

Eficiência da estabilometria e baropodometria estática na avaliação do equilíbrio em pacientes vestibulopatas

Efficiency of stabilometry and static baropodometry in the assessment of balance in patients with vestibular disorders

*Ana Paula Fernandes De Angelis Rubira^a, Maria do Socorro Echalar Martins^a, Cariel Benedita da Silva DentF,
Naiara Guiurizzato Gerlinf, Carlos Tomaz^b, Marcelo Custódio Rubira^c*

RESUMO

Objetivo: O estudo avaliou a eficiência da estabilometria e baropodometria estática na avaliação do equilíbrio em sujeitos normais e vestibulopatas. **Métodos:** Participaram do estudo 52 voluntários, ambos os gêneros, com idade média de 50 ± 10 anos, IMC abaixo de 25 kg/m^2 , sem distúrbios osteoarticular, sensório-motor e deficiência visual. Após diagnóstico de vestibulopatia pela vecto-eletronistagmografia (VENG), foram divididos em dois grupos: 26 voluntárias normais (GN) e 26 vestibulopatas (GV). O exame de estabilometria com olhos abertos e fechados e à baropodometria estática foi realizado durante 1 minuto em repouso na posição em pé. **Resultados:** A velocidade média de oscilação em milímetros por segundos (mm/s), deslocamento Antero/Posterior (A/P) em mm/s e o deslocamento Latero-Lateral (L/L) em mm/s, com olhos fechados, na estabilometria, apresentou diferença estatística significativa, $p < 0,05$, entre os grupos. A descarga de peso e distribuição de carga, na baropodometria estática, não apresentou diferença estatística significativa com relação à base de apoio. **Conclusão:** A estabilometria e baropodometria estática foram eficientes na avaliação de pacientes vestibulopatas identificando diferenças no equilíbrio estático, deslocamento A/P e L/L, com a mesma descarga e distribuição de peso na base de apoio.

Palavras-chave: Estabilometria, Baropodometria, Vestibulopatas, Equilíbrio, Descarga de peso

^a Laboratório de Fisiologia, Departamento de Fisioterapia, Faculdade São Lucas –FSL Porto Velho-RO

^b Departamento de Ciências Fisiológicas, Instituto de Biologia, Universidade de Brasília, DF.

^c Fisioterapeutas graduadas pela Faculdade São Lucas- FSL Porto Velho-RO

Correspondência: Prof. Dr. Marcelo Custódio Rubira - Departamento de Fisioterapia - Laboratório de Fisiologia, Faculdade São Lucas - Porto Velho -Rua Alexandre Guimarães, 1927, Bairro Areal - Cep 76804-373, Porto Velho - RO - e-mail: rubiramc@terra.com.br - Tel. +55 (69) 3211-8022/ 3211-8027

ABSTRACT

Objective: The study evaluated the estabilometry and static baropodometry efficiency in the balance evaluation in volunteers with and without vestibular disorders. Method: Fifty two both gender volunteers participated of this study between 40 and 60 years, BMI below 25 kg/m², without osteoarticular, sensorial and motor disturbances and without visual deficiency. The volunteers were divided in two groups after vestibulophaty diagnosis for the vecto-electronystagmography (VENG): group NG comprising 26 normal volunteers (without vestibular disorders) and the group VDG comprising 26 vestibular disorders volunteers. The stabilometric exam with opened and closed eyes and the baropodometric static exam were realized during one minute in rest in the orthostatic position. Results: The medium speed of oscillation in millimeters per seconds (mm / s), displacement Antero / Subsequent (A/P) in mm / s and the Latero-lateral (L/L) displacement in mm / s with closed eyes in the estabilometry presented significant statistical difference ($p < 0,05$) among the groups. The weight discharge and load distribution in the static baropodometry didn't presented significant statistical difference regarding the support base. Conclusion: The estabilometry and static baropodometry were efficient in the evaluation of the volunteers with vestibular disorders and their identified differences in the static balance, displacement A/P and L/L with the same discharge and weight distribution in the support base.

Key Words: Stabilometry, Baropodometry, Vestibular disorders, Balance, Weight discharge.

1. INTRODUÇÃO

A manutenção da postura e do equilíbrio depende de três sistemas principais: visual, vestibular e proprioceptivo. Distúrbios nestas complexas funções são freqüentemente encontrados em pacientes com queixa de tontura, sendo um dos sintomas mais comuns, tanto na clínica otológica, quanto na neurológica^{1,2}.

O equilíbrio postural atua continuamente durante as mudanças de situação, ou seja, na situação de um indivíduo estático, o controle postural atua de uma determinada maneira e em situação dinâmica atua de outro modo³⁻⁵. No equilíbrio estático, a base de suporte se mantém fixa enquanto o centro de massa se movimenta. Os desequilíbrios do corpo no espaço podem ser analisados através da posição do centro de pressão, medido através da baropodometria⁶⁻⁸.

Os testes mais utilizados para avaliação vestibular são as provas eletronistagmográficas (provas caloricas, provas posicionais e provas rotatórias) e posturográficas^{2,9}. Devido a complexidade do sistema vestibular, os testes que avaliam o

reflexo vestibulo-espinal (RVE) tem sido sugeridos para auxiliar no diagnóstico de doenças vestibulares, possibilitando a utilização dos testes posturográficos nestas situações^{2,10}.

A posturografia constitui um conjunto de técnicas que estuda a postura, portanto nos informa sobre a função vestibulo-espinal e da compensação alcançada a este nível por uma lesão do sistema de equilíbrio, independente do nível em que ocorra^{2,11}. A posturografia permite avaliar quantitativamente a componente vestibulo-espinal do equilíbrio corporal. Ela é realizada em plataformas de forças estáticas (estabilometria ou estatocinesiometria) e dinâmicas (posturografia dinâmica)¹².

A estabilometria tem sido utilizada por muitos autores em pesquisa e avaliação clínica. Ela provê medidas da função vestibulo-espinal, dando informações complementares indispensáveis na avaliação dos pacientes com tonturas, além de analisar as interações sensoriais¹². A estabilometria avalia o equilíbrio postural através da quantificação das oscilações posturais na posição ortostática numa plataforma de força. Envolve a monitorização

dos deslocamentos do centro de pressão (CP) nas direções lateral (X) e ântero-posterior (Y)¹³.

A baropodometria é uma técnica posturográfica de registro utilizada no diagnóstico e avaliação da pressão plantar, tanto na posição estática, de repouso, como de movimento, ou deambulação, que registra os pontos de pressão exercidos pelo corpo.^{7,8}

O estudo avaliou a eficiência da estabilometria e baropometria estática na avaliação do equilíbrio em sujeitos normais e vestibulopatas.

2. CASUÍSTICA E MÉTODOS

2.1 População Estudada

Participaram do estudo 52 voluntários, ambos os gêneros, com idade média de 50 ± 10 anos, IMC abaixo de 25 kg/m^2 , sem distúrbios osteoarticular e sensório-motor e alterações visuais.

Após diagnóstico de vestibulopatia pela vecto-eletronistagmografia (VENG), foram divididos em dois grupos: 26 voluntárias normais (GN) e 26 vestibulopatas (GV). O exame de estabilometria com olhos abertos e fechados e à baropodometria estática foi realizado durante 60 segundos na posição ortostática, para aquisições de imagens precisas, instantâneas, repetíveis e não invasivas.

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade São Lucas. Os voluntários foram informados a respeito da natureza deste estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, de acordo com os princípios éticos, seguindo as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos, conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

2.2 Anamnese

Os voluntários preencheram uma ficha de anamnese com seus dados pessoais, informações a respeito da saúde atual e pregressa, com informações de problemas osteoarticulares, sensório-

motor e alterações visuais. Realizaram avaliação visual por método de tabela de acuidade visual do tipo (E) de Snellen¹⁴, pesquisa de vestibulopatia com vecto-eletronistagmografia (VENG)¹⁵ e avaliação do comportamento das oscilações corporais pela estabilometria e Baropodometria¹⁶. As coletas foram realizadas na Clínica de Fonoaudiologia e Laboratório de Fisiologia, Departamento de Fisioterapia, Faculdade São Lucas – Porto Velho – RO.

2.3 Instrumentação Vestibulométrica

A avaliação vestibular foi realizada através do sistema computadorizado de vecto-eletronistagmografia (VENG) por meio do vecto-eletronistagmógrafo digital da marca Neurograff®, o qual realiza a avaliação vestibulo-oculomotora por meio de uma disposição triangular de eletrodos colocados ao redor dos olhos, que registram a variação do potencial córneo-retinal durante a movimentação dos olhos. Destinam-se basicamente ao registro do nistagmo, que é o movimento de maior interesse em otoneurologia. Também foi realizada avaliação postural por meio do Vídeo Frenzel, para fechamento diagnóstico¹⁵.

Os pacientes foram orientados no sentido de absterem-se de bebidas alcoólicas, de beber chá, café ou chocolate e de fumar por pelo menos 24 horas antes da realização do exame vestibular e, de fazerem jejum de pelo menos 3 horas antes da avaliação.

2.4 Estabilometria e Baropodometria

Para avaliação do comportamento das oscilações corporais, análise das oscilações do centro de pressão dos pés (CPP), utilizou-se um Baropodômetro Eletrônico Modular, composto por uma plataforma modular da Physical Support Italy®, formado por sensores eletrônicos de platina, revestido de captor em cacho alveolar, que reconhecem as informações do apoio plantar conservando a mobilidade natural.

O Baropodômetro Eletrônico Modular capta imagens de ponto de pressão plantar, armazena as informações adquiridas e fornece dados em relação à descarga de peso nos pés direito e esquerdo e sua distribuição na superfície plantar¹⁷.

O Centro de Pressão dos Pés (CPP), variável estudada na estabilometria, consiste na resultante das forças aplicadas sobre a plataforma, no instante t , pelo corpo do sujeito. Ele varia constantemente durante a manutenção da postura ortostática devido às oscilações corporais¹⁸. O CPP reflete as orientações dos segmentos corporais (ângulos articulares), assim como dos movimentos do corpo para manter o centro de gravidade dentro da base de suporte¹⁹.

Segundo Prieto e cols¹⁹ os parâmetros do CPP a serem calculados são:

Área Elíptica – O cálculo deste parâmetro leva em consideração os pontos de deslocamento do CPP em ambos os eixos x e y simultaneamente. Unidade: mm^2 .

Os demais parâmetros foram calculados para ambos os eixos x e y , separadamente, são eles: Desvio-padrão – Medida de variabilidade, calculada a partir da média das posições instantâneas nos eixos x e y , Unidade: mm ; Área e desvio-padrão são considerados parâmetros de oscilações corporal, comumente referidos na literatura como amplitude de oscilação corporal, Unidade: mm ; Velocidade Média – Corresponde à variação dos deslocamentos dos pontos do CPP nos eixos x e y em um intervalo de tempo ($\Delta s/\Delta t$), Unidade: mm/s .

Para a leitura e aquisição do sinal, foi utilizado o programa Diagnostic Support Italy®.

2.5 Análise Estatística

Os dados foram armazenados num banco de dados e submetidos a procedimentos de análise estatística através do Software Sigma Stat 3.0. Para a estatística descritiva foi utilizado mediana e percentil e para comparação das variáveis utilizou-se o teste de Mann-Whitney. Todas as discussões no presente trabalho foram realizadas no nível de $p \leq 0,05$ de significância.

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos na estabilometria demonstraram que a velocidade média de oscilação, deslocamento ântero-posterior e deslocamento latero-lateral, com olhos fechados, apresentaram diferença estatística significativa entre os grupos vestibulopata e normais. A elipse de superfície em mm^2 (milímetros-quadrados), não apresentou diferenças como descrito na tabela 1.

A velocidade média de oscilação, deslocamento L/L, deslocamento A/P e elipse de superfície mm^2 , não apresentaram diferença estatística. Isto se deve, provavelmente, ao fato de que o sistema visual estando atuante, mesmo em pacientes vestibulopatas, ameniza as alterações o no equilíbrio estático (tabela 2).

A superfície da região plantar total e a descarga de peso nos pés direito e esquerdo, na baropodometria estática, não apresentou diferença estatística entre o grupo de sujeitos com vestibulopatia e o grupo controle. A base de apoio e de distribuição de cargas não apresentou diferença entre os grupos, como apresenta a tabela 3.

Tabela-1. Comparação da velocidade média de oscilação, deslocamento Antero/Posterior e deslocamento Latero/Lateral, elipse de superfície entre os grupo vestibulopata e normal, na estabilometria com olhos fechados.

Olhos Fechados	vestibulopatas			Normais			p
	Mediana	25%	75%	Mediana	25%	75%	
Velocidade Média de Oscilação mm/s	2,80	2,25	4,78	1,93	1,46	2,68	0,010
Deslocamento L/L mm/s	1,59	1,23	2,03	1,16	0,83	1,45	0,005
Deslocamento A/P mm/s	2,13	1,46	3,99	1,46	0,84	2,02	0,017
Elipse de superfície mm²	13,41	7,78	110,12	15,59	10,80	51,46	0,96

mm/s – milímetros por segundo, mm²- milímetros quadrados

Tabela-2. Comparação da velocidade média de oscilação, deslocamento Antero/Posterior e deslocamento Latero/Lateral, elipse de superfície entre o grupo vestibulopata e normal, na estabilometria com olhos abertos.

Olhos Abertos	Vestibulopatas			Normais			P
	Mediana	25%	75%	Mediana	25%	75%	
Velocidade Média de Oscilação mm/s	1,92	1,52	2,90	2,12	1,56	2,83	0,966
Deslocamento L/L mm/s	1,36	0,97	1,88	1,25	1,00	1,68	0,819
Deslocamento A/P mm/s	1,27	0,93	2,03	1,30	0,85	1,99	0,742
Elipse de superfície mm²	8,65	4,22	40,21	12,52	7,36	49,50	0,268

mm/s – milímetros por segundo, mm²- milímetros quadrados

Tabela-3. Comparação da superfície da região plantar total e a descarga de peso nos pés direito e esquerdo, na baropodometria estática, entre o grupo com vestibulopatia e normal.

	vestibulopatas			Normais			P
	Mediana	25%	75%	Mediana	25%	75%	
Superfície E cm²	116,00	89,75	130,00	124,00	108,50	135,75	0,055
Superfície D cm²	118,00	91,75	131,50	128,00	119,00	138,00	0,058
Descarga de Peso E %	50,00	47,25	54,75	50,00	46,50	55,75	0,746
Descarga de Peso D %	50,00	45,25	52,75	50,00	44,25	53,50	0,746

4. DISCUSSÃO

O equilíbrio é a integração sensório motora que garante a manutenção da postura corporal. Trata-se de um trabalho integrado e simultâneo por meio dos sistemas nervoso, sensorial e motor, onde o sistema sensorial fornece o posicionamento dos segmentos corporais em relação ao ambiente e a outros segmentos, enquanto o sistema motor ativa, correta e adequadamente, os músculos para a realização do movimento. O sistema nervoso central conecta as informações advindas do sistema sensorial para enviar impulsos nervosos aos músculos, dependente de inputs sensoriais múltiplos. Qualquer falha em um dos sistemas envolvidos pode causar desequilíbrio^{5, 20}.

Aikawa et al.²¹ relatam que quando o centro de gravidade é conturbado para trás e para frente, o corpo se move como uma massa relativamente rígida sobre a base com a finalidade de trazer o centro de gravidade de volta, para cima da base de sustentação, como forma de compensação postural, mostrando-se necessárias para a manutenção do equilíbrio.

Haque et al.²² relatam que muitos movimentos comportamentais encontram-se relacionados, tais como olhar de estabilização, equilíbrio e orientação e isto depende em grande parte de um bom funcionamento do sistema vestibular.

De acordo com os resultados obtidos na análise estabilométrica com os olhos abertos comparando voluntários vestibulopatas e normais (velocidade média de oscilação mm/s, deslocamento L/L mm/s, deslocamento A/P mm/s e elipse de superfície mm²) não houve diferença estatística significante. Porém, a diferença de deslocamento Antero/Posterior foi maior do que a diferença Latero/Lateral e a velocidade média de oscilação.

Bunday e Bronstein²³ indicam que o sistema vestibular quando exposto sem o auxílio do visual, baseia-se muito mais sobre os mecanismos de antecipação. Nossos resultados são congruentes com esta afirmação.

Outro aspecto considerado por Bastos et AL.² foi o efeito da privação visual. Espera-se que indivíduos com disfunção vestibular tenham maior dependência visual e, portanto, ao fechar os olhos apresentem alterações maiores em seus parâmetros estabilométricos. Isso confirma-se nos resultados obtidos na análise estabilométrica com os olhos fechados, onde pode-se observar que a velocidade média de oscilação mm/s, deslocamento A/P em mm/s e o deslocamento L/L em mm/s apresentaram diferença estatística significante, ou seja, o deslocamento Antero/Posterior foi maior do que o deslocamento Latero/Lateral nos indivíduos vestibulopatas. Isso se deve, provavelmente, pela

área da base de suporte Latero/Lateral ser maior. A elipse de superfície mm², não apresentou diferença entre os grupos. Isso confirma que os sujeitos vestibulopatas apresentaram instabilidade na posição ortostática com os olhos fechados em relação aos resultados do grupo de sujeitos normais.

Resultados semelhantes foram descrito por Bastos et AL.², em uma amostra de 22 pacientes com queixa de tontura que apresentaram eletroni-tagmografia normal e um grupo controle de 25 sujeitos saudáveis. Todos os indivíduos foram submetidos à estabilometria com os olhos abertos, em seguida com olhos fechados, durante 60 segundos cada. Esses autores observaram que apenas os sujeitos do grupo controle apresentaram resultados estatisticamente significativos e somente para o parâmetro de velocidade média de deslocamento do centro de pressão no plano antero-posterior, demonstrando assim, que o grupo de pacientes com queixa de tontura apresentou maior instabilidade na posição ortostática do que o grupo de sujeitos saudáveis.

De acordo com Stefanello et al.⁷ o pé é uma estrutura que esta em contato com o solo e que controla a distribuição da pressão plantar, o apoio, o equilíbrio, o impulso, a absorção de impacto, suporte de peso e ajusta a postura na posição ereta.

Segundo Rodrigues et al²⁴ outro aspecto importante no estudo da análise da influência das cargas é a distribuição das forças nas diferentes regiões plantares. Estas forças estão distribuídas de forma heterogênea em diferentes regiões do pé, na postura estática.

Ao avaliar os resultados obtidos na baropodometria estática, observa-se que a superfície da região plantar total e a descarga de peso nos pés direito e esquerdo, não apresenta diferença estatística entre o grupo de sujeitos vestibulopatas e o de sujeitos normais, o que permite inferir que a base de apoio e de distribuição de cargas nos dois grupos foram semelhantes,

possibilitando aferições adequadas sobre o equilíbrio.

5. CONCLUSÃO

A estabilometria e baropodometria estática foram eficientes na determinação de alterações do equilíbrio em pacientes vestibulopatas identificando diferenças no equilíbrio estático no deslocamento ântero-posterior e latero-lateral e velocidade média de oscilação, com a mesma descarga e distribuição de peso na base de apoio, quando comparados aos normais.

Agradecimentos

A Faculdade São Lucas, em especial a coordenação de Fisioterapia pelo apoio na coleta dos dados e uso de seus equipamentos e suas instalações.

REFERÊNCIAS

1. Ojala M ME, Juntunem J. Posturography and the dizzy patient: a neurological study of 133 patients. *Acta Neurol Scand* 1989;80:118-22.
2. Bastos AGD LM, Oliveira LF. Avaliação de pacientes com queixa de tontura e eletroni-tagmografia normal por meio da estabilometria. *Rev Bras Otorrinolaringologia* 2005;71(3):305-10
3. Hobeika CP. Equilibrium and balance in the elderly. *Ear Nose Throat J* 1999 Aug; 78(8):558-62.
4. Woollacott MH, Tang PF. Balance control during walking in the older adult: research and its implications. *Phys Ther* 1997 Jun;77(6):646-60.
5. Rebelatto JR CA, Sako FK. . Equilíbrio estático e dinâmico em indivíduos senescentes e o índice de massa corporal. *Fisioter Mov* 2008;21(3):69-75

6. Mochizuki L AA. As funções do controle postural durante a postura ereta. *Revista Fisioterapia USP* 2003; 10(1):7-15.
7. Stefanello TD JR, Lodi RL. . Estudo comparativo de possíveis desequilíbrios posturais em pacientes apresentando má oclusão de classe I, II e III de angle, através da plataforma de baropodometria. *Arq Cienc Saúde Unipar* 2006;10(3):139-43
8. Moreira M MN. Comparação das estratégias posturais pelo exame Baropodométrico. *Revista Terapia Manual* 2004; 3(1):228-34.
9. Zhong NC JJ. New posture equilbrometer for the diagnosis of vestibular disease. *Eur Arch Otorhinolaringol* 1991; 248:135-8
10. Kantner RM, Rubin AM, Armstrong CW, Cummings V. Stabilometry in balance assessment of dizzy and normal subjects. *Am J Otolaryngol* 1991 Jul-Aug; 12(4):196-204.
11. Barona R GL, Comeche C. Estudio Del reflejo vestibulospinal. Aplicaciones clínicas de La posturografia. *Acta Otorrinolaring Esp* 1993; 44(3):217-21.
12. Norré ME FG. Posture testing (posturography) in the diagnosis of peripheral vestibular pathology. *Arch Otorhinolaryngol* 1986; 243:186-9
13. Oliveira L. Estudo de revisão sobre a utilização da estabilometria como método de diagnostico clínico *RBE*1993; 9(1):37-53
14. Bicas H. Acuidade visual. Medidas e notações. *Arq Bras Oftalmol*2002; 65:375-84
15. Ramos S, Ramos, R. F. Síndrome vestibular: topodiagnóstico otoneurológico na vecto-eletronistagmografia (VENG) *Acta AWHO* 1998; 17(1) 39-46.
16. Allum JHJB, B.R.; Carpenter, M.G.; Honegger, F Differential diagnosis of proprioceptive and vestibular deficits using dynamic support-surface posturography. *Gait and Posture* 2001; 14:217-26
17. Bankoff A.D.P. BRG, Schmidt A., Ciol P. Análise do equilíbrio corporal estático através de um baropodômetro eletrônico. *Revista Conexões* 2006; 4(2) 11-18.
18. Bizzo G, Guillet N, Patat A, Gagey PM. Specifications for building a vertical force platform designed for clinical stabilometry. *Med Biol Eng Comput* 1985 Sep; 23(5) 474-6.
19. Prieto TE, Myklebust JB, Hoffmann RG, Lovett EG, Myklebust BM. Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Trans Biomed Eng*1996 Sep; 43(9):956-66.
20. Loth EA RA, Cappelleso PC, Ciena AP. Avaliação da influencia do sistema vestibular no equilíbrio de adultos jovens através de posturografia dinamica foam-laser e plataforma de força. *Semina: Ciencias Biologicas e da Saude Londrina* 2008; 29(1):57-64
21. Aikawa AC BL, Padula RS. Efeitos das alterações posturais e de equilíbrio estático nas quedas de idosos institucionalizados. *Rev Cienc Med* 2006; 15(3)189-96.
22. Haque A, Zakir M, Dickman JD. Recovery of gaze stability during vestibular regeneration. *Neurophysiol* 2008 Feb; 99(2):853-65.
23. Bunday KL BA. Visuo-vestibular influences on the moving platform locomotor aftereffect. *J Neurophysiol* 2008;99(3):1354-65.
24. Rodrigues S MM, Teodori RM Distribuição da força plantar e oscilação do centro de pressão em relação ao peso e posicionamento do material escolar. *Rev Bras Fisioter* 2008;12(1):43-8.