

ANÁLISE DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO ATRAVÉS DO CYBEX REACTOR® EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS

Denise Reis Cleto Campos, Guilherme de Freitas Batista, Débora Daisy da Silva, Daniella Galvão Barbosa Goulart

Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP)/ Curso de Fisioterapia - Faculdade de Ciências da Saúde, Av. Shishima Hifumi, 2911 – Urbanova – São José dos Campos –SP - Fone: +55 12 3947 1086, Fax: +55 12 3947 1015, de_cleto@hotmail.com, gbatista75@yahoo.com.br.

Resumo- Equilíbrio é um fenômeno dinâmico que envolve estabilidade e mobilidade, sendo necessário para manter uma posição no espaço ou mover-se de modo controlado e coordenado. Este trabalho teve como objetivo analisar o equilíbrio estático através do Cybex Reactor® em diferentes bases de sustentação em indivíduos saudáveis. Foram voluntários do presente estudo 25 homens e 25 mulheres com idade entre 18 a 35 anos. Utilizaram-se os seguintes protocolos do equipamento Cybex Reactor®: Parkinson's PP1 (*Stability anterior/posterior*), Parkinson's PM (*Stability left*). O parâmetro índice de estabilidade foi avaliado em cada protocolo. Em relação ao índice de estabilidade entre as bases de sustentação na largura do quadril e base alargada para o grupo dos homens e mulheres, verificou-se uma diferença estatisticamente significativa ($p=0,0001$ para homens e $p=0,0015$ para mulheres) onde o índice foi menor na base na largura do quadril, ou seja, permanecendo mais estável. Os resultados deste estudo nas condições experimentais utilizadas sugerem que os indivíduos do sexo masculino e feminino em uma base de sustentação na largura do quadril apresentam maior estabilidade quando comparado a uma base de sustentação alargada.

Palavras-chave: Equilíbrio, Base de sustentação, Cybex Reactor®.

Área do Conhecimento: Fisioterapia.

Introdução

Equilíbrio é definido como o processo que mantém o centro de gravidade dentro da base de apoio, definida pela área da base dos pés durante a postura ereta estática, e exige constantes ajustes que são fornecidas pela atividade muscular e posicionamento articular. Manter o equilíbrio postural requer detecção sensorial dos movimentos do corpo, a integração das informações sensorio-motora para o sistema nervoso central e uma adequada resposta motora (GREVE et al., 2007; DUARTE, 2000).

Uma das principais, senão a principal postura adotada no nosso cotidiano é a postura em pé. Manter o equilíbrio do corpo nessa postura é tão importante e tão complexo quanto controlar os movimentos de segmentos corporais isolados, já que o equilíbrio é um requisito essencial para o desenvolvimento de outras capacidades e para a vida diária do ser humano (WIECZOREK, 2003; BANKOFF et al., 2006).

A manutenção do equilíbrio depende da integridade dos elementos anatômicos e funcionais que compreendem o aparelho vestibular, a visão, os centros nervosos, o sistema proprioceptivo e o sistema musculoesquelético. Essa manutenção se faz basicamente pelo arquitecabelo e pela zona medial (vérmis), promovendo a contração dos

músculos axiais e proximais dos membros mantendo o equilíbrio e a postura normal. O controle muscular e manutenção do equilíbrio dinâmico envolvem a atividade cinética coordenada de cadeias musculares (BARAÚNA et al., 2006; GREVE et al., 2007; GUYTON; HALL, 1998; MACHADO, 2000).

O Cybex Reactor® é um sistema de movimento interativo que mensura e treina a estabilidade, o equilíbrio, a coordenação, o tempo de reação, a velocidade e a habilidade de movimento, através de uma seqüência de movimentos que podem ser lentos ou rápidos, estáticos ou dinâmicos, planejados ou aleatórios e simples ou complexos (MANUAL DO REACTOR, 1998). Com isso, o presente estudo teve como objetivo analisar o equilíbrio estático em diferentes bases de sustentação em indivíduos do sexo feminino e masculino através do Cybex Reactor®.

Material e Métodos

O estudo foi aceito pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Paraíba sob o protocolo H001/CEP/2009. Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento autorizando sua participação.

Foram analisados 25 indivíduos, do sexo masculino, com idade média 23 ± 32 anos e 25

indivíduos, do sexo feminino com idade média 23 ± 12 anos. Como critérios de inclusão foram adotados indivíduos: saudáveis, com ausência de lesões osteomioarticulares, com idades entre 18 e 35 anos e com IMC (Índice de Massa Corpórea) dentro da normalidade. Foram excluídos indivíduos que apresentaram lesões osteomioarticulares, obesos e atletas.

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Biodinâmica da Faculdade de Ciências da Saúde (FCS) na Universidade do Vale do Paraíba.

O equipamento utilizado para a avaliação foi o Cybex Reactor® constituído de uma plataforma de borracha (2,60m x 3,56m), dotada de oito círculos sensíveis à pressão dos pés. A plataforma possui um microcomputador Pentium 100 ligado a um monitor, que serve de feedback visual para o indivíduo que está realizando a avaliação, pois através deste monitor o mesmo realizará as tarefas solicitadas. Os protocolos aos quais os voluntários foram submetidos são: Parkinson's PP1 (*Stability anterior/posterior*) e Parkinson's PM (*Stability left*). Os indivíduos foram instruídos a permanecer em posição ortostática e estável sobre duas plataformas (*Stability anterior/posterior*) conforme a Figura 1, de frente para o monitor, aguardando a apresentação do sinal, devendo permanecer o mais estável possível. Posteriormente foram instruídos a se manter também em posição ortostática e estável sobre uma única plataforma (*Stability left*) em base de sustentação na largura do quadril seguindo o mesmo procedimento.



Figura 1- Indivíduo realizando o protocolo Parkinson's PP1 (*Stability anterior/ posterior*) no equipamento Cybex Reactor®.

O parâmetro índice de estabilidade foi avaliado três vezes em cada protocolo. Posteriormente realizou-se a média para cada indivíduo.

Nos resultados os dados são apresentados sob a forma de médias \pm desvio padrão. Para

efeito das comparações foram utilizados os testes estatísticos ANOVA e *t-student* com auxílio do software estatístico INSTAT 3.0 (GraphPad Softwares Inc., San Diego, CA, USA) com nível de significância estabelecido para as análises de $p < 0,05$.

Resultados

O índice de estabilidade avaliado entre os voluntários deste presente estudo pode ser mostrado na Tabela 1.

Observa-se na Tabela 1, que no protocolo Parkinson's PM (*Stability left*) o índice de estabilidade apresentou-se menor (mulheres: $0,40 \pm 0,48$ e homens: $0,53 \pm 0,27$) em relação ao protocolo Parkinson's PP1 (*Stability anterior/posterior*) (mulheres: $0,91 \pm 0,62$ e homens: $1,39 \pm 0,50$). Esta diferença foi estatisticamente significativa para mulheres e homens ($p=0,0015$ e $p=0,0001$, respectivamente).

Tabela 1- Valores em média e desvio padrão dos dados das mulheres (n=25) e homens (n=25) após análise do equilíbrio no Cybex Reactor®.

Protocolos	Índice de estabilidade Mulheres	Índice de estabilidade Homens
Parkinson's PP1 (<i>Stability anterior/posterior</i>)	$0,91 \pm 0,62^{*o}$	$1,39 \pm 0,50^{#o}$
Parkinson's PM (<i>Stability left</i>)	$0,40 \pm 0,48^{*}\blacktriangleright$	$0,53 \pm 0,27^{#}\blacktriangleright$

* valor de $p=0,0015$ para a comparação entre os dois protocolos para as mulheres.

valor de $p=0,0001$ para a comparação entre os dois protocolos para os homens.

o valor de $p=0,0028$ para a comparação entre homens e mulheres para o protocolo *Stability anterior/ posterior*.

▶ valor de $p=0,1528$ para a comparação entre homens e mulheres para o protocolo *Stability left*.

Ao comparar o índice de estabilidade entre mulheres e homens para o protocolo Parkinson's PM (*Stability left*) não foi encontrada diferença estatisticamente significativa ($p=0,1528$), porém ao comparar o índice de estabilidade do protocolo Parkinson's PP1 (*Stability anterior/ posterior*) houve diferença estatisticamente significativa ($p=0,0028$).

Discussão

Não foram encontrados artigos correlacionados às palavras chaves: Equilíbrio, Base de sustentação e Cybex Reactor® nas bases de dados Scielo, Lilacs, Medline e PubMed no período de 1990 a 2010.

O equilíbrio é um processo que mantém o centro de gravidade dentro da base de sustentação. O equilíbrio estático ocorre quando a somatória das forças que agem sobre o sistema é igual zero. No ser humano esse equilíbrio é difícil de ser mantido, já que ocorrem oscilações constantes mesmo quando uma pessoa procura manter-se em pé o mais estável possível. Essas oscilações são resultantes da dificuldade em manter os segmentos corporais alinhados entre si sobre uma base de suporte restrita, pois o sistema muscular produz forças que variam ao longo do tempo. Somado a isso, há diversos fatores fisiológicos e antropométricos que influem constantemente na posição ortostática. É importante ressaltar que no equilíbrio estático, a base de suporte se mantém fixa enquanto o centro de massa corporal se movimenta. (GREVE et al., 2007; WOOLLACOTT; TANG, 1997; SMITH et al., 1997; ENOKA, 2000; BARELA, 2000; OLIVEIRA; IMBIRIBA; GARCIA, 2000; REBELATTO et al., 2008).

Duarte (2000) reportou que o equilíbrio é influenciado pela manipulação da base de apoio. Essa informação vai de encontro aos nossos resultados, onde o índice de estabilidade apresentou diferenças de acordo com a base de suporte apresentada.

No presente estudo, verificou-se que os indivíduos na posição ortostática apresentaram oscilações nas duas bases de suporte analisadas, porém quando colocados em uma base de sustentação na largura do quadril o índice de estabilidade foi menor para todos os indivíduos. Isto pode ser explicado pelo fato do nosso corpo permanecer em ortostatismo fisiologicamente com uma base de suporte da largura do nosso quadril.

Ao analisar o índice de estabilidade entre mulheres e homens no protocolo que utilizou a base na largura do quadril não apresentou diferença estatística, porém no protocolo que utilizou a base alargada houve diferença significativa, onde as mulheres oscilaram menos que os homens.

Mann et al. (2008) observaram um melhor equilíbrio corporal estático (estabilidade) na base de apoio com afastamento anterior de um dos pés, seguida da posição com os pés na largura do quadril e, posteriormente a posição com os pés juntos.

Assim como a posição com os pés juntos, a posição com a base alargada requer maiores ajustes do sistema proprioceptivo, musculoesquelético e nervoso, onde as oscilações são mais freqüentes, demonstradas pelo aumento do valor do índice de estabilidade em nossa pesquisa.

Essas oscilações se dão tanto no sentido ântero-posterior, como lateral, porém, segundo Clapp e Wing (1999) os valores superiores nas oscilações bipodálicas ântero-posteriores são tipicamente duas vezes mais freqüentes do que nas oscilações laterais, sugerindo uma estabilidade lateral.

Segundo Winter et al. (1996) quando os membros inferiores são posicionados paralelamente na largura do quadril, os músculos adutores/abdutores do quadril e os músculos do tornozelo são responsáveis pelo controle postural na direção médio-lateral e ântero-posterior, consecutivamente.

Existem poucos estudos relatando a utilização do Cybex Reactor® na análise do equilíbrio corporal, pois é normalmente utilizada para fins clínicos, podendo explicar assim a inexistência de artigos científicos sobre o assunto. No entanto, se mostra uma excelente metodologia para avaliar o equilíbrio, pois a tecnologia central do Reactor® é um transdutor de força patenteado que detecta pressões nas plataformas quando impactadas por uma força externa, captando até mesmo as pressões mais sutis na superfície da plataforma (MANUAL DO REACTOR, 1998). Porém, uma de suas limitações é não determinar o sentido da oscilação, como permite o baropodômetro eletrônico.

Conclusão

Os resultados deste estudo nas condições experimentais utilizadas sugerem que os indivíduos do sexo masculino e feminino em uma base de sustentação na largura do quadril apresentam maior estabilidade quando comparado a uma base de sustentação alargada.

Referências

- BANKOFF, A.D.P.; CIOL, P.; ZAMAI, C.A.; SCHMIDT, A.; BARROS, D.D. Análise do equilíbrio corporal estático através de um baropodômetro eletrônico. **Revista Conexões**, v.4, n.2, p.19-30, 2006.
- BARAÚNA, M.A.; DUARTE, F.; SANCHEZ, H.M.; CANTO, R.S.T.; MALUSÁ, S. et.al. Avaliação do equilíbrio estático em indivíduos amputados de membros inferiores através da biofotogrametria computadorizada. **Revista**

Brasileira de Fisioterapia, v.10, n.1, p.83-90, 2006.

- BARELA, J.A. Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. **Revista Paulista de Educação Física**. supl. 3, 79-88, 2000.

- CLAPP, S.; WING, A.M. Light touch contribution to balance in normal bipedal stance. **Experimental Brain Research**, v.125, p.521-524, 1999.

- DUARTE, M. Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática, 2000. 87f. Tese (Concurso de livre Docência na área de Biomecânica, junto ao Departamento de Biodinâmica do Movimento do Carpo Humano) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

- ENOKA, R. M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. 2. ed., São Paulo: Manole, 2000.

- GREVE J.; ALONSO A.; BORDINI A.C.P.G.; CAMANHO, G.L. Correlation between body mass index and postural balance. **Clinics**, v.62, n.6, p.717-20, 2007.

- GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Fisiologia humana e mecanismos das doenças**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

- MACHADO, A. B.M. **Neuroanatomia funcional**. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2000.

- MANN, L.; KLEINPAUL, F.; TEIXEIRA, C.S.; LOPES, L.F.D.; MOTA, C.B. A utilização de diferentes bases de apoio com e sem informação visual na manutenção do equilíbrio corporal de idosas. **Acta ORL**, v.26, n.4, p.209-259, 2008.

- Manual do Cybex REACTOR Movement System, 1998.

- OLIVEIRA, L.F.; IMBIRIBA, L.A.; GARCIA, M.A.C. Índice de estabilidade para avaliação do equilíbrio postural. **Revista Brasileira de Biomecânica**, v.1, n.1, p.33-38, 2000.

- REBELATTO, J.R.; CASTRO, A.P.; SAKO, F.K.; AURICHIO, T.R. Equilíbrio estático e dinâmico em indivíduos senescentes e o índice de massa corporal. **Fisioterapia em Movimento**, v.21, n.3, p.69-75, 2008.

- SMITH, L.K et al. **Cinesiologia Clínica**. 5. ed. São Paulo: Manole, 1997.

- WIECZOREK S.A. Equilíbrio em adultos e idosos: Relação entre tempo de movimento e acurácia durante movimentos voluntários na postura em pé, 2003. 96 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

-WINTER, D.A.; PRINCE, F.; FRANK, J.S.; POWELL, C.; ZABJEK, K.F. Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. **Journal of Neurophysiology**, v.75, p.2334-2343, 1996.

- WOOLLACOTT, M.H.; TANG, P. Balance control during walking in the older adult: research and its implications. **Physical Therapy**, v.77, n.6, p.646-660, 1997.