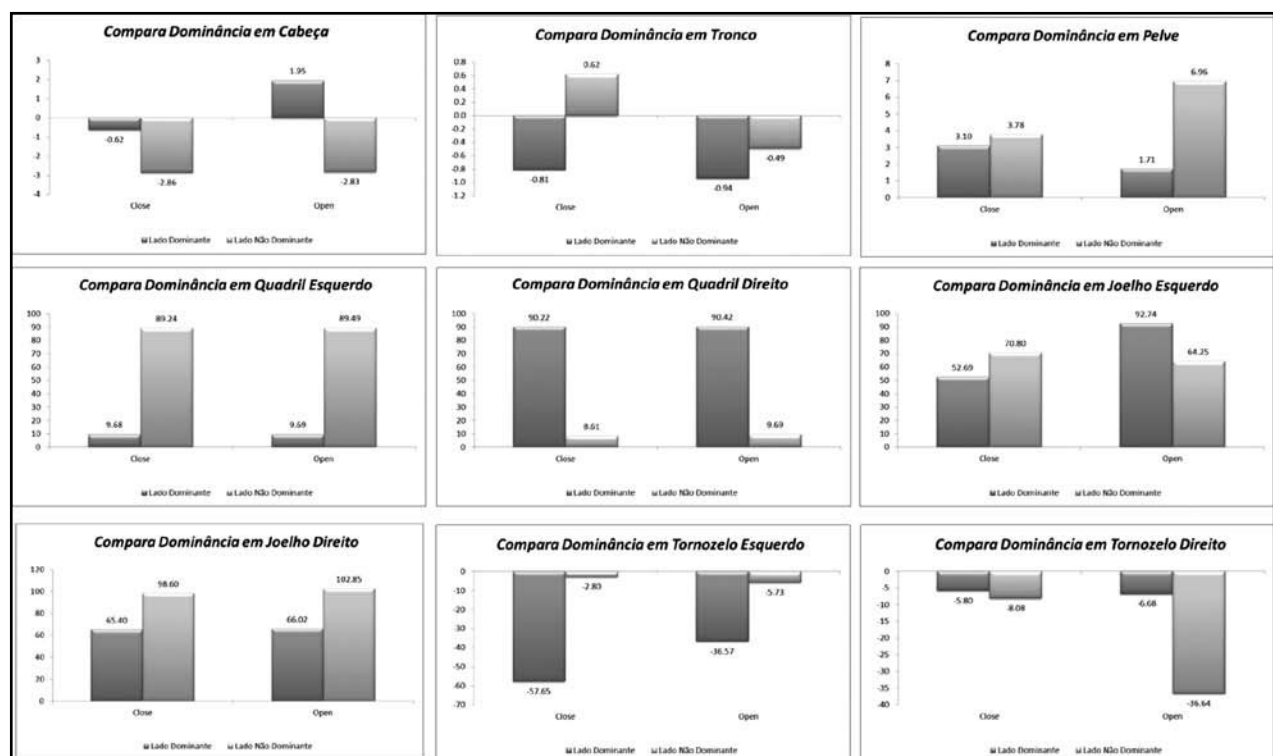


Gráfico 1 - Comparação influência da dominância sobre o controle motor durante a postura semi-ajoelhada nos seguimentos cabeça, tronco, pelve, joelho, quadril e tornozelo com olhos abertos e fechados.

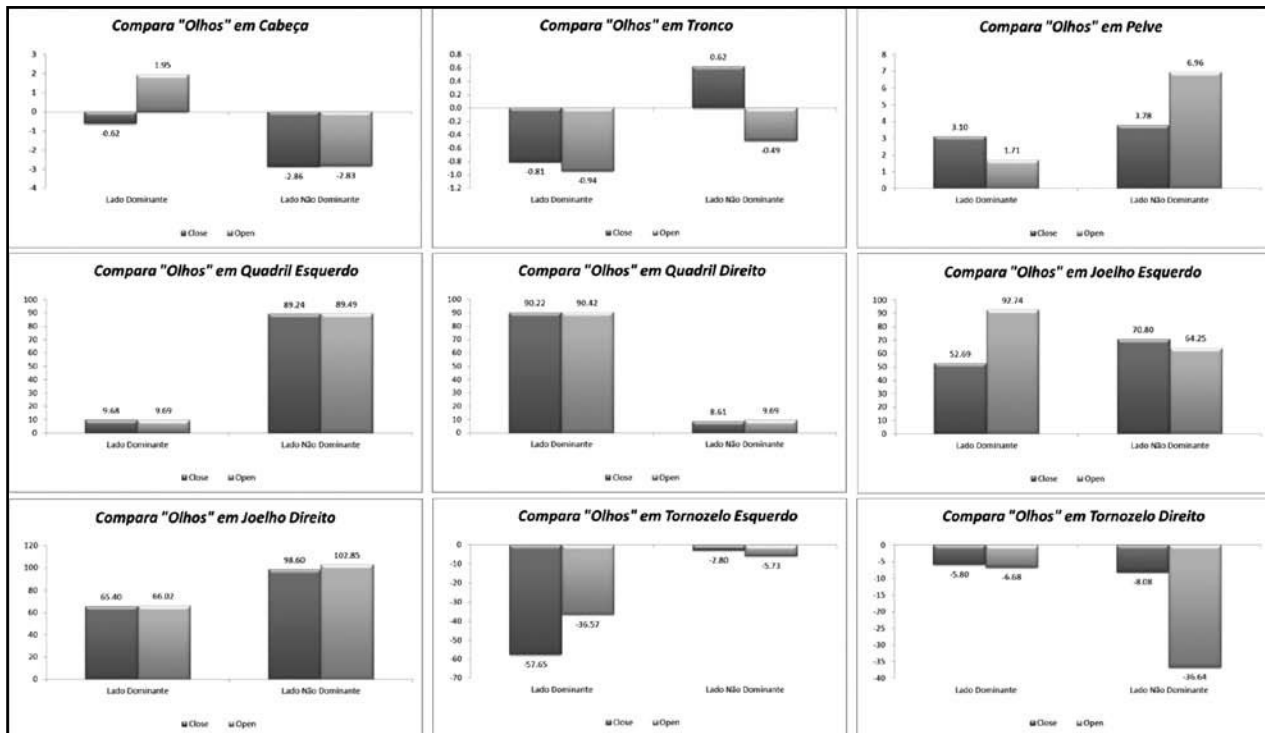


Gráfico 2 - Compara influência da visão sobre o controle motor durante a postura semi-ajoelhada nos seguimentos cabeça, tronco, pelve, joelho, quadril e tornozelo com olhos abertos e fechados.

não-confiabilidade dos outros estímulos sensoriais, pois quando as informações proprioceptivas sofrem uma redução ou abolição, os indivíduos passam a depender em exclusivo do sistema visual para manter o equilíbrio. Um pequeno movimento linear ou angular desloca as imagens visuais da retina e estas informações são retransmitidas aos centros de equilíbrio, logo, ao visualizarmos um objeto em movimento, ocorre um conflito entre a entrada de informações visuais e a estabilidade dos sinais vestibulares e proprioceptivos^(2,6).

Blanks et al (1996) concluíram que a visão é importante para estabilizar a coluna, uma vez que, ao posicionarem os indivíduos sobre uma plataforma fixa, ocorreu maior oscilação quando com os olhos permaneciam fechados do que comparados aos olhos abertos na mesma situação⁽⁶⁾.

Segundo Barela (2000), a oscilação do corpo pode ser observada na manutenção da postura, aumentando bruscamente quando há

má qualidade nas informações recebidas (visual, proprioceptiva ou vestibular) ou quando as informações visuais deixam de ser enviadas pelos olhos estarem fechados ou o ambiente estar escuro⁽¹¹⁾.

As informações provenientes do sistema visual relacionam-se à localização e distância de objetos em um ambiente, tipo de superfície onde o movimento ocorrerá e a posição das partes do corpo, e posição e movimentação da cabeça em relação aos objetos, sendo de extrema importância a visão periférica, a sensibilidade ao contraste, a acuidade dinâmica e estática e a percepção de profundidade. Com todas estas informações atualizadas constantemente somos capazes de distinguir objetos que estão fixos ou em movimentos e um pequeno movimento^(2,12-14).

A visão tem um papel importante no processo multissensorial da estabilização postural atenuando em 50% o balanço corporal e exercendo papel dominante em situações patológicas vestibulares e

somatossensoriais. A instabilidade pode ocorrer devido a uma disfunção sensorial ou estimulação adequada sendo possível a manutenção da postura com olhos fechados frente a situações normais⁽¹⁵⁾.

Ravioli et al (2005), indicou que o sistema de controle da postura é capaz de usar a informação visual para estabilizar a postura mesmo em situações de velocidade e Perrin et al (2002) conclui que a capacidade vestibular de decodificar uma nova solicitação somestésica não parece eficiente para compensar a perda de referências visuais simples^(16,17).

Quando a qualidade da informação visual é diminuída, ocorre uma desestabilização do corpo devido à menor fluxo retinal ou quando as informações extra-oculares são imprecisas. Conclui-se também que caso haja um ambiente visual estacionário existe um efeito estabilizador, se comparado a fixação visual de um ponto no escuro⁽⁵⁾.

Muitas vezes, pela menor utilização do membro não dominante,

seja de membros superiores ou inferiores, a assimetria entre os hemicorpos ocorre ou é exacerbada, logo se deve, preferencialmente, pensar em uma intervenção que possa colaborar com ambos ou lados⁽⁷⁾.

A estabilidade articular é realizada por alguns mecanismos, sendo que o de co-contracção, que ocorre através do fuso-muscular-gama com a função de aumentar a rigidez articular, é o que a melhor explica. Esse mecanismo é flexível, sendo adaptado a grande demanda de variações de tarefas. Os demais mecanismos como a propriocepção, reflexo ligamento-muscular e o sistema musculoesquelético estão relacionados a esta estabilidade articular, porém, há certas limitações para se explicar todo seu controle⁽¹⁸⁾.

Foi possível observar que as articulações de Joelho Esquerdo, Quadril Direito, Quadril Esquerdo e Tornozelo Direito se destacaram, pode-se observar maior oscilação com o membro não dominante posicionado a frente e também com

os olhos fechados, independentemente do membro que se encontra a frente, ou seja, em duas situações distintas, estas mesmas articulações oscilaram mais.

As mesmas articulações que se movimentaram para manter a estabilidade com os olhos abertos, também oscilaram com os olhos fechados, porém a amplitude de movimento foi maior com os olhos fechados, com isso podemos sugerir a possibilidade do papel e da importância na manutenção desta posição uma vez que as articulações responderam diferentemente em resposta às alterações biomecânicas.

Desta forma, nossos achados corroboram com os estudos de Costa, Goroso e Lopes (2009), Laurens et al (2009) e Ravaioli et al (2006) onde a visão teve papel de destaque no controle postural, e maior oscilação frente a ausência deste mecanismo foi observada^(5,16,19).

Os resultados encontrados neste estudo podem guiar a avaliação, e até mesmo o tratamen-

to de um paciente com déficit visual e de equilíbrio, pois parecem mostrar que algumas articulações têm mais influência sobre a manutenção da postura semi-ajoelhado. Desta forma, abre possibilidades para prepararmos estratégias individualizadas aos pacientes, otimizando o processo de reabilitação.

Futuros estudos devem ser realizados com número superior de voluntários e em situações anormais de controle mioneural, assim como com a associação de outros instrumentos de medida, como a eletromiografia para confirmar os achados aqui descritos e melhor elucidá-los com a demonstração da atividade muscular.

CONCLUSÃO

O controle postural sofreu influência da visão e mostrou comportamento diferente quando comparados os lados dominantes com os não dominantes na manutenção da postura de semi-ajoelhado sobre as articulações de Joelho Esquerdo, Quadril Direito, Quadril Esquerdo e Tornozelo Direito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rodrigues EC, Imbiriba LA, Leite GR. Efeito da estratégia de simulação mental sobre o controle postural: Simulação mental e equilíbrio. *Rev Bras Psiquiatria* 2003, 25(1): 33-35.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Controle Motor: teoria e aplicações práticas* 2003 2.ed. Barueri: Manole.
- Lundy-Ekman L.. *Neurociência : fundamentos para a reabilitação* 2008, 3.ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Martimbianco ALC et al. Effects of proprioception in the rehabilitation process of hip fractures. *Acta Ortop Bras* 2008, 16(2): 112-116.
- Laurens J et al Visual contribution to postural stability: Interaction between target fixation or tracking and static or dynamic large-field stimulus *Gait & Posture* 2010, 31(1): 37-41.
- Blanks RHI et al. Postural Adjustments Produced by Moving Visual (Horizontal Optokinetic) Patterns. *J Am A Audiology* 1996, 7(1): 39-48.
- Barbieri FA et al. Aspectos da corrida de aproximação entre o chute realizado com o membro dominante e não dominante. *Motric* 2006 2(2): 80-90.
- Lucareli, PRG et al Kinematic movement analysis of change from quadrupedalism to bipedalism *Einstein* 2008, 6(2): 282-286.
- Kadaba MP, Ramakrishnan HK, WOOTTEN ME Measurement of lower extremity kinematics during level walking *Journal of Orthopaedic Research* 1990, 8(4): 383-392.
- Davis RB et al. A gait analysis data collection and reduction technique. *Human Movement Science* 1991, 10(5): 575-587.
- Barela JA Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. *Rev Paul Ed Fís* 2000, 8(1): 79-88.
- Lakin M, et al Human balancing of an inverted pendulum with a compliant. *J Physiol* 2003 27: 357-370.

13. – Lakie M, Loran, Ian D Manually controlled human balancing using visual J. *Physiol* 2006, 577: 403-416.
14. - Sanchez, HM et al Avaliação Postural de Indivíduos Portadores de Deficiência Visual através da Biofotogrametria computadorizada *Fisioterapia em Movimento* 2008, 21(2): 11-20.
15. Paulus WM, Straube A, Brant T Visual stabilization of posture: physiological stimulus characteristics and clinical aspects *Journal of neurology* 1984, 107: 1143-1163.
16. Ravaioli E et al Nonlinear postural control in response to visual translation. *Exp Brain Res* 2005, 160(4): 450-459.
17. Perrin P et al. Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait And Posture* 2002, 15(2): 187-194.
18. Aquino CF et al. Mecanismos neuromusculares de controle da estabilidade articular. *Rev Bras Ciência e Movimento* 2004, 24(2): 35-42.
19. Costa RMCL, Goroso DG, Lopes JAF. Estabilidade postural de adultos jovens na privação momentânea da visão. *Acta Fisiatria* 2009, 1(16):19-24.