

ANÁLISE DA ESTABILIDADE POSTURAL DE ADULTOS JOVENS NA PRESENÇA E AUSÊNCIA MOMENTÂNEA DA VISÃO.

DENISE CRISTINA SILVA CATAI *, JORDANA LILIAM STEFANELLO**, SIMONE MASSANEIRO SILVA* E ELISANGELA FERRETTI MANFFRA***

*Mestrado em Tecnologia em Saúde/Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil

**Fisioterapeuta/Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil

*** Professora do Mestrado em Tecnologia em Saúde/
Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Brasil
e-mail: denicrisilva@yahoo.com.br

Introdução

O homem utiliza todas as informações sensoriais provenientes de seus órgãos sensoriais para se manter em equilíbrio, e a ausência de qualquer uma das informações sensoriais pode alterar o controle do seu equilíbrio (CASTRO et al., 2009, p. 180). Sabe-se que a visão é uma destas fontes sensoriais, e é de fundamental importância para o controle do sistema postural, pois fornece informações do ambiente, da direção e velocidade dos movimentos corporais em relação ao próprio ambiente (TEIXEIRA et al., 2007, p. 637). E, embora o equilíbrio seja uma atividade natural, deve-se atentar para possíveis desequilíbrios que possam prejudicar a execução das atividades de vida diária.

Na postura ereta semi-estática o corpo humano demonstra pequenos movimentos oscilatórios. A força da gravidade desafia o corpo humano a manter a estabilidade do centro de gravidade (CG) sobre uma pequena área limitada pelos pés, chamada base de sustentação. O corpo é considerado em equilíbrio estável quando a vertical traçada a partir de seu CG cair na base de sustentação (FREITAS, 2003, p. 17).

A maneira mais comum de se estudar o sistema de controle postural é observar a oscilação corporal (DUARTE, 2000, p. 12). Nesse sistema existem dois parâmetros a serem considerados, um envolvendo a orientação postural, ou seja, a manutenção da posição dos segmentos corporais em relação aos próprios segmentos e ao meio ambiente, e o outro, o equilíbrio postural, representado por relações entre as forças que agem sobre o corpo na busca de um equilíbrio corporal durante as ações motoras (FREITAS; DUARTE, 2006, p. 1).

A avaliação do equilíbrio e instabilidade postural pode ser realizada por meio da plataforma de força, que consiste em uma placa sob a qual alguns sensores de força estão arranjados para medir os três componentes da força, F_x , F_y e F_z , e os três componentes do momento de força, M_x , M_y e M_z (DUARTE, 2000, p. 41). O centro de pressão (CP) é o ponto de aplicação da resultante das forças verticais agindo sobre a superfície de suporte, sendo uma medida de deslocamento dependente do CG do corpo. Enquanto a oscilação do CG representa um balanço corporal, a oscilação do CP indica uma resposta neuromuscular à variação do CG (FREITAS; DUARTE, 2006, p. 1).

Desta maneira o objetivo deste trabalho foi analisar a influência da privação momentânea de visão sobre o equilíbrio postural ortostático de jovens saudáveis, com base na oscilação do centro de pressão.

Materiais e Métodos

Participaram deste estudo 4 sujeitos jovens e saudáveis, sendo 1 do sexo masculino e 3 do sexo feminino com média de idades de $24 \pm 3,4$ anos, peso corporal $666,97 \pm 104,18$ N e estatura $1,68 \pm 0,07$ m, sem qualquer histórico de problemas músculo-esqueléticos e sem problemas vestibulares (tonturas, labirintites, vertigens). Os sujeitos selecionados estavam matriculados no Programa de Mestrado em Tecnologia em Saúde da Pontifícia Universidade

Católica do Paraná – PUCPR.

O instrumento utilizado para coleta de dados foi uma Plataforma de Força Biomecânica *AMTI (Advanced Mechanical Technologies, Inc.)*, modelo OR6-7. Na Figura 1 é representada uma plataforma de força com seus respectivos eixos de medida. Este instrumento permite a aquisição de dados estabilográficos em posição ereta estática ou dinâmica. No presente estudo, a plataforma foi utilizada para análise estática e, portanto, montada de acordo com seu manual de normas técnicas e posicionada no centro da sala do Laboratório de Engenharia de Reabilitação (LER) da PUCPR em uma superfície plana e adequadamente nivelada.

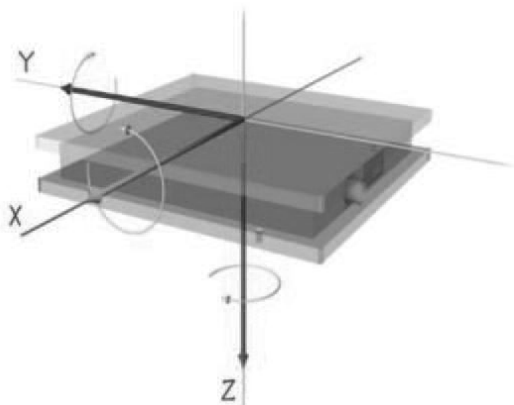


Figura 1 - Representação de uma plataforma de força e eixos de medida (FREITAS; DUARTE, 2006).

Antes de iniciar a coleta de dados, foram mensurados a estatura e o peso corporal de cada um dos sujeitos. No momento da coleta de dados os indivíduos encontravam-se com vestimentas de acordo com a estação do ano, descalços, porém todos usavam meias um dos sujeitos permaneceu com óculos de grau de uso habitual.

Os dados foram coletados em duas condições: condição 1 - olhos abertos e condição 2 - olhos fechados. Na condição 1, os sujeitos foram orientados a manter o olhar fixo em um ponto demarcado a um metro de distância do campo visual na altura dos olhos medidos de acordo com cada sujeito, segundo recomendações de Freitas e Duarte (2006, p. 6). Na condição 2, os sujeitos permaneceram sobre a plataforma de força com os olhos fechados. Foram executadas 3 repetições para cada condição, totalizando 6 repetições para cada sujeito, e o tempo de sinal da coleta foi de 60 segundos em cada tentativa.

Todos receberam instruções para manter uma postura ereta o mais estável possível, permanecendo em todas as condições analisadas em apoio bipodal sobre a plataforma, estando os pés em posição confortável, porém respeitando o limite da linha de largura do quadril e com os braços ao longo do corpo.

Os sinais brutos da Plataforma de Força foram captados e pré-processados pelo software de aquisição *NetForce – AMTI (Versão 2.2.1)*, onde foram obtidos as forças de reação do solo por meio das três componentes de força (F_x , F_y e F_z) e das três componentes do momento de força (M_x , M_y e M_z) ao longo dos eixos X, Y e Z nas direções antero-posterior (a-p), médio-lateral (m-l) e vertical, respectivamente. A frequência de aquisição dos dados cinéticos da plataforma foi de 100 Hz.

Os dados foram processados por um programa desenvolvido em ambiente Matlab, onde foram calculadas as seguintes variáveis propostas por Freitas e Duarte [6]: as coordenadas do CP nas direções a-p (Equação 1) e m-l (Equação 2); a trajetória do CP que expressa o comprimento da trajetória do CP sobre a base de suporte (Equação 3); a amplitude de deslocamento do CP que representa a distancia entre o deslocamento máximo e mínimo do CP em cada direção, ou seja, CP_{a-p} (Equação 4) e do CP_{m-l} (Equação 5); a velocidade média (VM) do CP_{a-p} (Equação 6) e do CP_{m-l} (Equação 7); e, a velocidade média total que é calculada pela trajetória dos deslocamentos do centro de pressão em ambas as direções dividida pelo tempo

total da tentativa (Equação 8).

$$CP_{a-p} = \frac{-h \cdot F_y - M_x}{F_z} \quad (1)$$

$$CP_{m-l} = \frac{-h \cdot F_y - M_x}{F_z} \quad (2)$$

$$Trajetória_{CP} = \sum \sqrt{CP_{a-p}^2 + CP_{m-l}^2} \quad (3)$$

$$ACP_{a-p} = \max(CP_{a-p}) - \min(CP_{a-p}) \quad (4)$$

$$ACP_{m-l} = \max(CP_{m-l}) - \min(CP_{m-l}) \quad (5)$$

$$VM_{CP_{a-p}} = \sum |CP_{a-p}| \cdot \frac{\text{Frequência}}{n^{\circ} \text{ de amostras}} \quad (6)$$

$$VM_{CP_{m-l}} = \sum |CP_{m-l}| \cdot \frac{\text{Frequência}}{n^{\circ} \text{ de amostras}} \quad (7)$$

$$VM_{total} = \sum \sqrt{CP_{a-p}^2 + CP_{m-l}^2} \cdot \frac{\text{Frequência}}{n^{\circ} \text{ de amostras}} \quad (8)$$

Posteriormente utilizou-se também o *software* Excel para análise estatística e plotagem dos resultados.

Resultados

A Figura 2 apresenta os resultados das trajetórias dos CP com seus respectivos desvios padrões obtidos para os 4 sujeitos analisados, na condição de olhos abertos e fechados, bem como o valor médio de tais sujeitos.

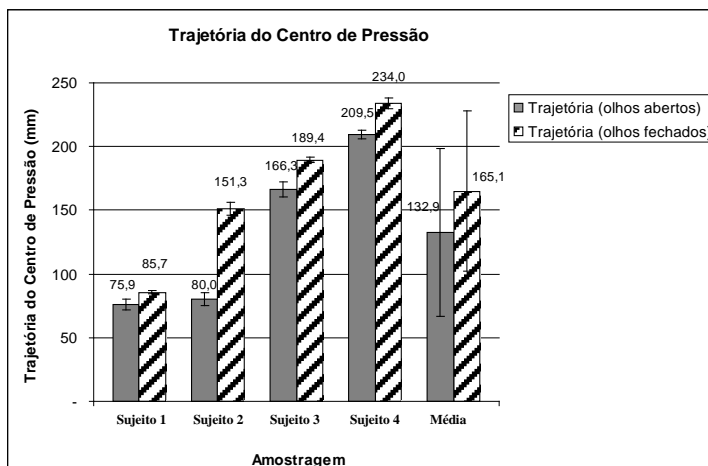


Figura 2 - Trajetórias dos centros de pressão com seus respectivos desvios padrões

A Figura 3 apresenta os resultados das amplitudes de deslocamento do CP_{m-l} com seus respectivos desvios padrões obtidos para os 4 sujeitos analisados, na condição de olhos fechados e abertos, bem como o valor médio de tais valores em ambas as condições. Já na Figura 4 são apresentados os valores de amplitude de deslocamento do CP_{a-p} .

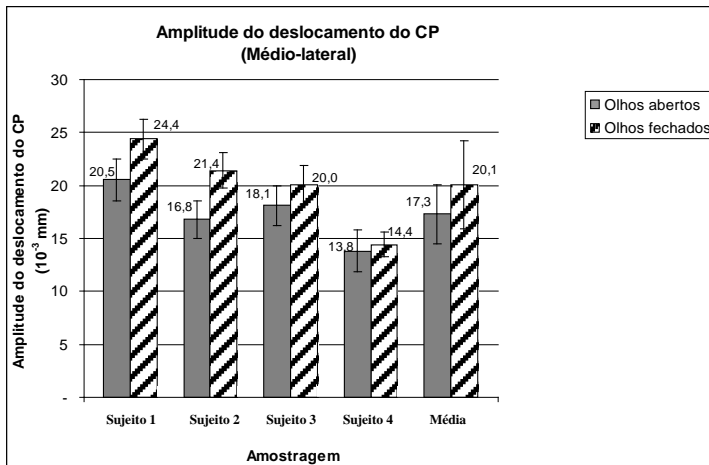


Figura 3 - Amplitudes de deslocamento do CP_{m-l} com seus respectivos desvios padrões

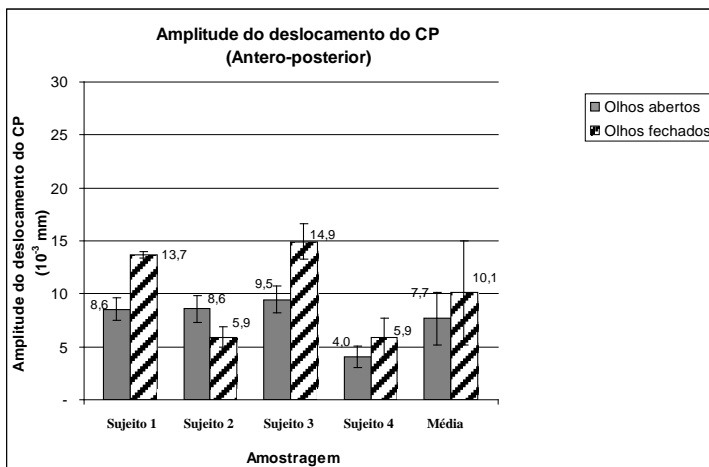


Figura 4 - Amplitudes de deslocamento do CP_{a-p} com seus respectivos desvios padrões

A Figura 5 apresenta os resultados das velocidades médias de deslocamento do CP_{m-l} com seus respectivos desvios padrões obtidos para os 4 sujeitos analisados, na condição de olhos abertos e fechados, bem como o valor médio de tais valores em ambas as condições. Já na Figura 6 são apresentados os valores de amplitude de deslocamento do CP_{a-p}.

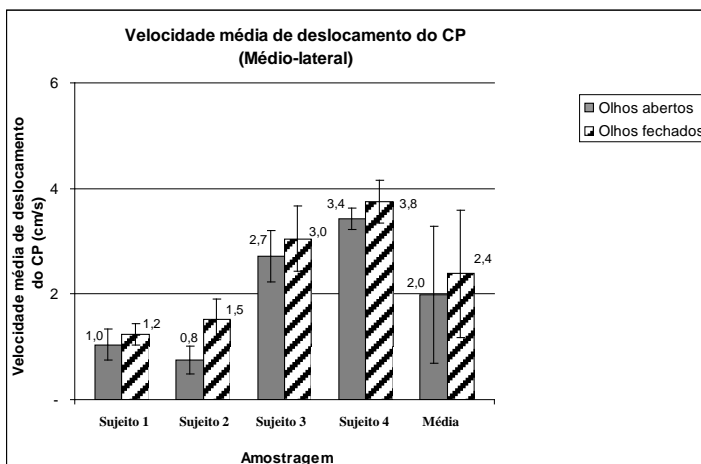


Figura 5 – Velocidade média de deslocamento do CP_{m-l} com seus respectivos desvios padrões

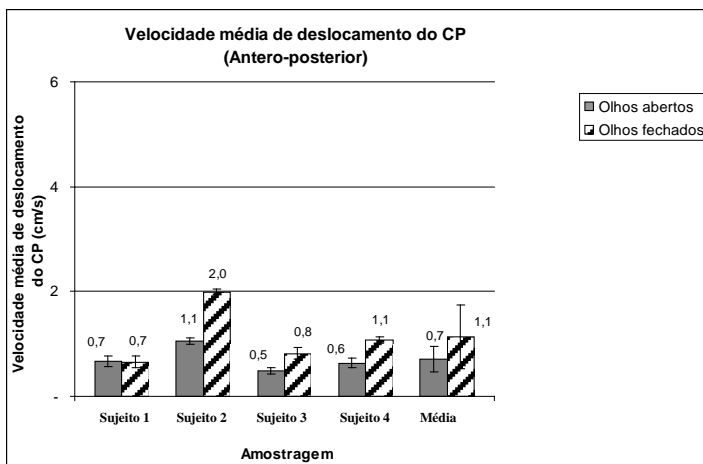


Figura 6 – Velocidade média de deslocamento do CP_{a-p} com seus respectivos desvios padrões

Já na figura 7 é apresentada a velocidade média total de deslocamento do CP obtida para cada sujeito, nas condições de olhos abertos e fechados, com seus respectivos desvios padrões, bem como a média dos valores obtidos nas duas condições testadas.

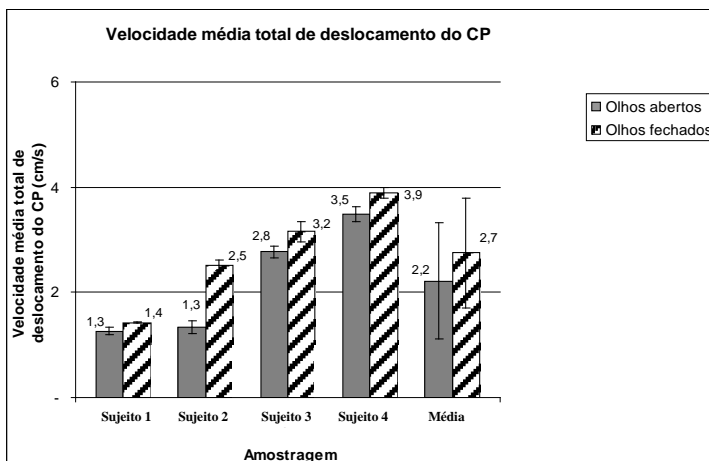


Figura 7 - Velocidades médias totais de deslocamento do CP com seus desvios padrões

Discussão

Na condição 2, na qual os sujeitos estavam de olhos fechados, observa-se que os valores médios obtidos em todas as variáveis analisadas (trajetórias do CP, amplitudes de deslocamento a-p e m-l, velocidades médias a-p e m-l, e velocidades médias totais) foram maiores, quando comparadas com a condição 1, na qual os sujeitos estavam com olhos abertos. De uma forma geral, pode-se verificar na condição 2 (olhos fechados), maiores valores de oscilações das variáveis medidas, demonstrando uma menor estabilização do indivíduos que na condição de olhos abertos.

Estes resultados supracitados podem ser explicados pela tendência da força de acoplamento entre informação visual e oscilação postural e a influência das alterações contínuas da informação visual nas oscilações posturais (FREITAS, 2003, p. 17).

O sujeito 4 fez a maior trajetória do CP, com as menores amplitudes de deslocamento a-p e m-l, mas com a maior velocidade média total, quando comparado com os outros sujeitos. Já o sujeito 1 fez a menor trajetória do CP, com a maior amplitude de deslocamento m-l, e com a segunda maior amplitude de deslocamento a-p, mas com a menor velocidade média total, quando comparado com os outros sujeitos. Observa-se aqui a existência de uma correlação, ou seja, quanto maior for a trajetória, maior será a velocidade média total, e menor será a

amplitude de deslocamento, e vice versa. Se a trajetória do CP foi maior o sujeito poderia ter feito amplitude de deslocamento maior com velocidade de deslocamento menor, ou amplitude de deslocamento menor com velocidade de deslocamento maior, sendo esta última a estratégia escolhida pelo sujeito citado.

O sujeito 2 obteve as maiores diferenças entre as condições olhos abertos e fechados, quando comparado com os outros sujeitos, e que foram observadas nas seguintes variáveis: trajetória do CP, amplitude de deslocamento m-l, velocidade média de deslocamento AP e m-l, e na velocidade média total. Acredita-se que isso se deva ao fato do sujeito ter o hábito de dançar com freqüência. No estudo de Perrin et al. (2002, p. 188) os resultados mostraram que dançarinas de *ballet* clássico dependem mais da entrada visual para a regulação da postura.

O sujeito 2 foi o único que teve uma maior amplitude de deslocamento a-p com os olhos abertos, ao contrário dos outros que obtiveram uma maior amplitude de deslocamento com os olhos fechados. Isso pode ter acontecido porque com os olhos fechados o sujeito se manteve mais rígido. O que explicaria também o fato de o sujeito 1 ter sido o único a ter a mesma medida de velocidade média a-p nas 2 condições, olhos abertos e fechados.

Estudos demonstram que a manutenção postural está em constante adaptação e que a orientação postural está relacionada a uma estabilidade entre o indivíduo e o meio externo, utilizando continuamente informações sensoriais e ação motora pelo sistema de controle postural (BARELA, 2000, p. 1; CAMPELO et al., 2000, p. 2). Desta forma, as alterações nas variáveis analisadas demonstram a relação existente entre a privação da visão e o controle postural dos indivíduos avaliados.

Conclusão

O sistema visual apresentou uma contribuição importante no controle postural, uma vez que a privação da visão causou alterações imediatas na trajetória, deslocamento e velocidade de deslocamento do CP, o que permitiu concluir que a visão participa ativamente do ajuste fino da estabilidade e do equilíbrio.

Agradecimentos

A CAPES pela bolsa de estudo científica concedida.

Referências

BARELA, José A. Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, supl. 3, p. 79-88, 2000. Disponível em: <<http://citrus.uspnet.usp.br/eef/uploads/arquivo/v14%20supl3%20artigo9.pdf>>. Acesso em: 17 maio. 2010.

CAMPELO, T. S. et al. Postura e equilíbrio postural: um estudo das relações existentes. **Revista Paulista de Educação Física**, v.14, n.1, p.55-64, 2000. Disponível em: <<http://portalsaudebrasil.com/artigospsb/vest032.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2010.

CASTRO, P. C. G. et al. A Quantificação do trabalho mecânico como recurso de avaliação do controle postural. **Revista Acta Fisiátrica**, v.16, n.4, p. 179–185, 2009. Disponível em: <[http://actafisiatrica.org.br/v1/controle/secure/Arquivos/AnexosArtigos/FE51510C80BFD6E5D78A164CD5B1F688/ACTA%20FISIATR%202009_16\(4\)_179%20-185.pdf](http://actafisiatrica.org.br/v1/controle/secure/Arquivos/AnexosArtigos/FE51510C80BFD6E5D78A164CD5B1F688/ACTA%20FISIATR%202009_16(4)_179%20-185.pdf)>. Acesso em: 17 maio 2010.

DUARTE, Marcos. Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática. **Tese de Livre Docência**. Escola de Educação Física e Esporte Universidade de São Paulo, USP, São Paulo. 87 p., 2000. Disponível em: <<http://portalsaudebrasil.com/artigospsb/vest013.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2010.

TEIXEIRA, C. S. et al. Utilização da visão para a manutenção do equilíbrio estático em jovens. **The FIEP Bulletin**, vol.77, p. 636-639, 2007.

FREITAS Júnior, P. B. Características comportamentais de controle postural de jovens adultos e idosos. **Dissertação** (Mestrado em Ciências da Motricidade). Universidade Estadual Paulista, UNESP, Rio Claro, 2003. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/ib/efisica/lem/pdf/dissertacao_paulo.pdf>. Acesso em: 17 maio 2010.

FREITAS, S. M. S. F.; DUARTE, M. Métodos de análise do controle postural. **Laboratório de Biofísica**, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://demotu.org/pubs/Estabilografia.pdf>>. Acesso em: 17 maio 2010.

PERRIN, P. et al. Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. **Gait and Posture**, p. 15, 2002. Disponível em: <[http://www.gaitposture.com/article/S0966-6362\(01\)00149-7/abstract](http://www.gaitposture.com/article/S0966-6362(01)00149-7/abstract)>. Acesso em: 20 maio 2010.

Denise Cristina Silva Catai
Rua Francisco Dallalibera, 624 – CEP: 80230-901
Curitiba – PR – Brasil – Tel.: 41 – 92110155
E-mail: denicrisilva@yahoo.com.br