

ESTUDO DE REVISÃO SOBRE A UTILIZAÇÃO DA ESTABILOMETRIA COMO
MÉTODO DE DIAGNÓSTICO CLÍNICO

por

Líliam Fernandes de Oliveira *

RESUMO-- É apresentada uma revisão sobre a estabilometria como método de avaliação do equilíbrio ortostático com fins diagnósticos. A estabilometria consiste no registro contínuo do deslocamento do centro de pressão, nos planos sagital e frontal, enquanto o indivíduo se mantém na postura de pé, com e sem o auxílio da visão, sobre uma plataforma apoiada em transdutores de força, que captam as variações de peso. A estabilometria tem sido utilizada em centros de pesquisa e instituições de saúde, em diversos países, na avaliação de pacientes neurológicos, geriátricos etc. No Brasil, esta técnica é desconhecida. Este trabalho pretende descrever a Estabilometria, abordando aspectos de avaliação desta técnica, tais como alternativas, ciclo de vida, efetividade, custos e impactos. A análise do material bibliográfico demonstra que, apesar do grande número de relatos científicos sobre aplicações clínicas, a estabilometria ainda carece de estudos relacionados à efetividade e a impactos de diversas naturezas.

PALAVRAS-CHAVE: Estabilometria, equilíbrio, avaliação tecnológica.

INTRODUÇÃO

O homem, na postura ortostática, nunca está imóvel. Ele oscila permanentemente, conforme ritmos particulares e complexos, dentro de uma amplitude e frequência resultantes do funcionamento de diferentes sistemas sensoriomotores, que mantêm o centro de gravidade no interior do polígono de sustentação. Patologias decorrentes de lesão direta ou indireta destes sistemas provocam alterações destas oscilações, de diferentes formas, traduzindo o que se conhece como alteração do equilíbrio.

A Posturografia Computadorizada, também chamada de Estabilometria ou Estatocinesiografia, é uma técnica de medição da amplitude e frequência dos movimentos antero-posteriores e laterais do centro de gravidade do corpo, em ortostatismo.

* -Doutoranda do Programa de Engenharia Biomédica - COPPE/UFRJ
Pesquisadora do Laboratório de Biomecânica - EEFD/UFRJ

A capacidade do homem em manter o seu equilíbrio é afetada em diferentes graus, por qualquer tipo de lesão, de leve a severa, que apresente influência em algum dos diversos mecanismos biológicos responsáveis pelo equilíbrio. Decorre daí que a avaliação do equilíbrio é exame de rotina na maioria das lesões neurológicas, ortopédicas e reumatológicas. Outras áreas onde se aplicam exames do equilíbrio são gerontologia, pediatria e reabilitação.

O exame de equilíbrio, através da estabilometria, consiste em monitorar as oscilações do corpo, enquanto o indivíduo permanece de pé, sobre uma plataforma, durante um tempo determinado. Normalmente são feitos registros com diversas variações, referentes a diferentes bases de suporte, à utilização da visão (olhos abertos e olhos fechados) e tempo de duração.

A estabilometria clínica tem demonstrado ser uma importante técnica de diagnóstico complementar, já que permite detectar mínimas variações de amplitude e frequência do deslocamento do centro de gravidade do corpo. Diversas patologias alteram o comportamento desta oscilação de forma característica, apresentando padrões específicos de variação de amplitude e/ou frequência. Esta informação, assim detalhada e precisa, é uma ferramenta útil para auxílio da tomada de decisão quanto ao diagnóstico. Deve-se salientar que, no momento, a estabilometria clínica não é considerada uma técnica principal de diagnóstico. Tem sido utilizada como exame complementar, de rotina e algumas vezes como diagnóstico diferencial. Contudo, sua implantação em estabelecimentos de saúde se justifica pela abrangência de atuação nos diversos setores da medicina, sendo seus resultados utilizados como parâmetros para diagnóstico, evolução do tratamento e tomada de medidas preventivas.

ASPECTOS HISTÓRICOS

O teste de Romberg, assim como o de Mann, representam a forma mais simples de observação das oscilações posturais. Em 1851, Romberg, um neurofisiologista alemão, foi um dos primeiros a observar que, em algumas patologias neurológicas, o paciente apresentava oscilações pronunciadas do corpo, em diferentes direções, quando em ortostatismo. Baseado nos seus achados, ele desenvolveu um teste para avaliação do equilíbrio, o qual veio, mais tarde, a ser chamado de "Romberg Test", que consiste na observação visual do paciente, na postura de pé, com pés unidos. O paciente é solicitado a fechar os olhos e qualquer tendência de desequilíbrio é anotada. Utilizado até os dias atuais, este teste, assim como outros propostos, são exames de rotina em avaliações neurológicas. Embora com efetividade comprovada para alguns casos, o teste de Romberg e correlatos não resultam em uma medição quantitativa, nem são capazes de detectar pequenas alterações, imperceptíveis a olho nu.

A estabilometria, então, nasceu da necessidade de se quantificar estas oscilações, primando pela precisão, de forma a dotar o exame de um caráter diagnóstico, mais diferenciado e específico. Os primeiros instrumentos desenvolvidos com este

objetivo datam das décadas de 20 e 30, como a cefalografia, o ataxiômetro e balanças especiais (Terekhov, 1976). Contudo, ainda nestes casos, o exame apresentava precisão deficiente, grande demanda operacional e necessidade de fixação de transdutores no corpo do paciente. Estes fatores impediram a aplicação, em larga escala, destas técnicas na área clínica, as quais permaneceram a nível experimental. Na década de 50, uma nova abordagem do problema foi iniciada por Babbskiy (1955) que, junto aos seus colaboradores, desenvolveu uma nova técnica de medição, chamada "stabilography", futuramente aperfeiçoada por Terekhov (1976), que utilizou circuitos eletrônicos, culminando com a implantação, em meados dos anos 70, de "strain gages", transdutores de carga, em plataformas fixas. Pelo rápido crescimento desta técnica e pelo fato de praticamente cada Instituição desenvolver um instrumento de medição com protocolos de testes diferentes, foi que Bizzo e col.(1985) publicaram as especificações para construção de uma plataforma de força vertical projetada para estabilometria clínica.

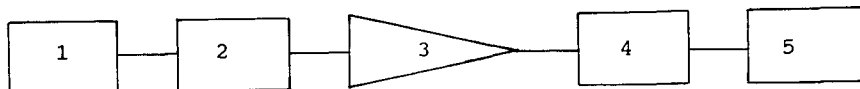
Estudos relativos à quantificação dos mecanismos responsáveis pelo restabelecimento do equilíbrio, após distúrbios externos, deram início à parte da estabilometria chamada posturografia dinâmica (Voorhees, 1990, Mirka, 1990). Os agentes externos, geradores de desequilíbrio, evoluíram desde pequenos empurrões na área da cintura, até modernas plataformas, que se inclinam ou vibram com angulações e frequências programáveis.

Até o momento, a estabilometria ganhou diversos melhoramentos, através da utilização de recursos da informática e da eletrônica digital. Com o avanço destas técnicas, tornou-se possível a quantificação precisa das oscilações posturais. Hoje, a estabilometria permite a medição destas oscilações em tempo real, com alto grau de precisão e reprodutibilidade. Com isso, seu caráter aplicativo na clínica e em outras áreas foi se estabelecendo. Embora seja ainda principalmente utilizada como método de pesquisa, a estabilometria clínica já está implantada em diversas instituições de saúde do mundo.

Seis congressos exclusivamente sobre o tema foram realizados: em 1971 (Madrid), em 1973 (Smolenice), em 1975 (Paris), em 1977 (Sofia), em 1979 (Amsterdam) e em 1981 (Kyoto). Estes encontros agruparam mais de uma centena de especialistas mundiais em posturografia.

DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

A estabilometria consiste basicamente em uma plataforma com transdutores de pressão, que forma o sistema de captação do sinal, um sistema de leitura, um sistema de registro e de apresentação do resultado. A Figura 1 mostra um diagrama de blocos da estabilometria contendo as principais partes desta técnica. A tabela 1 relaciona algumas configurações de equipamentos utilizados.



- 1- Plataforma de força vertical (3 células de carga de 100Kgf)
- 2- Filtro passa baixa de 40 Hz
- 3- Amplificador de três canais
- 4- Conversor A/D de 12 bits
- 5- computador PC compatível

FIG.1 Diagrama de Blocos de um Sistema Básico de Estabilometria

TABELA 1 - Equipamentos Utilizados na Estabilometria

Plataforma de força Kistler, PDP 11/23 digital computer - Lehmann,1990 - University of Washington, Seattle.
Plataforma de força vertical 3 pontos, osciloscópio, equipamento fotográfico - Baron, 1982 - Hospitalier Sainte-Anne, Paris.
Plataforma de força Kistler, Hewlett Packard Multiprogrammer 6942A, - Kirby,R, 1987 - Nova Scotia Rehabil. Centre, Hallifax.
Plataforma de força AMTI, PDP 11/23 digital computer - Hasan, S,1990 - L. Murphy Memorial VA Hospital, Texas.
Plataforma de força vertical 3 pontos, amplificador, conversor A/D 12 bits - Bizzo, 1985 - França
Plataforma de força vertical 3 pontos, Philips Analog 7 recorder, Lab. 8i computer - Njikiktjien,1975, Free University of Amsterdam.

Em 1985, a Associação Francesa de Posturografia publicou as especificações técnicas para a construção da plataforma de força vertical para a estabilometria clínica (Bizzo, 1985). Esta publicação analisa os fundamentos, definição de termos, normas de segurança e construção do instrumento.

O 'centro de pressão' é definido como o ponto resultante da aplicação das forças aplicadas sobre a plataforma, em um instante t , pelos pés de um indivíduo que se mantém de pé sobre ela. A 'plataforma de força vertical' é um instrumento que detecta somente a componente vertical da força resultante, aplicada sobre uma plataforma horizontal, por um corpo que repousa sobre ela, diferentemente das plataformas utilizadas para análise de marcha, que detectam a componente horizontal também. O instrumento mede,

no instante t , a componente vertical das forças de reação, exercidas por três suportes sob a plataforma que a mantém em um estado de equilíbrio. A partir destes valores, é possível calcular as coordenadas do centro de pressão no instante t .

Os três suportes são células de carga, compostas por strain-gages, dispostas equilateralmente formando um triângulo de 40 cm de lado. É recomendado o tipo de strain-gage de compressão, com capacidade de 100 Kgf, com resolução de 1 por 1000, de forma a promover boa leitura de 1 Kgf de variação de força.

Os amplificadores diferenciais podem ser utilizados, um para cada strain-gage, de forma que uma variação de 9.8061 Kgf, aplicada em uma célula de carga, corresponda a uma variação na saída de 50 mV. Antes de entrar no conversor analógico-digital, o sinal deve ser filtrado por um filtro rejeita faixa, para a frequência de 50 Hz (ou 60 Hz), com atenuação mínima de 60 dB.

O conversor analógico-digital deve ser de 12 bits para atender as necessidades de medidas de pequenas variações do sinal da célula de carga.

Os resultados gráficos são os seguintes (Figura 2):

- estabilograma - é o registro linear da amplitude de deslocamento do centro de gravidade (mA) nos planos sagital e frontal, em função do tempo (s). Este resultado permite analisar as variações do movimento, separadamente, em cada plano.

- estatocinesiógrama - é a representação vetorial da projeção do centro de gravidade, relacionando os dados de deslocamento de ambos os planos (Figura de Lisajour). Este resultado apresenta dados de: posição média da projeção do centro de gravidade; excursão total do traço (mm), que denota a distância percorrida pelo centro de gravidade e uma medida de área, calculada através do envelope externo da figura.

- FFT (Transformada Rápida de Fourier) - fornece os amortecimentos (dB) em função das frequências (Hz).

Estes resultados permitem confirmar ou detectar, de forma quantitativa, um sinal clínico e acompanhar sua evolução.

ÁREAS DE APLICAÇÃO

Durante sua evolução, o homem adquiriu progressivamente estágios posturais, até alcançar a postura de pé. A estabilidade desta postura depende da capacidade do indivíduo de manter a projeção do centro de gravidade, dentro do polígono de sustentação (área formada pelos limites externos dos pés). Para uma atitude equilibrada, existe um ajustamento de forças: por um lado, o peso e as modificações da base de suporte, por outro, a organização arquetônica do esqueleto ósseo, a resistência visco-elástica dos elementos músculo-ligamentares e os reflexos tônicos posturais.

Tudo se passa como se existisse uma referência interna de postura inicial. Os fatores que tendem a modificá-la encontram uma atividade muscular para anulá-los. O centro de gravidade está

em permanente oscilação, nos diferentes planos do espaço. A coordenação dos movimentos é regida e se faz de forma inconsciente, por uma série de centros, em diferentes estágios do sistema nervoso, que são regulados pelo cortex:

- o sistema sensitivo que registra e transmite de forma permanente uma série de sinais para os centros nervosos superiores.
- o cerebelo que tem papel primordial nos mecanismos de coordenação.
- o sistema labiríntico que intervem no equilíbrio estático, ajustando os movimentos e as atitudes dos segmentos do corpo.
- a visão que permite o ajustamento postural em função da necessidade de adaptação ao mundo exterior.

Uma disfunção de um destes sistemas, seja como resultado de lesão ou decorrente de outros processos, tais como intoxicação e envelhecimento, gera alterações nos padrões de deslocamento do centro de gravidade de formas diferentes. A estabilometria, além de detectar alterações gerais deste padrão, tem conseguido um grau de discriminação para algumas patologias e sensibilidade para diferenciar estágios de severidade.

INDICAÇÕES DE USO

A tabela 2 apresenta uma relação das áreas clínicas, onde a estabilometria tem sido utilizada para diagnóstico ou pesquisa

TABELA 2 - Indicações de Uso da Estabilometria

Neurologia	Ataxia (Dichgan, 1975), Hemiplegia (Shumway-Cook, 1988) Síndrome sensitiva profunda (Valade, 1989) Síndrome cerebelar (Valade, 1989) Traumatismo crânio-encefálico (Baron, 1975; Lehmann, 1990) Neurologia pediátrica (Njiokiktjien, 1975)
Geriatrics	Risco de queda (Ring, 1988) Senectude (Hasselkus, 1975; Lichtenstein, 1990)
Ortopedia	Instabilidade de tornozelo (Tropp, H, 1986; Gauffin, 1990)) Postura (Mahar, 1985; Lidstrom, 1988)
Otorrinolaringologia	Estimulação labiríntica (Bizzo, 1971) Deficiência auditiva (Juntunen, 1987) Desordem vestibular periférica (Norre, 1987, 1989) Vertigo (Tropp, 1987; Norre, 1987)
Farmacologia e Toxologia	Tranquilizantes (Patat, 1985) Neurolépticos (Anderson, 1975) Estireno (Moller, 1990) Álcool (Kubol1989)

As pesquisas, quanto ao estabelecimento de padrões definidos dos resultados da estabilometria para aplicação em diversas situações clínicas, continuam em vários centros do mundo, como atesta o grande número de referências recentes sobre o tema. Contudo, os resultados alcançados, até o momento, já nos permitem encarar esta técnica como fundamental para a avaliação clínica.

ALTERNATIVAS

Existem duas classes principais de tecnologias alternativas da estabilometria. Uma delas engloba os testes de equilíbrio de Romberg, Mann e outros, que não requerem instrumentos de medida, sendo o resultado de caráter qualitativo. Estes testes são largamente difundidos, fazendo parte de qualquer exame físico, em pacientes neurológicos. Dependente da experiência do médico, estes tipos de testes detectam alterações, de moderadas a severas, do sistema nervoso, sendo, contudo, ineficazes para discriminação de estágios iniciais de comprometimento. Basicamente, são uma série de posições, que o paciente deve adotar e nelas permanecer, durante um tempo determinado. As oscilações do corpo são observadas pelo médico e qualificadas subjetivamente em índices de desequilíbrio. Não há custos para implantação desta tecnologia; contudo sua indicação é limitada a algumas patologias neurológicas. Em síntese, a estabilometria é a quantificação destes testes, o que traz a vantagem de não requerer treinamento específico.

Outro conjunto de alternativas envolve outras tecnologias de quantificação, como o ataxiômetro, que utiliza potenciômetros e a filmagem. Desvantagens destas são a necessidade de se fixarem materiais ao indivíduo testado, como cintos, marcas etc. e menor precisão (Nayak, U. 1987). Registros na literatura demonstram que são mais utilizados a nível de pesquisa.

CICLO DE VIDA

Apesar de criada há cerca de 30 anos, a estabilometria teve sua passagem dos laboratórios de pesquisa para os consultórios e hospitais de forma lenta e gradativa. Este fato trouxe a vantagem de que testes de validade, reprodutibilidade e confiabilidade puderam ser feitos, antes da sua utilização como exame de rotina. Ainda hoje, trabalhos neste sentido são desenvolvidos com pacientes, com diferentes patologias.

Na maioria dos países que tem atuação marcante em trabalhos com a estabilometria, esta técnica parece estar em nível de difusão. Entre estes, na França e no Japão, este processo parece se encontrar mais perto de uma incorporação, visto o maior número de publicações de clínicos, que atuam em estabelecimentos de saúde. No Brasil, esta técnica ainda não iniciou seu processo de difusão. Há um ano, um sistema de estabilometria foi desenvolvido no Laboratório de Biomecânica da EEFD/UFRJ, em caráter de pesquisa, para análise do equilíbrio de gestantes, durante a

evolução do processo de gestação, sendo um projeto de tese do Programa de Engenharia Biomédica (PEB) da COPPE/UFRJ.

Na tabela 3, são relacionados alguns estabelecimentos de saúde, que adotam a estabilometria como exame de rotina e a tabela 4 indica alguns estabelecimentos de ensino que periodicamente vêm publicando pesquisas sobre estabilometria.

TABELA 3 - Instituições de Saúde que adotam a Estabilometria

Centre Hospitalier Sainte-Anne, Paris, França
 Hospitalier du Bon Sauveur, Caen, França
 Selly Oak Hospital, Birmingham, Reino Unido
 Nova Scotia Rehabilitation Centre, Hallifax, Canadá
 Veterans Administration Center, Milwaukee, USA
 L. Murphy Memorial VA Hospital, Texas, USA
 Good Samaritan Hospital and Medical Center, Portland, USA
 Institute of Occupational Health, Helsinki, Finlândia
 Central Military Hospital, Helsinki, Finlândia
 Toramonom Hospital, Tóquio, Japão
 Tóquio Metropolitan Hospital, Tóquio, Japão

TABELA 4 - Instituições de Ensino e Pesquisa que publicam temas sobre Estabilometria

Eindhoven University of Technology, Holanda
 Free University of Amsterdam, Holanda
 University of Wisconsin, Madison, USA
 University of Washington, Seattle, USA
 Vanderbilt University School, Nashville, USA
 University of Massachusetts, Amherst, USA
 University of Strathclyde, Glasgow, Reino Unido
 University of London, King's College, Reino Unido
 National Institute of Applied Psychology, Madrid, Espanha
 Academy of Science of Moscow, USSR
 Comenius University Medical School, Bratislava, Tchecoslováquia
 Kyushu University Faculty of Medicine, Fukuoka, Japão
 Kurume University School of Medicine, Kurume, Japão
 Universität München, Alemanha
 University of Western Ontario, Ontario, Canadá

EFETIVIDADE

Apesar do grande número de publicações sobre a aplicação da estabilometria, nas diversas áreas da medicina, poucas são as que apresentam um estudo específico da tecnologia. Foi feito um levantamento bibliográfico, através da MEDLINE, para localização de publicações científicas, que abordavam a "estabilometry" ou "posturography", nos dez últimos anos, resultando em um total de

180 referências. Dados de sensibilidade, precisão, valores preditivos e curvas ROC (relação entre resultados verdadeiros e falsos positivos) não são disponíveis na literatura. Cabe citar que o levantamento envolvendo palavras chaves "posture and sway", apresentou aproximadamente 1000 referências.

Voorhees (1991) relata uma taxa de falsos-positivos, menor do que 4% na detecção de anormalidades do sistema nervoso central (que afetam os sistemas vestibular, visual e somato-sensorial), através da estabilometria, demonstrando uma especificidade do teste de aproximadamente 96%. Este estudo envolveu um acompanhamento, por 9 meses, de 151 indivíduos, sendo que, destes, 31 eram pacientes portadores de disfunções do sistema nervoso central. O "padrão ouro" utilizado foi o resultado dos indivíduos normais.

A reprodutibilidade do exame tem sido mais considerada nos relatos de pesquisa. Bessineton (1975), aplicando a estabilometria em sujeitos normais, em um total de 8 vezes, com intervalos de 4 a 15 dias, não encontrou diferenças significativas entre os resultados de frequência e área de deslocamento do centro de pressão, determinando uma reprodutibilidade de 90%.

A tabela 5 apresenta os resultados de Lehmann (1990) no teste-reteste da estabilometria, em pacientes com traumatismo craniano. Para estabelecer a confiabilidade, os exames aplicados nos pacientes foram imediatamente repetidos e o coeficiente de correlação de Pearson foi calculado.

TABELA 5 - Coeficiente de Correlação de Pearson como Medida da Confiabilidade do Teste para Portadores de Traumatismo Craniano.

	n	deslocamento radial médio	velocidade de deslocamento
base confortável			
- olhos abertos	41	0.89*	0.99*
base confortável			
- olhos fechados	40	0.91*	0.99*
pés unidos			
- olhos abertos	41	0.72*	0.97*
pés unidos			
- olhos fechados	38	0.81*	0.88*

* Significância $p < 0.001$

Lehmann utilizou a média dos resultados do grupo controle + dois desvios padrões para determinar a amplitude normal para cada teste. O teste Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para verificar se a amostra era normalmente distribuída. O erro padrão calculado para cada teste está demonstrado na tabela 6.

O procedimento para determinação dos limiares para cada teste demonstrou discriminar satisfatoriamente indivíduos normais e com traumatismo craniano ($p < 0.005$ com teste qui-quadrado).

TABELA 6 - Erro Padrão da Medida para Valores do Grupo Controle

	deslocamento radial médio(mm)	velocidade de deslocamento (mm/seg)
base confortável		
- olhos abertos	0.83	0.78
base confortável		
- olhos fechados	0.75	0.99
pés unidos		
- olhos abertos	1.32	1.51
pés unidos		
- olhos fechados	1.45	1.94

Nayak (1987) testou a reprodutibilidade da estabilometria, em indivíduos normais, através de 3 testes, realizados com 5 minutos de intervalo. Utilizou a velocidade de deslocamento (mm/s) como variável. Os resultados da correlação de Pearson entre os testes estão na tabela 7. O coeficiente de regressão múltipla (R^2) foi de 0.9907.

TABELA 7 - Coeficiente de Correlação de Pearson entre os Testes

teste	r
1 e 2	0.9783
1 e 3	0.9637
2 e 3	0.9877

Yagi (1989) aplicou a estabilometria em pacientes com distúrbios vestibulares periféricos, centrais e em um grupo controle. Mediu 7 variáveis. A análise das componentes principais permitiu a classificação dos indivíduos em cinco grupos: normais, com neuronite vestibular, com vertigo de posição, com doença de Menière e com ataxia cerebelar.

A avaliação da estabilometria como tecnologia de diagnóstico tem sido reportada mais a nível de desempenho técnico. A avaliação da precisão se restringe basicamente a medidas de reprodutibilidade. Deve-se ressaltar que estudos, quanto a técnica, assim como quanto aos seus impactos, devem relacionar-se a cada área específica de aplicação. Pela possibilidade de atuação da estabilometria em diversas áreas da medicina e reabilitação, estudos de avaliação tecnológica, que cubram todas as indicações, devem surgir somente a longo prazo.

CUSTOS

Capital

O custo capital desta tecnologia envolve basicamente a aquisição de equipamentos. Como existem diferentes configurações de sistemas para a estabilometria, o custo varia de acordo com as especificações.

Para uma configuração básica de estabilometria, de acordo com as especificações de Bizzo (1985), o custo de implantação estaria numa faixa de US\$ 5.000 a US\$ 10.000, incluindo os seguintes itens:

- construção da plataforma de força vertical
- amplificador
- conversor A/D de 12 bits
- sistema de computador
- software

Com o equipamento importado Plataforma de Força, o custo se eleva para US\$ 60.000, com despesas adicionais de treinamento técnico especializado. Não há serviço de manutenção no Brasil.

O espaço físico necessário para a implantação da tecnologia não demanda cuidados especiais, portanto não há ônus específico. Pode ser implantado no próprio consultório ou sala de exame. Segundo Valade(1989), a iluminação deve ser de 120 lux.

Operacional

O material de consumo para atender ao exame é simples e de baixo custo. Resume-se em papel de impressão e disco de gravação. O custo por procedimento estimado, com material de consumo, é de US\$ 2.

A execução do exame não necessita de pessoal técnico qualificado. Pode ser aplicado pelo próprio médico ou qualquer membro da equipe. Portanto, não é possível estimar custos de pessoal específico. Pode-se considerar uma secretária, para marcação dos exames, arquivamento etc.

A contabilizar também estarão incluídos custos de eletricidade, provenientes da iluminação e funcionamento do equipamento.

Custos indiretos

O exame não apresenta custos induzidos, a produtividade não é alterada e não demanda tempo adicional do paciente. Casos de iatrogenia não são registrados.

A tabela 8 apresenta uma estimativa de custo por procedimento total, com distribuição do custo capital em 6 meses (120 dias úteis) e realizando 10 exames por dia útil, 1200 em 6 meses:

TABELA 8 - Custo Estimado por Procedimento Total em 6 Meses

custos	US\$
- custo capital	10.000
- um salário mínimo (incluindo encargos)	600
- energia elétrica (1kwh = US\$ 1) (8 horas por dia, 120 dias)	960
- material de consumo (1200 exames)	2.400
Total (1200 exames)	14.000
Custo aproximado por procedimento	12

Após 6 meses, o custo do exame incluirá material de consumo, energia elétrica e pagamento de pessoal e manutenção.

IMPACTOS DA TECNOLOGIA

Impacto Diagnóstico

Moller (1990), diagnosticando distúrbios do sistema nervoso central em trabalhadores expostos a estireno, em indústrias químicas, concluiu que, da bateria de testes utilizados, a estabilometria foi o teste mais relevante para o diagnóstico. O teste de supressão visual e testes psicométricos, mais utilizados para este fim, apresentaram um poder diagnóstico mais pobre, principalmente em se tratando de exposição, de leve a moderada.

Diener (1984) aplicou a estabilometria em 41 pacientes, com lesões cerebelares de cinco tipos diferentes. A análise da frequência de deslocamento do CG apresentou variações entre as enfermidades. Concluiu que a estabilometria auxilia na localização de lesões cerebelares e permite um acompanhamento quantitativo da evolução da doença.

Norre (1986) cita que a posturografia tem fornecido informações específicas, sobre as compensações corporais advindas do reflexo vestibulo-espinhal. Testes, como o rotacional e o de posição, não permitem a análise do grau de compensação alcançado. Ainda Norre (1987) demonstra que a estabilometria, em pacientes com a Doença de Meniere, é capaz de diferenciar aqueles que apresentam relatos de vertigos atípicos, que mostram uma maior frequência dos distúrbios posturográficos.

Horak (1989) estudou os efeitos da doença de Parkinson, hemiplegia, degeneração cerebelar, perda vestibular periférica e outras desordens, no controle postural. Concluiu que a posturografia quantitativa é indicada para detecção de manifestações pré-clínicas de patologias músculo-esqueléticas e neuromusculares, em idosos.

Ojala (1989) avaliou 133 pacientes com história de vertigo, divididos previamente em 7 classes de patologias distintas, com o objetivo de verificar quais as variáveis que melhor discriminavam

os grupos. Concluiu que a excursão total e a amplitude de deslocamento, nos dois planos, diferenciaram mais claramente os pacientes e recomenda a posturografia, como exame suplementar na avaliação de pacientes com vertigo.

Impactos terapêuticos

Barret (1988) utiliza a estabilometria em crianças portadoras de distrofia muscular de Duchene, monitorando a amplitude e a frequência de deslocamento do CG, de forma a obter informação que possa auxiliar no futuro desenvolvimento de órteses.

Programas de exercício de equilíbrio são utilizados em pacientes com disfunções vestibulares. Contudo, estes exercícios devem ser adaptados ao nível da lesão e modificados, segundo sua evolução. Norre (1984, 1985, 1986), Herdman (1989) e Mirka (1990) citam que a posturografia provê informação necessária para decisão do programa de tratamento mais apropriado para os pacientes, além de ser um excelente método de acompanhamento do tratamento.

Ring (1988) cita que quedas em idosos representam uma alta taxa de morbidade e mortalidade, no Reino Unido e que estudos posturográficos, em idosos, têm demonstrado que a estabilometria pode ser utilizada para testar pacientes idosos, com risco de queda, de forma a auxiliar na tomada de medidas preventivas.

A estabilometria recentemente vem sendo utilizada também como técnica de tratamento, chamada Postural Sway Biofeedback. Com a possibilidade da amostragem, em tempo real, do deslocamento do CG, em uma tela de vídeo, pacientes tentam controlar o equilíbrio, mantendo a amplitude de deslocamento, dentro de limites pré-fixados. Shumway-Cook (1988) utilizou o biofeedback em pacientes hemiplégicos e considerou um instrumento efetivo para a reeducação do equilíbrio, através da comparação com um grupo controle que executou tratamento clássico.

Impactos sociais

A estabilometria não apresenta um impacto social evidente ou direto.

Na área geriátrica, há uma observação de Hasselkus (1975) sobre a importância de diagnóstico precoce do declínio do controle central da postura do idoso, de forma a possibilitar a tomada de medidas, quanto à prevenção de acidentes, atividades de vida diária (AVD), "design" domiciliar e participação na vida comunitária.

De uma forma global, contudo, a estabilometria faz parte de um processo de atenção à saúde que, se efetivo, promoverá ao paciente a manutenção ou restauração de valores sociais, tais como: independência, integração comunitária e lazer, que geralmente são afetados em pacientes portadores de distúrbios do sistema nervoso.

CONCLUSÃO

Foram apresentadas informações relativas à estabilometria, com base na literatura disponível. Evidencia-se a carência de estudos sobre avaliação desta tecnologia, no que concerne à efetividade e impactos de diversas naturezas. A tendência parece ser de evolução de trabalhos científicos, que possam gerar informações que norteiem a sua aplicação.

É amplo seu campo de atuação, visto que o problema de saúde envolvido se apresenta em diversas patologias, de diferentes etiologias. Seu custo, se adotada a configuração básica, é reduzido, sendo acessível à nossa realidade.

A possibilidade de utilização desta tecnologia em tratamento, com a técnica de biofeedback, abre um novo espaço para potencialização de sua utilização.

Os impactos têm sido reportados principalmente em relação a grupos específicos, como idosos, trabalhadores e portadores de patologias do sistema nervoso com caráter incapacitante. Embora de abrangência restrita, a possibilidade de contribuir para a melhoria das condições de saúde do indivíduo, seja a nível preventivo ou curativo, justifica sua implantação, desde que sejam disponíveis informações concretas sobre sua efetividade.

AGRADECIMENTO

Ao Prof. Ronney Bernardes Panerai (PEB-COPPE/ UFRJ) pela sugestão de publicação deste trabalho, que foi elaborado em exigência à parte da avaliação da disciplina "Engenharia de Sistemas de Saúde", por ele ministrada.

Ao CNPq pela concessão de auxílio e bolsa de pesquisa, que têm viabilizado a continuidade dos estudos sobre a Estabilometria no Laboratório de Biomecânica EEFD/UFRJ.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J.C., MOREL, P., POILPRE, E., BARON, J.B. (1975), "Etude Statokinésimétrique et Clinique des Troubles Extrapyramidaux Induits par les Neuroleptiques dans une Population de Malades Mentaux.", *Agressologie*, number 18 A, pages 35-43.
- BABSKIY, YE. B., GURFINKEL, V.S., ROMEL, E.L., YAKOBSON, YA.A. (1955), "A New Method for Studying the Standing Man.", *Phiziol Zhurnal*, SSSR, 3.
- BARON, J.B., GOUMOT, H., GAGEY, P.M. et al. (1975), "Perturbation de L'activité Tonique Posturale D'origine oculo-motrice due a un traumatisme crânien", *Agressologie*, number 16 D, pages 53-64.

- BARRET, R., HYDE, S., SCOTT, M., DUBOWITZ, V. (1988), "Changes in Center of Gravity in Boys with Duchene Muscular Distrofy", Muscle-Nerve, number 11(11), pages 1157-63.
- BESSINETON, J., BIZZO, G., PACIFICI, M., BARON, J.B. (1975), "Statokinésigramme, Taille, Poids, Sexe, Reproductibilité", Agressologie, number 17 B, pages 49-54.
- BIZZO, G., BARON, J.B. (1971), "Aspects Cybernétique des Déplacements du Centre de Gravité du Corps Induits par des Stimulations Labyrinthiques Électriques Rectangulaires ou Sinusoidales.", Agressologie, number 13 B, pages 41-50.
- BIZZO, G., GUILLET, N., PATAT, A., GAGEY, P. (1985), "Specifications for Building a Vertical Force Platform Designed for Clinical Stabilometry", Medical & Biological Engineering & Computation, number 23, pages 474-476.
- DICHGAN, J., MAURITZ, K., ALLUM, J., BRANDT, TH. (1975), "Postural Sway in Normals and Atactic Patients: Analysis of the Stabilizing and Destabilizing Effects of Vision", Agressologie, number 17 C, pages 15-24.
- DIENER, H., DICHGANS, J., BACHER, M., GOMPF, B. (1984), "Quantification of Postural Sway in Normals and Patients with Cerebellar Diseases", Electroencephalography Clinical Neurophysiology, number 57(2), pages 134-42.
- GAUFFIN, H., PETERSON, G., TEGNER, Y., TROPP, H. (1990), "Function Testing in Patients with Old Rupture of the Anterior Cruciate Ligament", Internatioanl Journal of Sports Medicine, number 11(11), pages 73-77.
- HASSELKUS, B., SHAMBES, G. (1975), "Aging and Postural Sway in Women", Journal of Gerontology, volume 30, number 6, pages 661-667.
- HERDMAN, S. (1989), "Exercise Strategies for Vestibular Disorders", Ear-Nose-Throat Journal, number 68(12), pages 961-964.
- HORAK, F., SHUPERT, C., MIRKA, A. (1989), "Components of Postural Discontrol in Elderly: a Review", Neurobiological Aging, number 10(6), pages 727-738.
- JUNTUNEN, J., YLIKOSKI, J., OJALA, M. et all. (1987), "Postural Body Sway and Exposure to High-Energy Impulse Noise", The Lancet, Aug. number 1, pages 261-264.
- KUBO, T., SAKATA, Y., MATSUNAGA, T., KOSHIMUNU, A. et al.. (1989), "Analysis of Body Sway Pattern after Alcohol Ingestion in Human Subjects.", Acta Otolaryngology (Stockh), Supplement 468, pages 247-252.

- LEHMANN, J.F., BOSWELL, S., PRICE, R. et al. (1990), "Quantitative Evaluation of Sway as an Indicator of Functional Balance in Post-Traumatic Brain Injury", Archives Physical Medicine Rehabilitation, volume 71, pages 955-962.
- LICHTENSTEIN, M.J., BURGER, M.C., SHIELDS, S.L. et al. (1990), "Comparison of Biomechanics Platform Measures of Balance and Videotape Measures of Gait With a Clinical Mobility Scale in Elderly Women", Journal of Gerontology, volume 45, number 2, pages 49-54.
- LIDSTROM, J., FRIBERG, S., LINDSTROM, L., SAHLSTRAND, T. (1988), " Postural Control in Siblings to Scoliosis Patients ", Spine, volume 13, number 9, pages 1070-1074.
- MAHAR, R.K., KIRBY, R.L., MACLEOD, D.A. (1985), "Simulated Leg-Length Discrepancy: Its Effect on Mean Center-of-Pressure Position and Postural Sway.", Archives Physical Medicine and Rehabilitation, volume 66, pages 822-824.
- MIRKA, A., BLACK, F.O. (1990), "Clinical Application of Dynamic Posturography for Evaluating Sensory Integration and Vestibular Dysfunction", Neurological Clinics, volume 8, number 2, pages 351-359.
- MOLLER, C., ODKVIST, L., LARSBY, B. et al. (1990), "Otoneurological Findings in Workers Exposed to Styrene", Scandinavica Journal of Environmental and Health, volume 15, number 3, pages 189-194.
- NAYAK, U.S. (1987), "Comparison of the Wright Ataxiometer and the Kistler Force Platform in the Measurement of Sway", Journal of Biomedical Engineering, volume 9, pages 302-304.
- NJIOKIKTJIEN, Ch., RIJKE, W., OPHEM, A.D. et al. (1975), "Stabilography as a Diagnostic Tool in Child Neurology", Agressologie, number 17 D, pages 41-48.
- NORRE, M.E., FORREZ, G., STEVENS, M. (1984), "Posturography and Vestibular Compensation", Acta Otorhinolaryngology-Belgium, volume 38, number 6, pages 619-631.
- NORRE, M.E., FORREZ, G. (1985), "Posturography in Peripheral Vestibular Pathology. Its Contribution in the Functional Diagnosis and Rehabilitation Therapy", Acta Otolaryngol.Chir.Cervicifac., volume 102, number 7, pages 503-509.
- NORRE, M.E., FORREZ, G. (1986), "Posture Testing (Posturography) in the Diagnosis of Peripheral Vestibular Pathology", Acta Otorhingolaryngology, volume 243, number 3, pages 186-189.

- NORRE, M.E., FORREZ, G., BECKERS, A. (1987), "Vestibuloespinal Function in Two Syndromes with Spontaneous Attacks of Vertigo: Evaluation by Posturography", *Clinical Otolaryngology*, volume 12, number 3, pages 215-220.
- NORRE, M.E., FORREZ, G., BECKERS, A. (1987), "Posturographic Findings in Two Common Peripheral Vestibular Disorders.", *Journal of Otolaryngology*, volume 16, number 6, pages 340-344.
- NORRE, M., FORREZ, G., BECKERS, A. (1989), "Clinical Application of Vestibulospinal Reflex Tests in Peripheral Vestibular Disorders.", *Acta Otolaryngology Supplement (Stockh)*, number 468, pages 337-339.
- OJALA, M., MATIKAINEN, E., JUNTUNEN, J. (1989), "Posturography and Dizzy Patients: a Neurological Study of 133 Patients", *Acta Neurological Scandinavica*, volume 80, number 2, pages 118-122.
- PATAT, A., FOULHOUX, P. (1985), "Effect on Postural Sway of Various Benzodiazepine Tranquillizers.", *British Journal of Clinical Pharmacology*, Volume 20, number 1, pages 9-16.
- RING, C., NAYAK, L., ISAACS, B. (1988), "Balance Function in Elderly People Who Have and Who Have Not Fallen", *Archives Physical Medicine Rehabilitation*, volume 69, pages 261-264.
- ROMBERG, M.H. (1851), "Lehrbuch der Nervenkrankheiten des Menchen, 2 Auflage, Berlin.
- SHUMWAY-COOK, A., ANSON, D., HALLER, S. (1988), "Postural Sway Biofeedback: Its Effect on Reestablishing Stance Stability in Hemiplegic Patients", *Archives Physical Medicine Rehabilitation*, volume 69, pages 395-400.
- TEREKHOV, Y. (1976), "Stabilometry and Some Aspects of its Application - A Review.", *Biomedical Engineering*, volume 11, January, pages 12-15.
- TROPP, H. (1986), "Pronator Muscle Weakness in Functional Instability of the Ankle Joint", *International Journal of Sports Medicine*, volume 7, number 5, pages 291-294.
- TROPP, H., ODENRICK, P., SANDLUND, B., ODKVIST, L.M. (1987), "Stabilometry for Studying Postural Control and Compensation in Vertigo of Central and Peripheral Origin." *Electromyography for Clinical Neurophysiology*, volume 27, number 2, pages 77-82.
- VALADE, D., BLETON, J.P., CHEVALIER, A.M. (1989), "Rééducation de la Posture et de L'équilibre", *Encyclopédie Médico-chirurgicale, Kinésithérapie*, Tome 4, nombre 26452 A10.

VOORHEES, R.L (1991), "Dynamic Posturography Findings in Central Nervous System Disorders", Otolaryngology Head & Neck Surgery, volume 103, number 1, pages 96-101.

YAGI, K. (1989), "Multivariate Statistical Analysis in Stabilometry in Human Upright Standing: Age-related Factors", Nippon Jibiinkoka Gakkai Kaiho, volume 92, number 6, pages 899-908.

THE STABILOMETRY AS A METHOD FOR CLINICAL DIAGNOSIS - A REVIEW.

by

Líliam Fernandes de Oliveira

Laboratório de Biomecânica - EEFD/UFRJ

ABSTRACT-- A review is presented on the application of stabilometry as a method for orthostatic postural balance evaluation, for diagnostic purposes. Stabilometry is the continuous recording of the body centre of pressure, on the sagittal and frontal planes, while the subject keeps a standing posture on a platform supported by three force cells, which detect the body weight distribution. Stabilometry has been used in research centres and health institutes of many countries, for the evaluation of patients with neurological, geriatric and other problems. In Brasil, this method is generally unknown. This work intends to describe stabilometry, in terms of some aspects of technology assessment, such as alternatives, life cycle, effectiveness, costs and impacts. The analysis of the bibliografic material collected, showed that despite the large number of publications, stabilometry still needs to be studied in terms of effectiveness and different impacts.

KEYWORDS : Stabilometry, balance, technology evaluation.

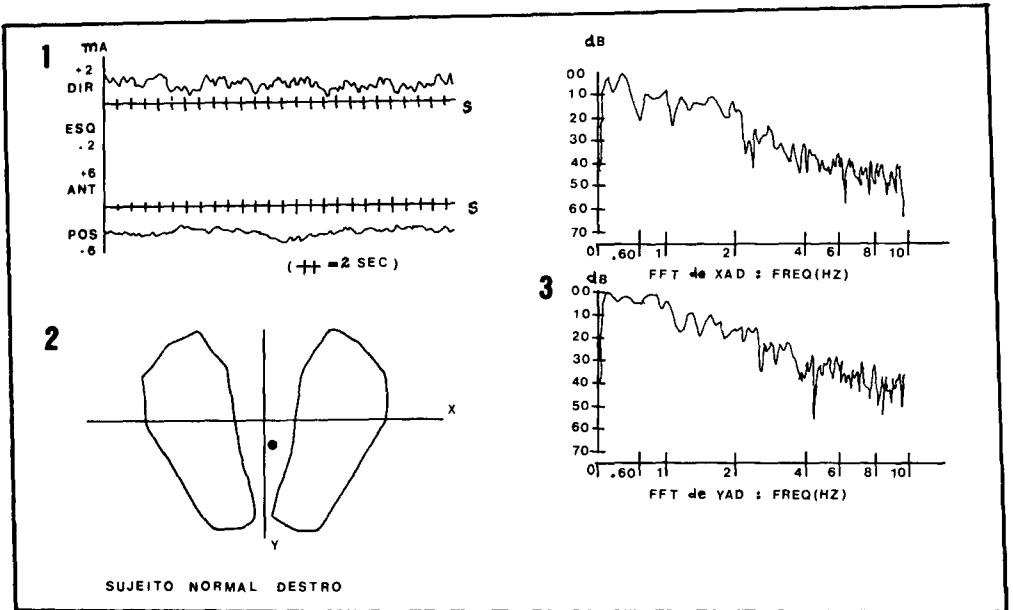


Fig. 2 -- RESULTADO DA ESTABILOMETRIA (RETIRADO DE VALADE, D, 1989)

1- ESTABILOGRAMA

2- ESTATOCINESIOGRAMA

3- FFT