

Realidade virtual na avaliação e reabilitação dos distúrbios vestibulares

Artigo Original

Recebido em 23/11/2008

Aprovado em 18/12/2008

Virtual reality in the assessment and rehabilitation of vestibular disorders

Juliana Maria Gazzola¹, Flávia Doná², Maurício Malavasi Ganança³, Hamlet Suarez⁴, Fernando Freitas Ganança⁵, Heloísa Helena Caovilla⁶

1) Mestre em Ciências Otorrinolaringológicas pela Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP-EPM). - Doutoranda em Ciências Otorrinolaringológicas pela Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP-EPM).

2) Doutora em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP-EPM). - Professora do Programa de Mestrado em Reabilitação Vestibular e Inclusão Social da Universidade Bandeirante de São Paulo (UNIBAN).

3) Professor Titular de Otorrinolaringologia da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP-EPM). - Professor do Programa de Mestrado Profissional em Reabilitação Vestibular e Inclusão Social da Universidade Bandeirante de São Paulo (UNIBAN).

4) MD PhD - Médico. Laboratório de Otoneurologia, Hospital Britânico, Faculdade de Medicina CLAEH, Montevideo, Uruguai.

5) Professor Adjunto da Disciplina de Otoneurologia da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP-EPM). - Professor do Programa de Mestrado Profissional em Reabilitação Vestibular e Inclusão Social da Universidade Bandeirante de São Paulo (UNIBAN).

6) Doutorado em Distúrbios da Comunicação Humana Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP-EPM). - Fonoaudióloga. Professor Associado Livre-Docente da Disciplina de Otoneurologia da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP-EPM).

Instituição: Disciplina de Otoneurologia da UNIFESP / EPM - Setor de Reabilitação Vestibular

Correspondência: Heloísa Helena Caovilla Rua Pedro de Toledo, 943 - Vila Clementino / CEP: 040 39 032 São Paulo/SP - Brasil

RESUMO

INTRODUÇÃO: o equilíbrio corporal é determinado pela integração de estímulos provenientes dos sistemas visual, proprioceptivo e vestibular. Distúrbios do sistema vestibular desencadeiam tontura ou vertigem, instabilidade postural, desvio a marcha e quedas. O Balance Rehabilitation Unit (BRU), sistema de realidade virtual e plataforma de força, foi desenvolvido para aprimorar os métodos quantitativos de avaliação e reabilitação do equilíbrio corporal. **OBJETIVO:** apresentar o método de avaliação posturográfica e reabilitação do BRU nas afecções vestibulares. **REVISÃO E DISCUSSÃO:** o BRU é um método pioneiro na avaliação e reabilitação dos distúrbios do equilíbrio, que utiliza estímulos que simulam situações da vida real. É constituído por um emissor de imagens virtuais que recriam situações que causam tontura, propiciando compensação dos distúrbios vestibulares. Dispõe de três Módulos: Posturografia, Reabilitação e Jogos de Treinamento Postural (PTG). 1-) Posturografia: avalia o equilíbrio corporal em 10 condições sensoriais; 2-) Módulo de Reabilitação: permite treinar os diferentes movimentos e reflexos oculomotores utilizando uma variedade de estímulos visuais (foveal, retinal e integração sensorial) em diferentes condições somatossensoriais; 3-) PTG: utiliza jogos interativos que permitem incrementar a área do limite de estabilidade e treinar estratégias posturais. **CONCLUSÃO:** a literatura sobre este método ainda é escassa; foi referido que o aperfeiçoamento de estratégias de controle postural, somatossensorial, visual e vestibular em diferentes tarefas tem auxiliado na reabilitação de pacientes com distúrbios do equilíbrio corporal de origem vestibular.

Descritores: Equilíbrio, Reabilitação, Vestibular, Tontura, Vertigem

ABSTRACT

INTRODUCTION: the body balance is determined by the integration of stimuli coming from visual, proprioceptive and vestibular systems. Disorders of the vestibular system trigger dizziness or vertigo, posture instability, walking deviance and falls. The Balance Rehabilitation Unit (BRU), a virtual reality system and force platform was developed in order to improve the quantitative methods of balance assessment and rehabilitation. **PURPOSE:** to present the BRU posture assessment and rehabilitation method in vestibular disorders. **REVISION AND DISCUSSION:** BRU is a pioneer method of assessment and rehabilitation of balance disorders using stimuli that simulate real life situations. It's constituted by a virtual image emitter that recreates situations that cause dizziness, allowing a compensation of vestibular disorders. It comprises three modules: Posture assessment, Rehabilitation and Posture Training Games (PTG). 1-) Posture assessment: evaluates the body balance in 10 sensorial conditions; 2-) Rehabilitation Module: enables the training of different oculomotor movements and reflexes using a variety of visual stimuli (foveal, retinal and sensorial integration) in different somatosensorial conditions; 3-) PTG: uses interactive games that allow to increment the stability limit area and to train postural strategies. **CONCLUSION:** literature on this method is still scarce; it has been reported that the improvement of postural, somatosensorial, visual and vestibular control strategies in different tasks is useful in the rehabilitation of patients with vestibular disorders of origin.

Keywords: Equilibrium, Rehabilitation, Vestibular, Dizziness, Vertigo

INTRODUÇÃO

O equilíbrio corporal é um processo complexo que depende da integração da visão e do sistema vestibular, do sistema somatossensorial, coordenação central e ajuste muscular, particularmente da musculatura tônica (Massion, 1998). Os músculos posturais são ativados por mecanismos reflexos e controle voluntário dos movimentos corporais para manter o centro de massa dentro dos limites de estabilidade (Horak, 1997). O limite de estabilidade na postura vertical estática pode ser definido como a distância em que a pessoa está disposta e é capaz de se mover, sem perder o equilíbrio corporal ou alterar a base de sustentação, área delimitada pelas bordas externas dos pés em contacto com a superfície de apoio (Shumway-Cook A, Woollacott, 2003).

Os pré-requisitos biomecânicos para o equilíbrio corporal adequado referem-se ao alinhamento de segmentos, à amplitude de movimento, flexibilidade, condições da base de sustentação e força muscular (Horak, 1997). A instabilidade e os desequilíbrios posturais em indivíduos com disfunção vestibular, habitualmente, manifestam-se pelo aumento da oscilação do corpo nas condições de conflito visual e somatossensorial, redução do limite de estabilidade, desvio a marcha, quedas e redução de sua capacidade funcional (Whitney, Herdman, 2002; Gazzola et al, 2006).

As afecções que comprometem o sistema vestibular são denominadas vestibulopatias. A avaliação do paciente com vertigem e outras tonturas consiste em anamnese, exame otorrinolaringológico, avaliação audiológica, pesquisa de nistagmo de posicionamento e posicional; e, nistagmografia (Caovilla et al, 1999). O tratamento das vestibulopatias é de caráter multidisciplinar. Os recursos terapêuticos disponíveis incluem: tratamento da causa, medicamentos antivertiginosos, orientação nutricional, modificação de hábitos, psicoterapia, procedimentos cirúrgicos e exercícios de reabilitação vestibular (Ganança et al, 2006).

Atualmente, um sistema de realidade virtual e plataforma de força foram desenvolvidos para aprimorar os métodos quantitativos de Avaliação do Equilíbrio Corporal e de Reabilitação dos sistemas Equilibratórios. O Balance Rehabilitation Unit (BRU), desenvolvido pela Medicaa®, quantifica as desordens do equilíbrio por meio das medidas da área de deslocamento do centro de massa (área de elipse) e velocidade de oscilação em dez condições sensoriais (BRU®, 2006). Os estímulos visuais são projetados em óculos de Realidade Virtual e simulam situações reais; agrupados conforme o reflexo oculomotor envolvido (Foveal, Retinal e Interação Sensorial) avaliam o equilíbrio corporal do paciente.

A escassez de estudos aponta a necessidade de pesquisas para avaliar o equilíbrio corporal e os efeitos da Reabilitação Virtual nas disfunções vestibulares, instabilidade postural e quedas.

Este artigo tem como objetivo apresentar o método de avaliação à posturografia e de reabilitação do *Balance Rehabilitation Unit* em pacientes com distúrbios de equilíbrio corporal de origem vestibular.

REVISÃO E DISCUSSÃO

a) Avaliação do equilíbrio pelo balance rehabilitation unit

Testes funcionais e laboratoriais que simulam a habilidade de controle do equilíbrio são úteis para verificar o acometimento dos sistemas envolvidos, gerarem hipóteses quanto aos determinantes da limitação funcional observada (Cordeiro, 2001) e, como uma forma de triagem, na identificação de pacientes que apresentam risco para quedas.

As plataformas de força, eletromiografias e sistemas de fotofilmagens estão incluídos entre os testes laboratoriais empregados na avaliação do equilíbrio. Estas avaliações medem especialmente as oscilações corporais, deslocamento do centro de gravidade e ativação muscular (Ricci, 2006).

O *Balance Rehabilitation Unit* (BRU®, Medicaa^o) avalia pacientes com tontura e sintomas associados por meio de um módulo de posturografia com estímulos visuais projetados em óculos de realidade virtual ("*Head Mounted Display*"). Inclui computador com o programa do BRU®; estrutura metálica de segurança; suporte de proteção com alças e cinto de segurança; plataforma de força; óculos de realidade virtual; acelerômetro e almofada de espuma (BRU®, 2006).

A posturografia do BRU® deve ser realizada em uma sala silenciosa e semi-obscura.

O módulo de posturografia do BRU® fornece informações sobre a posição do centro de pressão (CoP) do paciente, por meio de indicadores quantitativos: área do limite de estabilidade (LOS), área de elipse e velocidade de oscilação em dez condições sensoriais. O CoP é o ponto de aplicação das resultantes das forças verticais agindo na superfície de suporte, e representa um resultado coletivo do sistema de controle postural e da força gravitacional (Mochizuki, Amadio, 2001).

A plataforma possui área de 40 cm x 40 cm, é marcada por meio de coordenadas verticais e horizontais, dispõe de uma linha horizontal de 8 cm (linha intermaleolar) para o posicionamento dos pés do paciente e uma linha vertical de 12 cm que intercepta o ponto médio da linha intermaleolar.

A avaliação é realizada com o paciente em postura ereta estática e braços estendidos ao longo do corpo. O paciente deve ficar em pé sobre a plataforma, descalço,

com os maléolos internos direito e esquerdo posicionados nas extremidades da linha intermaleolar. O BRU® utiliza o ponto médio da linha intermaleolar como o centro do limite padrão do círculo de estabilidade. A avaliação preconiza o uso de um único tipo de base de sustentação, escolhido pelo pesquisador, tais como afastamento de 10° da linha média da parte anterior de cada pé sobre a plataforma, formando um ângulo de 20° entre os dois primeiros artelhos (Kendall et al, 1995) ou pés paralelos (BRU®, Medicaa[®]). Nos maléolos internos podem ser fixados adesivos brancos de 2 cm de diâmetro, para facilitar a visualização, e uma régua para auxiliar no alinhamento com as extremidades da linha intermaleolar.

Para determinar o limite de estabilidade (LOS) o paciente é instruído a realizar deslocamentos corporais ântero-posteriores e laterais por meio de estratégia de tornozelo, sem movimentar os pés ou utilizar estratégias de tronco. O paciente deve mover-se lentamente até alcançar o seu limite de estabilidade corporal na seguinte seqüência: a) para frente; b) retornar à posição inicial; c) para a direita; d) retornar à posição inicial; e) para a esquerda; f) retornar à posição inicial; g) para trás; e, h) retornar à posição inicial. É solicitado ao paciente que realize duas vezes esta seqüência de movimentos, sem necessariamente completar os 60 segundos reservados para este procedimento. O procedimento é reiniciado se o paciente mover os pés ou o tronco.

Para a avaliação de cada uma das dez condições sensoriais, o paciente é instruído a manter-se estático, não movimentando membros superiores, calcanhares e pés, por 60 segundos. Os pacientes podem utilizar lentes corretivas visuais, se for de uso habitual. Uma almofada de espuma de densidade média é empregada na terceira condição. Os óculos de realidade virtual são utilizados da quarta à décima condição.

As dez condições sensoriais avaliadas são: 1) Posição ortostática sobre piso firme, olhos abertos; 2) Posição ortostática sobre piso firme, olhos fechados; 3) Posição ortostática sobre superfície da almofada de espuma, olhos fechados; 4) Posição ortostática sobre piso firme, estimulação sacádica; 5) Posição ortostática sobre piso firme, estimulação optocinética com direção horizontal da esquerda para a direita; 6) Posição ortostática sobre piso firme, estimulação optocinética com direção horizontal da direita para a esquerda; 7) Posição ortostática sobre piso firme, estimulação optocinética com direção vertical de cima para baixo; 8) Posição ortostática sobre piso firme, estimulação optocinética com direção vertical de baixo para cima; 9) Posição ortostática sobre piso firme, estimulação optocinética com direção horizontal associada a movimentos lentos e uniformes de rotação da cabeça; 10) Posição ortostática

sobre piso firme, estimulação optocinética com direção vertical associada a movimentos lentos e uniformes de flexo-extensão da cabeça (BRU®, 2006).

Não há risco de queda durante o procedimento. A segurança é garantida pela utilização do suporte de proteção do equipamento e pela presença de um examinador próximo ao paciente.

Não é possível realizar a avaliação à posturografia em pacientes com incapacidade para compreender e atender a comando verbal simples; impossibilitados de permanecer de forma independente na posição ortostática; com comprometimento visual grave ou não compensado com uso de lentes corretivas; com distúrbios ortopédicos que resultam em limitação de movimento e utilização de próteses em membros inferiores.

O programa gera relatórios com os dados da área do limite de estabilidade (LOS), da área de elipse de confiança 95% e da velocidade de oscilação nas dez condições sensoriais. A área de elipse de confiança 95% é definida como a área de distribuição de 95% das amostras do centro de pressão; e a velocidade de oscilação média é determinada pela distância total dividida pelo tempo de 60 s da prova (BRU®, 2006).

Após a intervenção terapêutica, a posturografia é repetida. O programa gera relatórios da evolução do paciente, apresentando os valores do limite de estabilidade, área de elipse e da velocidade de oscilação nas diferentes condições, como mostra o Quadro 1. Além dos valores quantitativos, é fornecido um gráfico para cada condição que contém o limite de estabilidade e a área de elipse (Figura 1). A BRU também apresenta um campo para preenchimento de dados referentes à aplicação do *Dizziness Handicap Inventory* (Jacobson, Newman, 1990; Castro et al, 2007), que avalia o impacto da tontura na qualidade de vida do paciente.

a) Reabilitação vestibular por estímulos de realidade virtual

O sistema vestibular pode ser fisiologicamente reabilitado em pacientes com vertigem aguda ou crônica, por meio de exercícios físicos específicos. Os exercícios devem promover a resolução do conflito sensorial, estimulando a função vestibular e as pistas alternativas visuais e somatossensoriais.

Os objetivos primordiais da Reabilitação Vestibular são: 1) promover a estabilização visual durante a movimentação da cabeça; 2) melhorar a interação vestibulovisual durante a movimentação cefálica; 3) ampliar a estabilidade estática e dinâmica nas condições que produzem informações sensoriais conflitantes; e 4) reduzir a sensibilidade individual à movimentação cefálica (Barbosa et al, 1995; Caovilla, Ganância, 1998; Ganância, 2002).

Quadro 1 – Relatório de evolução de paciente referente aos valores de LOS, DHI e área de elipse e velocidade de oscilação das condições avaliadas pelo BRU.

Área de LOS: 245 ÷ 409			
DHI: 75 ÷ 23			
Estímulo	Tempo	Área de Elipse	Velocidade de Oscilação
Nenhum estímulo, SF, OA	60 s	89,40 ÷ 14,87 cm ²	3,74 ÷ 1,21 cm/s
Nenhum estímulo, SF, OF	60 s	135,17 ÷ 7,12 cm ²	5,09 ÷ 1,20 cm/s
Nenhum estímulo, superfície de espuma, OF	60 s	183,58 ÷ 5,77 cm ²	6,48 ÷ 1,72 cm/s
Sacádico, SF, OA	60 s	39,17 ÷ 3,33 cm ²	2,78 ÷ 0,97 cm/s
Optocinético, Barras (para direita), SF, OA	60 s	103,17 ÷ 12,92 cm ²	4,82 ÷ 1,66 cm/s
Optocinético, Barras (para esquerda): SF, OA	60 s	192,95 ÷ 5,33 cm ²	6,57 ÷ 1,48 cm/s
Optocinético, Barras (para baixo): SF, OA	60 s	67,91 ÷ 13,62 cm ²	4,35 ÷ 1,81 cm/s
Optocinético, Barras (para cima): SF, OA	60 s	73,07 ÷ 23,24 cm ²	4,05 ÷ 2,05 cm/s
Interação vestibulo-visual, Circular, Barras (direção horizontal), SF, OA	60 s	123,62 ÷ 17,16 cm ²	6,05 ÷ 2,00 cm/s
Interação vestibulo-visual, Circular, Barras (direção vertical), SF, OA	60 s	80,25 ÷ 7,23 cm ²	5,61 ÷ 1,64 cm/s

Legenda:

s - segundos, DHI - Dizziness Handicap Inventory, LOS - limite de estabilidade, SF - superfície firme, OA - olhos abertos, OF - olhos fechados

Os exercícios envolvem estimulação dos reflexos vestibulares, sobretudo, dos reflexos vestibulo-ocular, vestibulo-cólico e vestibulo-espinal, da visão e somatocepção; são realizados em diferentes decúbitos, sentado, em pé e durante o deslocamento (Caovilla, Ganança, 1998; Ganança et al, 2006).

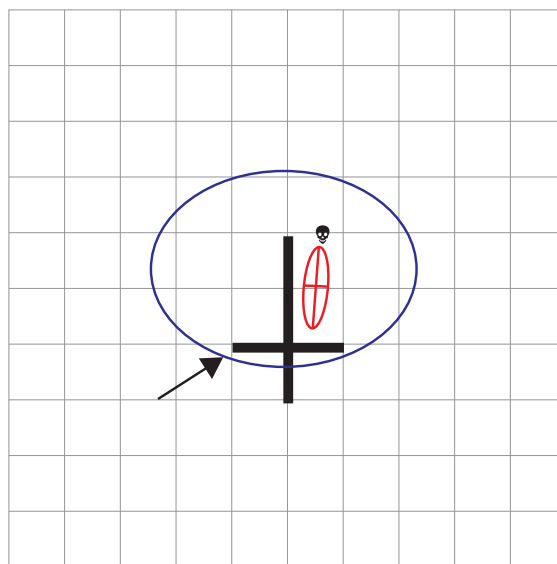
A recuperação do equilíbrio corporal advém dos processos de plasticidade neural no SNC. Esses mecanismos são ativados quando o paciente utiliza os reflexos vestibulares durante os exercícios, intensificando os conflitos sensoriais nos órgãos do ouvido interno, da visão e propriocepção. Os conflitos sensoriais provocam manifestações neurovegetativas. Os estímulos, repetitivos e prolongados, são necessários para que haja a adaptação e a compensação da disfunção vestibular (Caovilla, Ganança, 1998).

A compensação vestibular pode ser aferida subjetivamente pela redução e eliminação dos sintomas e objetivamente pelo desaparecimento gradual do desequilíbrio estático e dinâmico, do nistagmo espontâneo e outras alterações à vestibulometria.

Estudos experimentais têm revelado que a base neural para a compensação é distribuída por todo o SNC; lesões no encéfalo, cerebelo, cadeia espinhal, tronco cerebral e sistemas sensoriais podem dificultar ou impedir a capacidade de compensação (Igarashi, 1984). Os resultados da Reabilitação Vestibular também são influenciados pela idade, vontade, medicamentos e estado psíquico do indivíduo (Barbosa et al, 1995).

Com o advento da computação visual, o Sistema de Realidade Virtual tem sido um método inovador e eficien-

Optokinetic, Bars †, Firm, EO

**Figura 1** – Representação gráfica do limite de estabilidade (→) e da área de elipse (*) referente à condição com estímulo optocinético, barras para cima, superfície firme, olhos abertos.

te na Avaliação e Reabilitação dos Distúrbios Equilibratórios, principalmente, no que diz respeito à precisão dos estímulos e na obtenção das respostas (Jacobson et al, 2001; Suárez et al, 2006). O *Balance Rehabilitation Unit* (BRU®, Medicaa^o) é constituído por um Emissor de Imagens Virtuais (óculos 3D) que recria as situações que causam tontura ou vertigem, e, portanto, propicia uma

efetiva compensação dos distúrbios vestibulares (Suárez et al, 2006).

Esse sistema permite treinar de forma controlada os diferentes movimentos e reflexos oculomotores envolvidos no controle postural, utilizando uma variedade de estímulos visuais, que podem ser alterados quanto à frequência, percepção de profundidade, direção e velocidade do movimento.

Os estímulos visuais disponíveis no sistema são: Foveal (Perseguição lenta; Sacádico), Retinal (Barras Optocinéticas lineares e circulares e Túnel Optocinético) e Interação Sensorial (Barras Optocinéticas e Túnel Optocinético associados à inclinação e flexo-extensão de cabeça). Essas informações visuais devem ser adaptadas gradativamente pelo indivíduo, nas condições: posição ortostática sobre piso firme; posição ortostática sobre almofada de espuma; andando sobre piso firme; andando sobre almofada de espuma; e sentado ou saltitando sobre uma bola suíça. Na postura estática, para promover maiores desafios, pode-se alterar a posição da base de sustentação como, por exemplo, pés unidos, posição de passo, Tandem (Romberg agudizado) e apoio unipodálico.

O uso de colchonete e bolas suíças recriam situações de conflitos somatossensoriais, os quais contribuem consideravelmente para a Reeducação do Equilíbrio Corporal (Herdman, 1990).

O Programa de Reabilitação Vestibular por Realidade Virtual deve considerar os dados da Avaliação Posturográfica, a qual aponta os estímulos visuais e somatossensoriais que provocam maior impacto no controle postural do indivíduo. O tempo de realização do treinamento do equilíbrio corporal dependerá da habilidade do paciente para efetuar os ajustes posturais apropriados durante os exercícios. Preconiza-se, em média, 24 sessões de 30 minutos com oito estímulos cada, 3 a 5 vezes por semana (BRU®, 2006).

Protocolos específicos de Reabilitação do Equilíbrio por Estímulos Virtuais foram sugeridos pela Medicaa^o de acordo com o diagnóstico topográfico da disfunção vestibular: síndromes centrais, periféricas unilaterais, periféricas bilaterais e também para idosos (BRU®, 2006).

Além do Módulo de Reabilitação, o BRU dispõe de Jogos de Treinamento Postural (“Postural Training Game” - PTG) por Bioretroalimentação (“Biofeedback”). Esta técnica terapêutica é utilizada na Reeducação do Equilíbrio Corporal para obter modificações nas reações posturais por meio do reconhecimento, da parte do paciente, de seus problemas posturais.

O Módulo de PTG é constituído por um conjunto de três Jogos de Treinamento Postural, em diferentes graus

de complexidade, nomeados de “Café da Manhã”, “Surfar” e “Labirinto”, cada um dos quais visa exercitar o controle fino, lento e rápido da posição do centro de pressão do corpo (CoP). Este controle advém das estratégias motoras do controle postural, as quais são selecionadas conforme o tipo e amplitude das perturbações impostas ao corpo e das demandas determinadas pela tarefa (Shumway-Cook, Woollacott, 2003).

Para a aplicação dos jogos o paciente deverá posicionar-se sobre a plataforma de força usando os óculos de projeção de realidade virtual. A plataforma irá registrar o CoP e o projetará para o emissor de imagens; ao receber o estímulo, o indivíduo deverá reconhecer o CoP, o que lhe permitirá corrigi-lo quando o sistema lhe propuser diferentes desafios posturais.

Esse procedimento terapêutico tem por objetivos aumentar a área do limite de estabilidade (LOS), reduzir a velocidade de oscilação do CoP, promover integração sensorial (visual, vestibular e somatossensorial) e aperfeiçoar as estratégias de equilíbrio corporal (em destaque as reações de tornozelo) e coordenação motora, de forma lúdica e interativa. Recomenda-se 10 minutos de PTG após cada sessão realizada pelo Módulo de Reabilitação (BRU®, 2006).

Artigos científicos utilizando o BRU são escassos.

Vinte e seis idosos, na faixa etária entre 73 a 82 anos, com desequilíbrio corporal e história de duas ou mais quedas em ambiente aberto foram submetidos a um protocolo de treinamento com o sistema de Realidade Virtual empregando diferentes condições sensoriais: alteração na superfície de suporte, estimulação de respostas oculomotoras sacádicas, optocinéticas, reflexo vestibulo-ocular e interação vestibulo-visual. Após seis semanas de treinamento, houve redução dos valores da velocidade de oscilação e da área de deslocamento do centro de pressão à comparação das respostas posturais nas condições estáticas com olhos abertos e campos visuais estáticos e dinâmicos (Suárez et al, 2006).

As respostas posturais de 20 pacientes (média etária de 64 anos) com doença de Parkinson (DP) tratados com levodopa e do estágio 1 da escala de Hoehn e Yahr e 24 indivíduos hígidos (grupo controle) com média etária de 59 anos foram registradas durante a estimulação optocinética horizontal de 60°/s e após a sua interrupção. O LOS foi significativamente menor ($p < 0,001$) nos pacientes com DP, quando comparados ao grupo controle; o valor do COP apresentou aumento significativo após a interrupção da estimulação optocinética nos pacientes com DP ($p < 0,001$) e não se observou diferença significativa nos pacientes do grupo controle. Estes achados mostram

que os pacientes com DP apresentam deficiência no limite de estabilidade e nas estratégias do controle postural (Suárez et al, 2008).

A avaliação do equilíbrio corporal à posturografia do BRU em 39 pacientes com esclerose múltipla do tipo recorrente-remittente, com pontuação menor ou igual a 5,5 na Escala do Estado de Incapacidade (Kurtzke, 1983), mostrou diferenças significantes ($p < 0,001$) entre os valores da velocidade de oscilação e dos valores do CoP nas dez condições avaliadas pelo BRU à comparação com os achados em 65 indivíduos hígidos, pareados por idade e gênero, demonstrando que a posturografia do BRU foi sensível para

captar alterações do equilíbrio corporal em pacientes sem alterações evidentes à marcha (Kessler, 2008).

CONCLUSÃO

O BRU é um novo procedimento para avaliar e reabilitar pacientes com distúrbios do equilíbrio corporal de origem vestibular. O Módulo de Posturografia permite a avaliação quantitativa do equilíbrio corporal; os Módulos de Reabilitação e PTG, aplicados por protocolos apropriados e personalizados, têm como objetivo acelerar os mecanismos de adaptação e compensação no SNC, aperfeiçoando as estratégias de controle postural e coordenação motora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa MS, Ganância FF, Caovilla HH, Ganância MM. Reabilitação Labiríntica: o que é e como se faz. *Revista Brasileira Med. Otorrinolaringol.* 1995; 2(1):24-34.
- BRU™. Unidade de Reabilitação do Equilíbrio. Manual do usuário. Versão 1.0.7. Versão do Software: 1.3.5.0. Uruguai: Medicaa; 2006; 132p.
- Caovilla HH, Ganância MM. Reabilitação Vestibular Personalizada. In: Ganância MM. *Vertigem tem Cura? O que aprendemos nestes últimos 30 anos.* São Paulo: Lemos Editorial; 1998. p.197-223.
- Caovilla HH, Ganância MM, Munhoz MSL, Silva MLG. *Equilibrimetria clínica.* São Paulo: Atheneu; 1999.
- Castro ASO, Gazzola, JMG, Natour J, Ganância FF. Brazilian version of the dizziness handicap inventory. *Pro Fono.* 2007 Jan-Apr;19(1):97-104.
- Cordeiro RC. Caracterização clínico-funcional do equilíbrio em idosos portadores de Diabetes Mellitus do tipo II. [Dissertação]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo / Escola Paulista de Medicina; 2001.
- Ganância FF. Tratamento da Vertigem e de outras Tonturas. São Paulo: Lemos Editorial; 2002. p. 26-51.
- Ganância MM, Munhoz MSL, Caovilla HH, Silva MLG, Sandner CS, Ganância FF, et al. Therapeutic Concepts and Algorithms. In: Ganância MM, Munhoz MSL, Caovilla HH, Silva MLG. *Managing Vertigo.* Germany: Solvay Pharmaceuticals; 2006. p.55-76.
- Gazzola JM, Perracini MR, Ganância MM, Ganância FF. Fatores associados ao equilíbrio funcional em idosos com disfunção vestibular crônica. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2006;72(5):683-90.
- Herdman SJ. Advances in the treatment of vestibular disorders. *Phys Ther.* 1990;77(6):602-18.
- Horak FB. Clinical assessment of balance disorders. *Gait Posture.* 1997;6:76-84.
- Igarashi M. Vestibular compensation: an overview. *Acta Otolaryngol (Stock).* 1984 406:78-92.
- Jacobson GP, Newman CW. The development of the dizziness handicap inventory. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1990;116(4):424-7.
- Jacobson J, Redfern M, Furman JM, Whitney SL, Sparto PJ, Wilson JB, Hodges LF. *Balance NAVE; A Virtual Reality Facility for Research and Rehabilitation of Balance Disorders.* 2001.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. *Músculos provas e funções.* 4 ed. São Paulo: Manole; 1995. 453 p.
- Kessler N. Da posturografia na esclerose múltipla [Dissertação]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2008.
- Kurtzke JF. Epidemiologic contributions to multiple sclerosis: an overview. *Neurology.* 1980;30:61-79.
- Massion J. Postural control systems in developmental perspective. *Neurosci and Biobehav Rev.* 1998;22(4):465-472.
- Mochizuki L, Amadio AC. Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre centro de massa e o centro de pressão. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto.* 2003;3(3):77-83.
- Ricci NA. Influência das informações sensoriais no equilíbrio estático de idosos da comunidade: comparação em relação ao histórico de quedas [Dissertação]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2006.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. Controle postural normal. In: Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Controle Motor: teoria e aplicações práticas.* 2ª ed. Barueri: Manole, 2003. p.153-178.
- Suárez H, Suárez A, Lavinsky L. Postural adaptation in elderly patients with instability and risk of falling after balance training using a virtual-reality system. *Int Tinnitus J.* 2006;12(1):41-4.
- Suárez H, Geisinger D, Suarez A, Carrera X, Buzo R, Amorin I. Postural control and sensory perception in patients with Parkinson's disease. *Acta Oto-Laryngologica.* 2008. No prelo.
- Whitney SL, Herdman SJ. Avaliação fisioterapêutica da hipofunção vestibular. In: Herdman SJ. *Reabilitação vestibular.* São Paulo: Manole; 2002. p.329-57.