

Cibele Brugnera

**Eficácia do equipamento de *biofeedback*
vibrotátil Vertiguard® na reabilitação do
equilíbrio corporal**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Mestre em Ciências

Programa de Otorrinolaringologia

Orientadora: Dra. Roseli Saraiva Moreira Bittar

**São Paulo
2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo

Brugnera, Cibele

Eficácia do equipamento de *biofeedback* vibrotátil Vertiguard® na reabilitação do equilíbrio corporal / Cibele Brugnera. -- São Paulo, 2014.

Dissertação(mestrado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Programa de Otorrinolaringologia.

Orientadora: Roseli Saraiva Moreira Bittar.

Descritores: 1.Doenças vestibulares/reabilitação 2.Doenças vestibulares/fisiopatologia 3.Equilíbrio postural 4.Neurorretroalimentação 5.Retroalimentação sensorial 6.Biorretroalimentação psicológica/instrumentação 7.Vertigem/reabilitação

USP/FM/DBD-140/14

DEDICATÓRIA

À minha família, meu bem mais precioso.

À minha linda e incansável mãe Elsa, cheia de força e sensibilidade, e que por nós entrega sua vida; e ao meu doce pai Dino, minha referência de integridade, e o meu maior incentivo para chegar até aqui. Amo vocês, para sempre.

Aos meus irmãos e irmãs, Márcio e Lúcia, Renata e Gláucio, presentes nos momentos mais felizes e, também, nos mais difíceis da minha vida.

Aos meus sobrinhos Bruno, Gabriela, Víctor, Pedro, Giovanna e Thiago, por toda a alegria com que preenchem nossos dias.

Ao meu amor, meu companheiro Arnaldo, por toda ajuda e incentivo nesse momento, e por me fazer feliz.

Ao meu filho Jorge, meu maior amor, a razão da minha existência...

AGRADECIMENTOS

Agradeço

Aos pacientes do ambulatório de Reabilitação Vestibular, aqui representados pelo Sr. Luís, que não mais se encontra entre nós, e àqueles que participaram deste trabalho, por seu carinho, disponibilidade e por toda a confiança depositada em mim.

Ao Prof. Dr. Ricardo Ferreira Bento, professor titular do Departamento de Otorrinolaringologia, minha admiração pelo dinamismo e pelo incentivo às pesquisas realizadas neste departamento.

À minha orientadora Dra. Roseli Saraiva Moreira Bittar, por ter me confiado a execução deste trabalho, mesmo estando na fase mais difícil da minha vida, o que me serviu de grande incentivo. Obrigada por sua disponibilidade ao ensinar, por seu carinho, e por todas as vezes que pacientemente me ouviu. Obrigada também por confiar a mim os seus pacientes, e por ter me apresentado o universo da pesquisa. Minha eterna gratidão...

Ao Prof. Dr. Dietmar Basta da Universidade de Berlim por ter confiado à nossa Instituição, o Equipamento Vertiguard utilizado neste trabalho.

Ao Dr. Mário Edwin Greters por ter me auxiliado neste projeto, e por sua alegria e amizade sempre.

À Dra. Raquel Mezzalira, por sua disponibilidade e gentileza, e por todo o auxílio que me prestou durante o período da qualificação deste trabalho.

Ao Dr. Marco Aurélio Bottino por transmitir a todos nós, o grande conhecimento que tem da otoneurologia. E também, pelo carinho com que nos trata: alunos e pacientes.

Ao Dr. Gilberto Formigoni, por confiar no meu trabalho junto aos seus pacientes, e pela paciência com que sempre nos ensina.

Ao Dr. Ítalo Roberto Torres de Medeiros a quem admiro tanto, por sua sinceridade, competência e disponibilidade, meu carinho.

Aos meus queridos amigos, Dr. César Bertoldo Garcia e ao fisioterapeuta Dr. Nédison Gomes, por todo o apoio e dedicação ao ambulatório de Reabilitação Vestibular, e por contribuírem para a solidificação e credibilidade deste setor. Obrigada pela parceria, pela sinceridade e por tudo o que me ensinam.

Ao Prof. Dr. Luiz Ubirajara Sennes pela atenção e gentileza com que me atendeu durante o período da qualificação deste trabalho.

Aos membros da banca de qualificação, Dra. Tanit Ganz Sanchez, Dr. Rui Imamura e Dr. Ronaldo Frizzarini, pelo carinho e por todas as correções e sugestões para a conclusão deste trabalho.

À Dra. Signe Achuster Grasel e ao Dr. Edigar Rezende de Almeida pela gentileza com que sempre me tratam.

Aos queridos colegas e amigos que fiz na pós-graduação e na Otoneurologia, por dividirem seus conhecimentos e por acreditarem no meu trabalho, Dra. Eliane von Sohstein, Dra. Patrícia Abramides Arena, Dra. Sandra Bastos Lira, Dr. Arlindo Cardoso Lima Neto, Dra. Marcia Maria do Carmo Bilecki, Dra. Jeanne Oiticica, Dra. Maruska D' Aparecida Santos, e Dra. Lucinda Simocelli.

A todos os *fellows* da Otoneurologia, atuais ou anteriores, pela parceria e pela amizade.

À enfermeira e grande amiga Milva T. Luciano Braz, minha admiração por tratar com tanto amor os pacientes do HCFMUSP, e por nos ajudar sempre.

À Marilede Alves, Maria Márcia Alves e Lucivânia Lima da Silva, Secretárias do Departamento de Otorrinolaringologia do HCFMUSP, por estarem sempre disponíveis, por me auxiliarem com alegria e muita paciência.

À CAPES pela bolsa de estudos concedida.

À minha querida amiga Fabiana Azevedo Alves, por toda a gentileza e disponibilidade na orientação e implantação do equipamento de videonistagmografia no consultório. Minha admiração por todo o seu conhecimento dentro da área, e minha gratidão.

Aos meus queridos chefes e amigos por mais de vinte anos na Clínica Otorhinus em São Paulo, onde vivi os anos mais intensos na prática da Otoneurologia, meu respeito, meu carinho e gratidão: Dr. José Alexandre Médicis da Silveira, Dr. Oswaldo Martucci Jr., Dr. Silvio M. Marone, à querida Amélia Uema, e ao nosso saudoso Dr. Mário Guiss Rausis (*in memoriam*).

Às minhas grandes amigas e parceiras de profissão, pela amizade e carinho, nos mais de vinte anos de convivência na Clínica Otorhinus: Sandra M. Quintero, Roseli B. Marota, Lucilene M. Mendes, Priscilla Estefan, Fernanda Teixeira, Luciana Ferrari e Daniela Busaneli. E as amigas que não mais atuam na área, Cristina B. Widmer, Maria Cecília do A. G. C. de Oliveira e Laís G. Amá.

À Dra. Fabiana Gonzalez D' Ottaviano por sempre me tratar com muito carinho, e por tudo o que me ensinou durante a convivência na Clínica Otorhinus.

Às minhas queridas amigas/irmãs Marta Maluf Rojo, Elizabeth Moreira de Melo e Renata Fernandes Brugnera pelos anos produtivos que tivemos em nossos consultórios. E aos amigos que conosco estiveram em diversas fases de nossa vida profissional e que tanto nos ensinaram: Dra. Maria Rosa M. de S. Carvalho, Dra. Dayse Mascaro e Prof. Dr. Fernando de Freitas Ganança.

Às minhas amigas, irmãs de alma, Rosemeire R. Mendes, Maria Paula Cassa, e Solange M. Kfourri, por me apoiarem e incentivarem sempre.

Ao meu bom Deus por ter me dado uma segunda chance, e ter presenteado a minha vida com pessoas maravilhosas.

SUMÁRIO

Lista de Abreviaturas

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Resumo

Summary

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVO	4
3	REVISÃO DE LITERATURA	6
3.1	Plasticidade Neuronal	7
3.2	Reabilitação Vestibular (RV)	9
3.3	EQUIPAMENTOS DE SUBSTITUIÇÃO SENSORIAL	10
3.3.1	Neurofeedback eletrotátil	11
3.3.2	Estimulação galvânica	12
3.3.3	Biofeedback auditivo	12
3.3.4	Neurofeedback vibrotátil	13
3.3.4.1	Vertiguard®	14
4	MÉTODOS	17
4.1	Casuística	18
4.1.1	Crterios de Inclusão	18
4.1.2	Crterios de Exclusão	19
4.2	Material	19
4.2.1	Questionrios	19
4.2.1.1	DHI Brasileiro	19
4.2.1.2	Escala ABC	20
4.2.2	Equipamentos	21
4.2.2.1	Posturografia Dinâmica Computadorizada	21
4.2.2.2	Posturografia de marcha - Vertiguard®	22
4.2.2.2	Programa de treinamento Vertiguard®	28

4.3	Método.....	30
4.3.1	Seleção da Amostra.....	30
4.3.2	Intervenção	31
4.3.4	Análise estatística	32
5	RESULTADOS.....	33
6	DISCUSSÃO	40
7	CONCLUSÃO	46
8	ANEXOS	48
9	REFERÊNCIAS.....	60

LISTA DE ABREVIATURAS

RV	Reabilitação Vestibular
IHM	interfaces homem-máquina
SS	substituição sensorial
DHI	<i>dizziness handicap inventory</i>
ABC	<i>Scale - The Activities-specific Balance Confidence Scale-Escala ABC</i>
PDC	Posturografia Dinâmica Computadorizada
TIS	<i>Teste de Integração Sensorial</i>
IE	índice final de equilíbrio
SBDT	<i>standard balance déficit test</i>
GSBDT	<i>geriatric balance déficit test</i>
GE	Grupo de estudo
GC	Grupo controle

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Condições avaliadas pelo TIS na posturografia dinâmica computadorizada 21
- Figura 2** - Equipamento Vertiguard: unidade principal e os 4 estimuladores .. 23
- Figura 3** - Equipamento Vertiguard: observa-se o equipamento preso à cintura de um paciente - são visualizados a unidade principal e os vibradores acoplados ao cinto 23
- Figura 4** - Imagem observada na tela do computador durante a execução de um teste 24
- Figura 5** - Gráfico observado na tela do computador ao término do teste 27
- Figura 6** - Vertiguard® e os 6 botões que memorizam os programas de treinamento: P1 a P6 29
- Figura 7** - Organograma dos tempos seguidos pelos pacientes que participaram do estudo 31
- Figura 8** - Representação gráfica na função labiríntica dos GC e GE 35
- Figura 9** - Gráfico representativo da proporção de sujeitos que apresentavam função labiríntica presente ou ausente nos grupos de estudo (GE) e controle (GC) 37

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Apresentação dos GC e GE segundo idade, sexo, função vestibular e etiologia do desequilíbrio corporal..... 34
- Tabela 2** - Valores obtidos em porcentagem nas medidas posturográficas C4, C5, C6 e IE antes da intervenção nos grupos estudo controle 35
- Tabela 3** - Valores obtidos em porcentagem nas medidas posturográficas de C4, C5, C6 e IE antes e após intervenção no grupo controle... 36
- Tabela 4** - Valores obtidos em porcentagem nas medidas posturográficas de C4, C5, C6 e IE antes e após intervenção no grupo de estudo 36
- Tabela 5** - Valores obtidos em porcentagem na escala ABC pelos grupos GC e GE antes e após o treinamento 37
- Tabela 6** - Valores numéricos das médias obtidas no DHI pelos grupos GC e GE antes e após o treinamento quando comparadas as respostas iniciais e finais entre os dois grupos 38
- Tabela 7** - Valores numéricos das médias obtidas no DHI antes e após o treinamento pelos grupos GC e GE 39

RESUMO

Brugnera C. *Eficácia do equipamento de biofeedback vibrotátil Vertiguard® na reabilitação do equilíbrio corporal* [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2014. 66p.

O presente estudo avaliou a eficácia do equipamento de *biofeedback* Vertiguard®), que utiliza a informação vibrotátil como substituto sensorial (SS) de apoio ao sistema vestibular. Foram selecionados 13 pacientes com comprometimento severo do equilíbrio corporal e não obtiveram resultado satisfatório à terapia de reabilitação vestibular convencional. Os sujeitos foram randomizados entre dois grupos controle (GC), que utilizou o estímulo vibratório e estudo (GE), que treinou com o equipamento desligado. Os indivíduos foram treinados com o equipamento durante dez dias e foram orientados a corrigir o alinhamento corporal sempre que recebessem um estímulo vibrotátil de um cinto com quatro vibradores dispostos em ângulo de 90° entre eles, que informava o desvio corporal para aquele lado e o risco de queda. Para avaliação pré e pós tratamento foi utilizada o protocolo Teste de Integração Sensorial (TIS) da Posturografia Dinâmica Computadorizada (PDC) e duas escalas de auto percepção do equilíbrio: ABC (Activities-specific Balance Confidence) e DHI (Dizziness Handicap Inventory). O GE apresentou melhora estatisticamente significativa em C5 ($p=0,007$) e C6 ($p= 0,012$) após treinamento. Na escala ABC houve diferença significativa entre o início e o final do tratamento apenas no GE ($p=0,04$). No questionário DHI ocorreu diferença significativa no aspecto físico nos GC e GE, e no aspecto funcional ($p=0,0427$) apenas no grupo GE. Os resultados observados demonstram que o estímulo de substituição sensorial vibratório oferecido pelo sistema Vertiguard®, propicia a melhor integração das redes neurais envolvidas na manutenção da postura, melhorando as estratégias utilizadas na recuperação do equilíbrio corporal.

Descritores: Doenças vestibulares/reabilitação; Doenças vestibulares/fisiopatologia; Equilíbrio postural; Neuroretroalimentação; Retroalimentação sensorial; Biorretroalimentação psicológica/instrumentação; Vertigem/reabilitação.

SUMMARY

Brugnera C. *Efficacy of biofeedback equipment vibrotactile Vertiguard[®] on vestibular rehabilitation* [dissertation]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2014. 66p.

This study evaluated the effectiveness of biofeedback equipment Vertiguard[®] that uses vibrotactile information as sensory substitution (SS) of the vestibular system. We selected thirteen patients with severe impairment of balance who did not obtain enough improvement from conventional vestibular rehabilitation. A randomization list was used to distribute the patients in Control Group (CG), who received the vibrotactile stimulus and Study Group (SG), who trained without any stimulus. During ten days of training, the patients in both groups used the equipment attached to the waist. They were instructed to correct body alignment when vibrotactile stimulus received from one of the four vibrators arranged at an angle of 90° signaling the risk of falling. The results of the treatment were evaluated by the protocol sensory organization test (SOT) of the computerized dynamic posturography (CDP), ABC scale (Activities-specific Balance Confidence) and DHI (Dizziness Handicap Inventory). After treatment the SG showed a statistically significant improvement in C5 ($p = 0.007$) and C6 ($p = 0.012$). In the ABC scale there was significant difference between the beginning and end of treatment only in the SG ($p = 0.04$). The Dizziness Handicap Inventory questionnaire (DHI) showed in the after training a significant difference in functional in both CG and SG, and in physical aspects ($p = 0.0427$) only in SG. The present findings show that sensory substitution using the vibrotactile stimulus of Vertiguard (R) system promotes the improvement of neural networks involved in maintaining posture, improving the strategies used in the recovery of body balance.

Descriptors: Vestibular diseases/rehabilitation; Vestibular diseases/physiopathology; Postural balance; Neurofeedback; Feedback, sensory; Biofeedback, psychology; Vertigo/rehabilitation.

1 INTRODUÇÃO

Na década de 40 Cawthorne and Cooksey observaram que soldados que haviam sofrido traumatismo cranioencefálico, se recuperavam mais rapidamente quando praticavam um programa específico de exercícios físicos, quando comparados àqueles que não se exercitavam (Ekvall-Hansson E. 2013; Cooksey I, 1946). Foi a primeira descrição da importância da plasticidade do Sistema Nervoso Central (SNC), que é a capacidade de sofrer modificações estruturais no decorrer da vida, com a finalidade de aprender novos comportamentos ou auxiliar na recuperação de funções perdidas. O chamado processo de compensação central é resultado de atividades neuronais e neuroquímicas, que respondem aos conflitos sensoriais produzidos por disfunções no sistema do equilíbrio (Telian SA e Shepard NT, 1996). O trabalho que potencializa essa capacidade intrínseca do SNC por meio de exercícios, na recuperação das alterações do equilíbrio e da manutenção da postura e da marcha, tem o nome de Reabilitação Vestibular (RV).

Desde essa primeira observação, outros autores passaram a estudar os benefícios dos exercícios. Norré observou que a repetição dos movimentos que provocavam tontura era benéfica aos pacientes com essa queixa, melhorando o sintoma (Norré ME, De Weerd W, 1980). A partir dos anos 90, novos estudos mostraram a eficácia de exercícios individualizados, elaborados e direcionados para o tratamento de tonturas de diferentes etiologias (Telian SA, Shepard NT, 1996; Nishino L et al, 2005). Desde então, vários protocolos de exercícios

foram descritos e adaptados aos pacientes de língua portuguesa (Pedalini E, Bittar R 1991). É consenso atual que a RV associada ao tratamento etiológico é uma ótima opção no tratamento das vestibulopatias (Bittar et al, 2000). A RV também se mostra efetiva no tratamento de pacientes com alterações de equilíbrio de origem central, pois, melhora a capacidade de manter o controle postural (Suarez H et al, 2003).

Mais recentemente, a evolução tecnológica permitiu o desenvolvimento de várias interfaces homem-máquina (IHM), que vêm sendo adicionadas aos protocolos convencionais de RV, cuja finalidade é aprimorar os resultados obtidos. São vários os equipamentos atuais de IHM, e o tipo de estímulo que produzem. As interfaces que utilizam o princípio da substituição sensorial (SS) fornecem uma informação sensorial que difere da percepção natural do organismo, a qual foi perdida total ou parcialmente. Com treinamento adequado, esse estímulo adicional gerado pela IHM, passa a ser aproveitado pelo indivíduo como um recurso ao construir e organizar uma resposta ou ação. Um exemplo clássico desse sistema é a leitura realizada por meio do método Braille, que utiliza a informação tátil para leitura ao invés da informação visual. Atualmente, no tratamento das alterações do equilíbrio existem equipamentos que utilizam o *feedback* auditivo, auditivo e visual, eletrotáctil e, também, o *feedback* vibrotáctil.

Nossa proposta, no presente estudo, foi avaliar a efetividade da substituição sensorial por meio do estímulo vibrotáctil da IHM Vertiguard[®], verificando, assim, se o mesmo seria capaz de melhorar a resposta final no tratamento de indivíduos previamente submetidos aos protocolos convencionais de RV.

2 OBJETIVO

O objetivo do presente estudo é avaliar a eficácia do equipamento de substituição sensorial vibrotátil Vertiguard[®] como complementação terapêutica nos pacientes que não obtiveram boa resposta ao protocolo convencional de Reabilitação Vestibular.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 PLASTICIDADE NEURONAL

Nos últimos 20 anos o avanço da neurociência permitiu que os processos terapêuticos fossem direcionados para métodos que objetivam a formação de novos circuitos neurais para substituir os que foram perdidos. Após uma lesão, seja na via neural aferente ou eferente, o cérebro passa por uma reorganização estrutural e novas sinapses e redes são criadas para substituir as que foram danificadas (Duffau H, 2006). A essa reorganização denominamos plasticidade neural.

Edward Taub (2003) deixou clara a importância da estimulação nos processos terapêuticos de recuperação dos movimentos, quando submeteu seus pacientes a um tipo de terapia, a qual chamou de terapia da restrição induzida do movimento (TRI). Neste método, prendia em uma tábua o braço saudável de pacientes que sofreram lesão do outro membro superior. Dessa maneira, o indivíduo era estimulado a utilizar o membro lesado, ativando a sua plasticidade cerebral com a finalidade de desenvolver habilidades e recuperar o braço comprometido. Gauthier L. et al (2008) demonstraram que o grupo que recebeu a TRI apresentou melhores resultados na utilização do braço afetado quando comparado àquele que recebeu tratamento fisioterápico convencional. Essa melhora foi atribuída às alterações estruturais no cérebro, documentadas

por meio de exames de imagem, em que observaram aumento bilateralmente simétrico da massa cinzenta nas áreas sensório-motoras e hipocampo, que ocorreu apenas no grupo submetido à TRI (Gauthier L et al, 2008).

O neurofisiologista Mriganka Sur demonstrou que uma determinada área cerebral pode ser “reprogramada” para exercer uma nova função, por experimentação, treinamento ou necessidade. Os experimentos foram realizados com animais recém-nascidos, em que redirecionou as aferências visuais para o Núcleo Geniculado Medial – sabidamente um centro de interpretação auditiva. Em poucas semanas, os animais passaram a “enxergar” por meio de um centro onde normalmente o som é processado (Sam Horng et al, 2009).

Um bom exemplo de plasticidade e de reprogramação do estímulo por meio de substituição sensorial é a leitura em Braille. Nesse caso, o cego utiliza não apenas as regiões corticais sensoriais e motoras para a leitura, como ativa também os lobos parietal, temporal e occipital, recrutados habitualmente quando criamos imagens mentais. O tato, portanto, substitui a visão. Além das informações táteis, o indivíduo privado da visão utiliza ainda a audição para orientar-se no espaço, reconhecendo o deslocamento do ar gerado pela proximidade de um obstáculo (Restak R, 2006). É um exemplo fantástico da capacidade que o cérebro possui de adaptação sensorial ao ambiente.

3.2 REABILITAÇÃO VESTIBULAR (RV)

A RV é uma forma de terapia física que promove a estabilização da postura e da marcha por meio de exercícios que envolvem movimentação ocular, da cabeça e o treinamento do equilíbrio (ZapantaP., 2012). Os exercícios de RV são baseados nos princípios fisiológicos de aprendizado, que incluem a adaptação e substituição, treinados por meio da estimulação dos reflexos relacionados ao equilíbrio corporal. (Ekva - Hansson E., 2013) (Zee M.D et al., 1981).

Séries individualizadas de exercícios diários em casa, sob o acompanhamento periódico de um terapeuta, mostraram-se mais efetivas do que aqueles exercícios realizados em consecutivas sessões nas clínicas; tanto para problemas de origem periférica como central (Staab JP, 2011). Segundo o trabalho de Telian e Shepard (1995), a remissão dos sintomas em pacientes que utilizaram programa de exercícios individualizados foi de 85%, contra 64% com o uso de um programa genérico e sem acompanhamento (Shepard, Telian, 1996). Ao mesmo tempo, a terapia ajuda a vencer o medo e a ansiedade antecipatória que os doentes costumam apresentar quando precisam realizar atividades que desencadeiam seus sintomas (Yardley L, Luxon L, 1994).

3.3 EQUIPAMENTOS DE SUBSTITUIÇÃO SENSORIAL

INTERFACES HOMEM-MÁQUINA (IHM)

Nas últimas décadas, a neuroplasticidade natural do cérebro aliada à nova tecnologia de interface neural para reabilitação, tem sido amplamente estudada por profissionais de diferentes áreas. Essa nova tecnologia tem a finalidade de auxiliar o cérebro a encontrar alternativas para a recuperação de funções perdidas. A ideia é que o uso de um equipamento que forneça uma via sensorial alternativa substitua a aferência sensorial natural que foi perdida. Essa substituição sensorial (SS) é possível por meio de estimulação das vias naturais, através de uma IHM (Wang W, Collinger J, Weber D, 2009). A informação é transmitida ao cérebro através dessa interface, que a utiliza na construção de redes neurais alternativas que possam substituir a perda sensorial total ou parcial da informação natural (Bach-Y-Rita, Kercel, 2003).

A neuroplasticidade, aliada à nova tecnologia de interface neural para reabilitação dos distúrbios do equilíbrio corporal, tem sido amplamente estudada por profissionais de diferentes áreas (engenheiros, médicos, terapeutas e neurocientistas). As IHM têm-se mostrado efetivas para melhorar a qualidade de vida de pacientes com déficit motor, sensorial e/ou cognitivo, e podem ser utilizadas no tratamento dos pacientes que apresentam desequilíbrio, auxiliando na recuperação postural. Vários métodos e equipamentos de substituição sensorial vêm sendo criados, como uma alternativa de tratamento daqueles que sofreram privação do movimento ou de um órgão sensorial periférico aferente. O Vertiguard[®] é um tipo de IHM que atua por meio da estimulação vibrotátil.

3.3.1 Neurofeedback eletrotátil

No campo da RV, os principais representantes do *neurofeedback* eletrotátil são o Brainport e o PoNS - *Portable Neuromodulation Stimulator*. São equipamentos portáteis de neuromodulação que produzem impulsos eletrotáteis quando colocados na superfície da língua. A língua possui qualidades biofísicas favoráveis para a recepção do contato elétrico, e esses impulsos atingem diversos núcleos do Tronco Encefálico, provocando mudanças neuroquímicas e neurofisiológicas, tanto nos circuitos cerebrais sinápticos, quanto nos extrassinápticos (células da glia) (Wildenberg J, Tyler M, Danilov Y et AL, 2011).

O equipamento de substituição sensorial BrainPort informa a variação do posicionamento da cabeça para qualquer direção, por meio de um acelerômetro que detecta a inclinação do corpo e envia o estímulo eletrotátil na língua na direção em que ocorreu o desvio. Com a informação adicional, o sujeito privado da aferência vestibular natural é informado sobre o desvio de seu corpo. (Danilov Y et al, 2007) O Brainport mostrou-se efetivo em pacientes com arreflexia vestibular bilateral submetidos a treinamento do equilíbrio com o equipamento. (Barros C, Bittar R, Danilov Y ,2010).

Trabalho recente de Wildenberg et AL (2011) demonstra melhora da organização sensorial, equilíbrio, postura, marcha e cognição em pacientes submetidos a treinamento com PoNS durante duas semanas de tratamento.

3.3.2 Estimulação galvânica

A estimulação galvânica vestibular é uma técnica que utiliza corrente elétrica aplicada por via transcutânea por meio de eletrodos colocados nas mastoides. A corrente aplicada promove o aumento de disparos das células sensoriais labirínticas no lado do cátodo e inibição do lado do ânodo. O estímulo diferencial promove o deslocamento do corpo para o lado do ânodo e interfere no controle da postura. Há descrição do efeito positivo do estimulador quando utilizado em conjunto com a RV. As respostas dos músculos envolvidos no equilíbrio corporal são facilitadas e evocam correções posturais adequadas (Carmona S et al. 2011).

3.3.3 Biofeedback auditivo

Os equipamentos de biofeedback auditivo convertem as acelerações do tronco do indivíduo em um sinal sonoro modulado pela frequência, nível e oscilações corporais. O paciente que não possui informação vestibular é treinado a compreender a variação sonora como desvio corporal, que lhe informa o lado ou a direção para a qual esse desvio ocorreu, auxiliando assim a correção postural.

Dozza et al. (2005) descreveram os benefícios do treinamento de biofeedback auditivo em indivíduos com perdas vestibulares. Houve melhora da oscilação corporal através de treino em superfícies instáveis e de olhos fechados, que foi atribuída a um controle mais apurado do SNC. Há ainda

indícios de sua efetividade no controle do equilíbrio, principalmente no plano laterolateral, em pacientes com comprometimento vestibular bilateral (Hegeman J. et al, 2005) e em doenças otolíticas (Basta et al.,2008).

Meldrim D et al (2012), consideram que equipamentos de realidade virtual, como os videogames, são instrumentos de feedback auditivo e visual que incrementam a intensidade do exercício. Utilizando a realidade virtual, Zanoni e Ganança (2013) relatam bons resultados no tratamento de vestibulopatas.

3.3.4 Neurofeedback vibrotátil

Dozza M. et al. (2007) mostraram pela primeira vez a eficácia de um equipamento de biofeedback vibrotátil aplicado na lateral do tronco, com consequente aumento da estabilidade postural e melhora no alinhamento do centro de massa.

Janssen M et al. (2010) treinaram 20 pacientes com arreflexia vestibular bilateral: dez utilizando o biofeedback vibrotátil e 10 sem o biofeedback (grupo placebo). Utilizaram um equipamento de biofeedback vibrotátil que contém um sensor de inclinação colocado no tronco ou na cabeça e 12 pequenos vibradores na cintura dispostos em ângulo de 30° entre eles. No grupo de estudo, quatro sujeitos apresentaram mudanças significativas do equilíbrio quando o equipamento foi colocado na cabeça, contra apenas uma melhora com o sensor colocado no tronco. Seis indivíduos não mostraram benefício. Desempenho semelhante ao relatado foi encontrado no grupo placebo. Dessa forma, os autores concluem que há outros efeitos, que não o *feedback*, que

influenciaram o equilíbrio corporal desses indivíduos durante o experimento, como o aumento da auto confiança e do estado de alerta.

Mais recentemente, Sienko, Balkwill, and Wall, (2012) desenvolveram um equipamento de biofeedback vibrotátil multiaxial, com três linhas por 16 colunas de eletrodos de contato ao longo do tronco. Seis indivíduos vestibulopatas foram avaliados durante perturbações na superfície de apoio, com e sem o uso de *feedback*. Concluíram que o *feedback* diminuiu a oscilação corporal e o tempo necessário para a recuperação da postura.

3.3.4.1 Vertiguard®

Basta e Ernst (2011) acreditam que o uso de biofeedback vibrotátil como informação da oscilação corporal é mais eficaz que o biofeedback auditivo e visual porque a resposta para o estímulo vibrotátil é mais rápida. Segundo os autores, a utilização de um sistema de *feedback* sensorial favorece a compensação central de forma significativa (Basta, D. e Ernst, A. 2008).

Basta e Ernst (2011) publicaram o primeiro estudo com o biofeedback vibrotátil Vertiguard®. Em estudo piloto controlado duplo-cego, 36 pacientes foram distribuídos em cinco grupos com distúrbios vestibulares de diferentes etiologias. Observaram redução significativa da oscilação corporal após treinamento com o equipamento de Vertiguard®.

Basta D. et al (2011), realizaram estudo com 105 pacientes que apresentavam distúrbios do equilíbrio de diferentes etiologias distribuindo-os em dois grupos: estudo e placebo. O treinamento com o Vertiguard® foi feito

diariamente por 15 minutos, durante 15 dias. Foi observada melhora da oscilação do tronco e tornozelo apenas no grupo de estudo e não no grupo controle. Apenas o grupo de estudo apresentou melhora do índice de equilíbrio medido pela posturografia dinâmica computadorizada e redução da pontuação do DHI. Os resultados obtidos sugerem que o uso do Vertiguard[®] melhora o controle da postura e da marcha, com redução significativa da oscilação corporal.

O Vertiguard[®] também foi utilizado no treinamento de 10 pacientes com Doença de Parkinson, com o intuito de melhorar a estabilidade corporal. Nestes casos, o elevado número de quedas confere alta morbidade à doença (Bloem R. et al, 2001) e o tratamento medicamentoso não atua no equilíbrio e na marcha. A avaliação inicial foi feita através do *SBDT (standard balance deficit test)* do Vertiguard[®], do TIS (teste de integração sensorial na posturografia dinâmica), do DHI e do *ABC (activity-specific balance confidence scale)*. Após o treinamento padrão com o Vertiguard[®] foi encontrada diferença estatisticamente significativa na estabilidade corporal, diminuição do número de quedas e de pontuação dos *DHI*, *ABC* e no TIS. Os resultados foram ainda superiores ao tratamento dos mesmos pacientes quando treinados com a PDC (Rossi-Izquierdo M et al., 2009) (Rossi-Izquierdo M et al., 2012).

O trabalho mais recente utilizando a versão do Vertiguard para avaliação, a chamada posturografia do movimento, objetivou investigar a oscilação do centro de massa corporal nas atividades de vida diária e suas alterações decorrentes da idade, através da análise da oscilação corporal em pacientes pareados por idade e sexo; sendo 246 indivíduos sem qualquer queixa ou alteração do sistema vestibular no grupo controle, e 76 indivíduos com idades entre 33 e 76

anos com alterações vestibulares e/ou do equilíbrio corporal de diferentes etiologias no grupo estudo. A influência da oscilação do tronco com o aumento da idade cronológica foi observada em apenas cinco das 17 provas de equilíbrio, presentes nas condições que exigem maior esforço osteomuscular e coordenação (subir escadas ou apoio unipodal). A dependência visual no controle da postura foi proporcionalmente maior conforme o aumento da faixa etária, justificada pela diminuição das informações proprioceptivas. A oscilação do tronco diminuiu significativamente durante as tarefas andando entre 60 e 89 anos, explicada pelo fato de que os idosos utilizam essa estratégia para evitar quedas. Concluíram que posturografia móvel é uma boa ferramenta para avaliação dos déficits posturais nas atividades da vida diária. (Basta D, et al, 2013).

4 MÉTODOS

Protocolo de pesquisa número 0896/09 apresentado ao Departamento de Oftalmologia e Otorrinolaringologia, aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em 25 de agosto de 2010.

4.1 CASUÍSTICA

Todos os pacientes da amostra são oriundos do Ambulatório de Otoneurologia do Departamento de Otorrinolaringologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Fazem parte da amostra inicial 15 indivíduos, cinco mulheres e nove homens, com idade variando entre 55 e 87 anos, média de 70,92 +/- 10,58 anos.

4.1.1 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- maiores de 18 anos
- ambos os sexos
- diagnóstico de disfunção vestibular tratada por RV
- presença de queixas de desequilíbrio e/ou alteração da marcha

- tratamento prévio com Reabilitação Vestibular e autopercepção de melhora clínica menor que 70% ao final da terapia
- assinar o termo de ciência e consentimento livre pós-esclarecido (Anexo 1)

4.1.2 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

- alterações neurológicas ou ortopédicas, que impeçam a realização da Posturografia Dinâmica Computadorizada e/ou da prova de Equilíbrio Estático e Dinâmico com o equipamento Vertiguard®.

4.2 MATERIAL

4.2.1 QUESTIONÁRIOS

4.2.1.1 DHI Brasileiro (Versão brasileira, Castro A et al, 2007) (Anexo 2)

O DHI - *dizziness handicap inventory* - avalia e quantifica a interferência da tontura na qualidade de vida. Foi adaptado culturalmente à população brasileira.

É composto por 25 questões, das quais:

- 7 avaliam os **aspectos físicos** (o quanto os movimentos ou ações desencadeiam ou pioram a tontura).

- 9 avaliam os **aspectos funcionais** (o quanto a tontura limita as atividades de vida diária).
- 9 avaliam os **aspectos emocionais** (o quanto a tontura desencadeia sentimentos como insegurança, medo, depressão ou prejudica o convívio social) (Jacobson e Newman, 1990).

O paciente deve responder as 25 questões, utilizando “sim”, que corresponde a 4 pontos; “às vezes”, que corresponde a 2 pontos; e “não”, que corresponde a 0. Portanto, quanto maior sua pontuação, pior se encontra sua qualidade de vida.

O questionário DHI foi aplicado antes e após o tratamento com o Vertiguard.

4.2.1.2 ABC Scale - The Activities-specific Balance Confidence Scale-

Escala ABC (Versão Brasileira – Mendes YC, Taddei UT, Marques AP 2008) (Anexo 3)

O questionário ABC quantifica o nível de autopercepção das alterações do equilíbrio corporal, auxiliando na escolha das intervenções apropriadas (Powell LE e Myers AM, 1995). Foi traduzido, adaptado e validado para o português, levando em conta os fatores socioculturais (Mendes Y C, Taddei U T, Marques A P, 2008). O paciente quantifica em porcentagem de 0% a 100% sua autoconfiança na realização de tarefas em situação de vida diária. Portanto, quanto maior a porcentagem, maior sua autoconfiança.

A escala ABC foi aplicada antes e após o tratamento com o Vertiguard®.

4.2.2 EQUIPAMENTOS

4.2.2.1 Posturografia Dinâmica Computadorizada (PDC) – *NeuroCom International Inc., Smart Equitest System*

Para a avaliação do Equilíbrio Corporal pela Posturografia Dinâmica Computadorizada, foi utilizado o Teste de Integração Sensorial (TIS), que submete o indivíduo a seis diferentes condições em que a manutenção postural depende da integração das informações visuais, vestibulares e somatossensoriais (Figura 1).

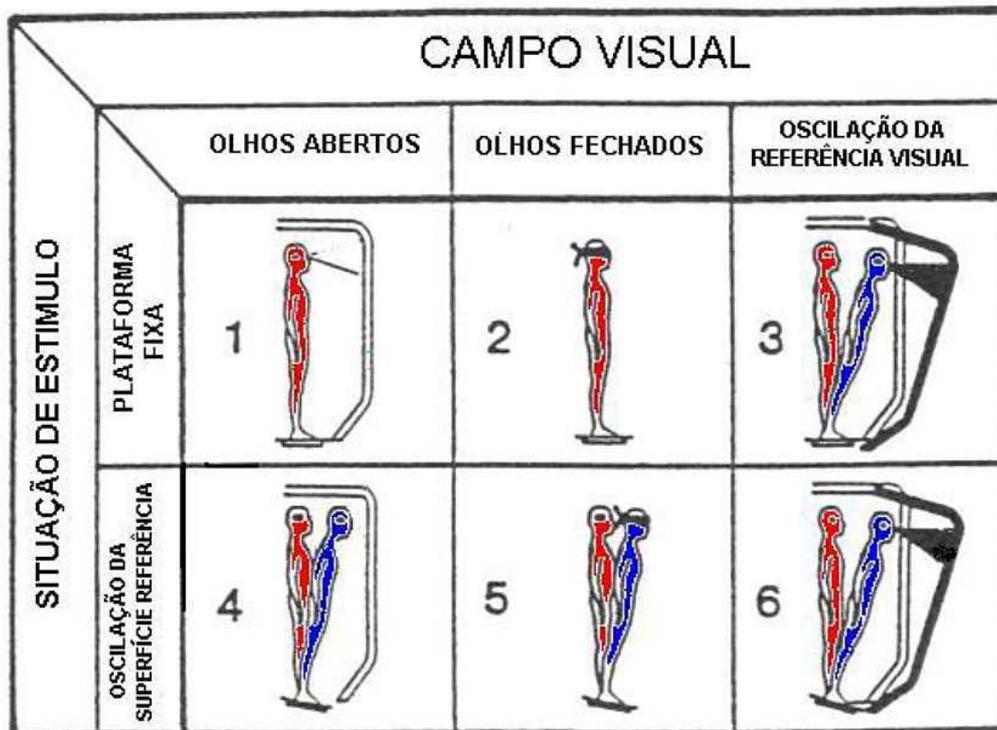


Figura 1 - Condições avaliadas pelo TIS na posturografia dinâmica computadorizada

Condição 1 (C1) – paciente em pé de olhos abertos, plataforma fixa

Condição 2 (C2) – paciente em pé de olhos fechados, plataforma fixa

Condição 3 (C3) – paciente em pé de olhos abertos, plataforma fixa, com deslocamento do campo visual

Condição 4 (C4) – paciente em pé de olhos abertos, com movimentação da plataforma

Condição 5 (C5) – paciente em pé de olhos fechados, com movimentação da plataforma

Condição 6 (C6) – paciente em pé de olhos abertos, com movimentação da plataforma e do campo visual

Índice de equilíbrio (IE) – média ponderada de todos os resultados numéricos das condições de I a VI.

Para a interpretação final do exame, foram utilizados os valores numéricos obtidos nas condições de I a VI. Considerou-se ainda o índice final de equilíbrio (IE), que corresponde à média ponderada das somatórias dos resultados de todas as condições sensoriais (Furman JM, 1994) (Furman JM, 1995).

4.2.2.2 Posturografia de marcha - Vertiguard® - Hospital of the Charité

Medical School, University of Berlin, protocolo EA 1/178/05

O sistema Vertiguard® é uma interface homem-máquina (IHM) que possui duas funções: a) **avaliação** - investigação inicial do equilíbrio estático e do equilíbrio dinâmico e b) **treinamento** – estímulo vibrotátil utilizado como informação adicional ao treinamento de equilíbrio e marcha. É composto por uma unidade principal e um cinto ajustável, onde estão acoplados uma unidade

principal de registro e quatro estimuladores táteis (vibradores), que devem ser colocados na cintura do paciente, mantendo um ângulo de 90° entre eles (frente, atrás, direito e esquerdo).



Figura 2 - Equipamento Vertiguard: unidade principal e os 4 estimuladores



Figura 3 - Equipamento Vertiguard: observa-se o equipamento preso à cintura de um paciente - são visualizados a unidade principal e os vibradores acoplados ao cinto

A unidade principal contém um compartimento para as baterias e dois giroscópios embutidos. Essa unidade é capaz de captar as oscilações do tronco em relação ao centro de massa, tanto no sentido laterolateral (*roll*)

quanto no sentido anteroposterior (*pitch*). Na função de **avaliação**, a unidade é acoplada ao computador. Os dados obtidos pelos testes realizados pelo paciente são analisados e armazenados por um software específico, capaz de gerar um gráfico, que é arquivado para posterior comparação com novas avaliações (Figura 4).

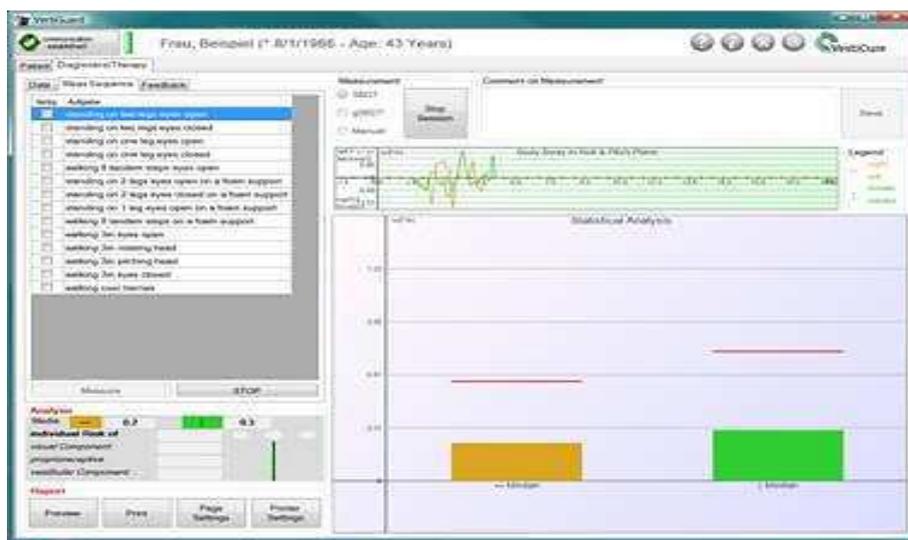


Figura 4 - Imagem observada na tela do computador durante a execução de um teste

4.2.2.2.1 Protocolo de avaliação Vertiguard®

O protocolo de avaliação consta de uma sequência de testes de postura e marcha sob diferentes condições sensoriais (olhos abertos / fechados, superfície firme e instável - espuma), com tarefas que correspondem a situações rotineiras da vida cotidiana. A sequência de testes monitorados pelo equipamento mimetiza a escala ABC. Há uma pequena variação nos testes do protocolo de acordo com a idade: o SBDT (*standard balance déficit test*) para adultos e o GSBDT (*geriatric balance déficit test*) para pessoas com idade

superior a 60 anos. O protocolo padrão utilizado para os testes de postura e marcha é descrito a seguir:

1. Paciente em pé com olhos abertos
2. Paciente em pé com olhos fechados
3. Paciente apoiado sobre um pé com olhos abertos
4. Paciente apoiado sobre um pé com olhos fechados (apenas para pacientes com menos de 60 anos)
5. Paciente marchando, oito passos tocando o calcanhar com o hálux (Marcha Tandem)
6. Paciente em pé com olhos abertos sobre uma superfície de espuma
7. Paciente em pé com olhos fechados sobre uma superfície de espuma
8. Paciente apoiado sobre um pé com olhos abertos, sobre uma superfície de espuma (apenas para pacientes com menos de 60 anos)
9. Paciente apoiado sobre um pé com olhos fechados sobre uma superfície de espuma (apenas para pacientes com menos de 60 anos)
10. Paciente marchando oito passos tocando o calcanhar com o hálux (Marcha Tandem) sobre uma superfície de espuma
11. Caminhar três metros
12. Caminhar três metros executando movimentos circulares da cabeça
13. Caminhar três metros executando movimentos com a cabeça para cima e para baixo
14. Caminhar com os olhos fechados por três metros.
15. Saltar uma sequência de seis obstáculos
16. Sentar em uma cadeira (para sujeitos com mais de 60 anos)
17. Levantar de uma cadeira (para sujeitos com mais de 60 anos)

Ao final da análise, o Vertiguard[®] fornece um gráfico contendo todas as situações testadas, com os resultados dados em forma de porcentagem, e também em graus por segundo (°/s). Esses resultados, observados na tela do computador, traduzem o deslocamento corporal: quanto maior a oscilação corporal em graus, menor a estabilidade do indivíduo e maior o índice de oscilação fornecido em porcentagem. São consideradas normais as porcentagens que alcançam 100% e variam conforme idade e gênero. Os resultados em porcentagem e em graus por segundo são observados logo abaixo de cada teste realizado. A representação gráfica é visualizada em barras amarelas e verdes. O gráfico superior, em amarelo, refere-se à oscilação corporal laterolateral enquanto o de baixo em verde exprime a oscilação anteroposterior. O equipamento fornece ainda o Risco Individual de Queda, que expressa a dificuldade real do indivíduo na manutenção postural em função de sua idade e gênero. Os sujeitos que apresentam mais que o dobro da oscilação corporal esperada para a sua idade e gênero ultrapassam o seu limite de estabilidade e correm o risco de cair. Esse risco é expresso em porcentagem e determinado em relação à sua gravidade em três cores: risco baixo (verde) de 0% a 40%; risco médio (amarelo) de 41% a 60% e alto risco (vermelho) acima de 60%. A visualização gráfica do que foi exposto pode ser observada na figura 5

VertiGuard® Body Sway Analysis

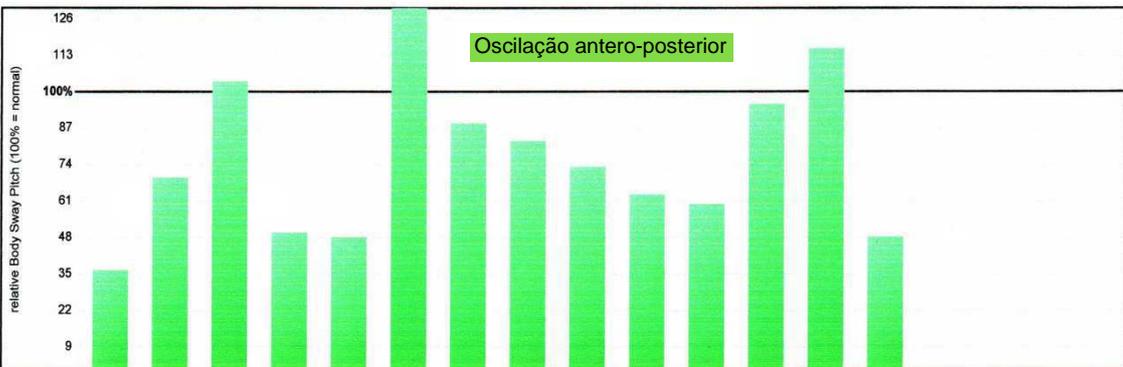
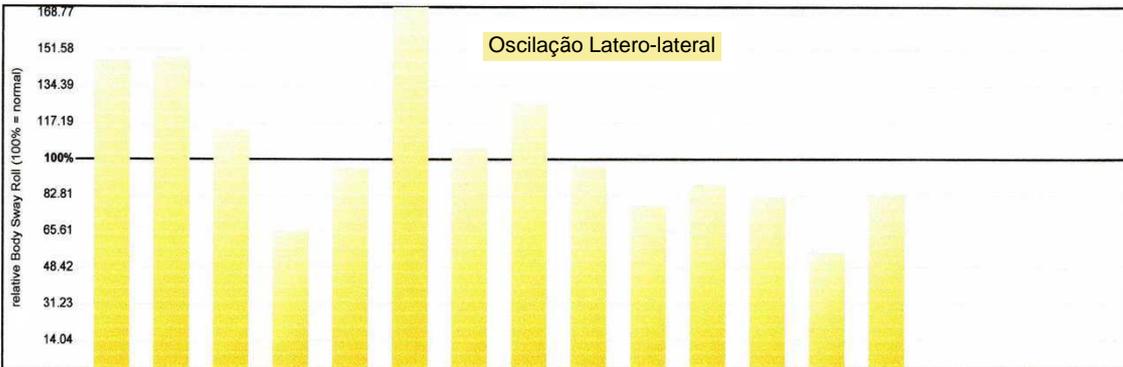


Name Affix, Last Name, Title: _____ First Name, Middle Name: _____ Date of Birth: 6/27/1943 Insurance Policy No.: (130) ID (internal ID)
 Street: _____ Phone Private: _____ Gender: male Size: 169.00 cm Weight: 73.00 kg
 Postal Code, City: _____ Phone Office: _____ Family Doctor: _____ Medical Specialist: _____

gSBDT vom 2/27/2013 (ID 266)

Task	Median	↔	↔ / Norm	↓	↓ / Norm
standing on two legs eyes open	0.44"/s	147%	37%	0.22"/s	37%
standing on two legs eyes closed	0.51"/s	148%	69%	0.44"/s	69%
standing on one leg eyes open	1.54"/s	114%	104%	1.76"/s	104%
walking 8 tandem steps eyes open	3.08"/s	66%	50%	2.93"/s	50%
standing on 2 legs eyes open	0.59"/s	96%	48%	0.44"/s	48%
standing on 2 legs eyes open on a foam support	1.32"/s	172%	130%	1.39"/s	130%
walking 8 tandem steps on a foam support	6.37"/s	106%	89%	6.52"/s	89%
walking 3m eyes open	5.64"/s	126%	82%	6.01"/s	82%
walking 3m eyes closed	4.62"/s	96%	73%	4.47"/s	73%
walking 3m rotating head	4.18"/s	78%	63%	4.47"/s	63%
walking 3m pitching head	3.88"/s	88%	60%	4.18"/s	60%
walking 3m eyes closed	7.69"/s	82%	96%	10.48"/s	96%
sit down	8.94"/s	56%	116%	20.59"/s	116%
stand up	12.01"/s	83%	48%	7.77"/s	48%

individual Risk of falling 45% Risk of Falling Indicator visual Component 40% Risco de queda
proprioceptive Component 35%
vestibular Component 25%



VertiGuard® PC Software (VertiGuard) v1 0.0.1 © 2006 VestiCure GmbH

Figura 5 - Gráfico observado na tela do computador ao término do teste

O cálculo do Risco de Queda é feito a partir da relação da soma dos resultados de todos os exames testados no SBDT / GSBDT dividida pelo número de testes realizados. Esse cálculo é expresso pela fórmula:

onde:

$$\frac{(\sum p + \sum r) \times 100}{n \times 100}$$

p = pitch (oscilação anteroposterior) valores em porcentagem

r = roll sway (oscilação laterolateral) valores em porcentagem

n = número total de testes realizados

Nesse mesmo quadro em que consta o Risco de Queda, pode-se ainda observar o peso individual das estratégias sensoriais utilizadas na manutenção do equilíbrio, a saber: vestibular, visual e proprioceptiva. Esse índice é expresso em porcentagem e os valores referem-se aos valores obtidos pelo indivíduo em relação à pontuação de pessoas saudáveis com a mesma idade e sexo. O valor de 33% é considerado normal e delimita a importância da estratégia sensorial avaliada. Valores abaixo de 33% significam baixa utilização do componente sensorial em questão, enquanto valores acima de 33% sugerem sua utilização preferencial.

4.2.2.2 Programa de treinamento Vertiguard®

A partir dos resultados obtidos pelo modo de avaliação ao início da terapia, o treinamento é elaborado automaticamente pelo equipamento de acordo com o desempenho do paciente em cada tarefa executada. São selecionados os piores desempenhos nos diferentes testes até um máximo de

seis. O programa de treinamento quantifica a intensidade do retorno vibrotátil que é proporcional à oscilação corporal. A cada desvio do tronco, o estimulador tátil posicionado no ângulo de desvio emite uma vibração proporcional a esse mesmo ângulo. O paciente é orientado a corrigir a postura em direção contrária ao estímulo vibratório percebido e reposicionar o centro de massa em sua posição neutra. A partir de estudos clínicos, ficou determinado que o treinamento mais efetivo tem a duração de 10 dias; sendo cinco dias de treino, dois dias de repouso e mais cinco dias de treino. As sessões duram em média 30 minutos. Cada uma das situações de pior desempenho é repetida sequencialmente cinco vezes, diariamente, durante os 10 dias de terapia. Esses programas de treino são memorizados em seis botões presentes na unidade principal: P1, P2, P3, P4, P5 e P6. Ao final do período nova avaliação é realizada e os resultados são facilmente comparados ao desempenho inicial. (Figura 6)



Figura 6 - Vertiguard[®] e os 6 botões que memorizam os programas de treinamento: P1 a P6

4.3 MÉTODO

4.3.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA

Previamente à seleção para este estudo, os pacientes seguiram o protocolo de atendimento para aceitação no Ambulatório de Otoneurologia do HCFMUSP, que inclui anamnese, exame otoneurológico completo, testes sorológicos, diagnóstico por imagem e avaliação psicológica. Seguiram então o tratamento etiológico, medicamentoso sempre que indicado. Após o acompanhamento médico, iniciaram a terapia de RV por protocolos convencionais e exercícios personalizados, de acordo com a queixa e o diagnóstico, adaptado às limitações individuais. O tempo de tratamento foi variável na decorrência das premissas anteriores individualizados para cada um dos sujeitos (Nishino L et al, 2005) (Bittar R, Pedalini M, Formigoni L, 2000). Por ocasião da alta da RV os pacientes foram avaliados por uma escala de autopercepção da tontura, para quantificar a melhora clínica referida após o tratamento. Considerou-se a resposta de 100% a melhor resposta possível ao tratamento, enquanto 0% correspondeu a ausência de qualquer melhora. Quando a percepção individual de melhora foi menor que 70% foi proposto o protocolo de RV de substituição sensorial com o Vertiguard[®]. A partir de então, os pacientes que cumpriram os critérios de inclusão, exclusão e aceitaram participar do estudo foram incluídos na pesquisa.

Após admissão no grupo de pesquisa, os indivíduos foram distribuídos segundo lista de randomização em dois grupos:

1. **Grupo de estudo (GE):** Que compreendeu oito indivíduos que fizeram a avaliação e o treinamento com o Vertiguard[®] funcionando normalmente.
2. **Grupo controle (GC):** Composto por sete indivíduos que fizeram a avaliação, mas treinaram com o equipamento desligado.

4.3.2 INTERVENÇÃO

Antes de iniciar o treinamento, todos os pacientes foram submetidos à PDC e os questionários DHI e ABC no primeiro dia de estudo (Dia 1). Os mesmos passos foram repetidos após o final do tratamento (Dia 12). Após avaliação inicial, todos realizaram o **modo avaliação** com o Vertiguard® com a finalidade de identificar os seis testes em que o sujeito apresentou maior dificuldade. Após identificação individual e programação do **modo treinamento** do Vertiguard®, os sujeitos realizaram dez sessões no total, cinco dias de treino, dois dias de descanso e mais cinco dias de treino. O período total de tratamento totalizou 12 dias. Para cada dia de treino, foram realizadas cinco repetições de 20 segundos de estimulação para cada uma das seis piores situações do teste inicial do Vertiguard®. Após a última sessão de treino, o paciente foi submetido a uma nova PDC e respondeu novamente aos questionários. A sequência de intervenções descritas pode ser visualizada na FIGURA 7.

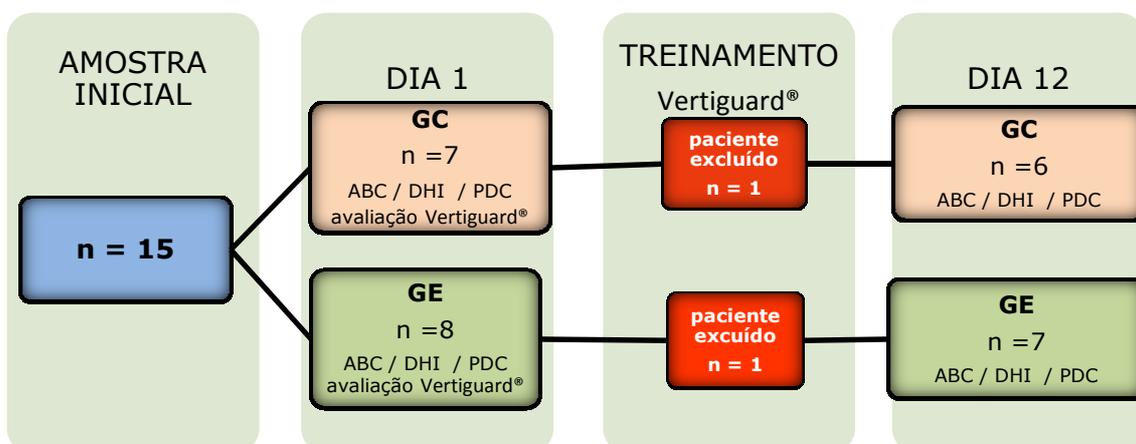


Figura 7 - Organograma dos tempos seguidos pelos pacientes que participaram do estudo

4.3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram consideradas variáveis de análise o gênero e idade dos participantes do estudo, as respostas obtidas nos questionários DHI e ABC, as respostas vestibulares à prova calórica e as condições de teste da PDC: C4, C5, C6 e IE. Os dados foram computados em planilhas individuais e submetidos à análise estatística.

Foram utilizadas medidas descritivas dos dados por meio de médias e erros padrões ou medianas e intervalos interquartílicos, no caso das variáveis quantitativas normais e não normais, respectivamente. Para verificar o ajuste das variáveis à distribuição normal foi aplicado o Teste de *Kolmogorov-Smirnov*. Considerando-se a distribuição normal, as condições posturográficas foram avaliadas pelo teste t de *Student*. Para estudo das demais variáveis quantitativas foi utilizado o teste *Kruskal-wallis*, especialmente indicado por se tratar de pequenas amostras.

Para as conclusões foi considerado um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$).

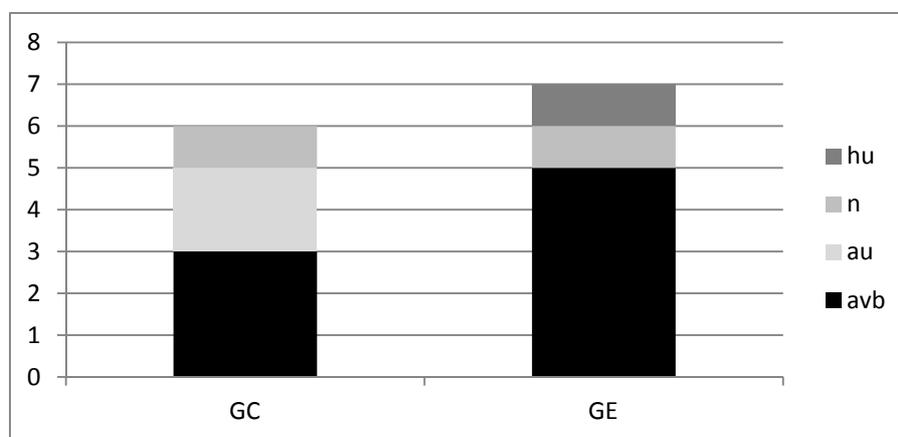
5 RESULTADOS

Foram selecionados inicialmente vinte pacientes que se enquadravam nos critérios de inclusão estabelecidos. Apenas quinze sujeitos concordaram em participar do estudo. Durante o transcorrer do projeto, dois destes (13% da amostra) não puderam concluir o protocolo por questões de saúde. A idade dos sujeitos variou de 55 a 87 anos, média de 71,3 anos +/- 10,8: nove (69,3%) do sexo masculino e quatro (30,7%) do sexo feminino. A etiologia do distúrbio de equilíbrio corporal e a função vestibular apresentadas no início da intervenção podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Apresentação dos GC e GE segundo idade, sexo, função vestibular e etiologia do desequilíbrio corporal

	IDADE	SEXO	FUNÇÃO LABIRÍNTICA	ETIOLOGIA
G.CONTROLE	55	M	Hiporreflexia bilateral	convulsão
	73	M	Hiporreflexia bilateral	IVB
	79	F	Hiporreflexia bilateral	SDI
	87	F	Normorreflexia	metabólica/ SDI
	82	F	Arreflexia unilateral	metabólica
	55	M	Arreflexia unilateral	surdez súbita
G.ESTUDO	84	F	Hiporreflexia unilateral	idiopática
	62	M	Hiporreflexia bilateral	fratura labirinto D
	64	M	Hiporreflexia bilateral	traumatismo
	77	M	Normorreflexia	metabólico
	79	M	Hiporreflexia bilateral	SDI
	64	M	Arreflexia bilateral	idiopática
	67	M	Hiporreflexia bilateral	hepatite c

Conforme representação gráfica, a maioria dos pacientes selecionados que obtiveram resultados insatisfatórios na RV, apresentam ausência ou hipofunção labiríntica bilateral (respostas pós-calóricas ausentes ou hiporreflexas abaixo de 4%). Dois indivíduos apresentam respostas normorreflexas bilateralmente, porém assimétricas. Dois apresentam arreflexia unilateral e um apresenta respostas hiporreflexas unilateralmente (Figura 8).



Legenda: Hiporreflexia unilateral (hu); normorreflexia (n); arreflexia unilateral (au); arreflexia vestibular bilateral (avb)

Figura 8 - Representação gráfica na função labiríntica dos GC e GE

Quando avaliadas as condições posturográficas ao início do experimento, não foi observada diferença estatística de C4, C5, C6 e IE entre GC e GE, caracterizando-os como grupos homogêneos ($p > 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores obtidos em porcentagem nas medidas posturográficas C4, C5, C6 e IE antes da intervenção nos grupos estudo controle

PDC	GC	GE	<i>p</i>
	PRE (%)	PRE (%)	
C4	62,44	55,23	$p > 0,05$
C5	34,83	26,85	$p > 0,05$
C6	43,33	15,85	$p > 0,05$
IE	62,16	57,42	$p > 0,05$

No GC observa-se melhora numérica nas condições 4, 5 e 6 da PDC, após treinamento com estímulo placebo, sem diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Há diferença estatisticamente significativa ($p = 0,028$) entre as medidas inicial e final no IE.

Tabela 3 - Valores obtidos em porcentagem nas medidas posturográficas de C4, C5, C6 e IE antes e após intervenção no grupo controle.

PACIENTE	cond.4		cond.5		cond.6		I.E.	
	PRÉ (%)	PÓS (%)						
1	67,67	78,67	63,67	65,00	63,00	76,33	72,00	80,00
2	79,33	83,33	67,67	74,33	61,00	73,67	78,00	84,00
3	13,67	60,00	0	0	0	0	34,00	44,00
4	69,00	88,00	0	42,67	48,67	61,33	57,00	74,00
5	58,33	59,00	20,67	47,33	15,33	52,33	52,00	66,00
6	86,67	69,00	57,00	64,00	72,00	60,67	80,00	77,00

O GE apresentou melhora estatisticamente significativa em C5 ($p = 0,007$) e C6 ($p = 0,012$) da posturografia computadorizada dinâmica após treinamento com o equipamento. Observa-se melhora no IE em cinco dos sete pacientes do GE, porém, sem diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$).

Tabela 4 - Valores obtidos em porcentagem nas medidas posturográficas de C4, C5, C6 e IE antes e após intervenção no grupo de estudo

PACIENTE	cond.4		cond.5		cond.6		I.E.	
	PRÉ (%)	PÓS (%)						
1	68,00	73,33	14,67	44,00	0	24,67	62,00	50,00
2	73,00	75,67	39,67	53,00	24,00	46,00	61,00	71,00
3	27,67	84,33	8,33	56,67	0	58,00	39,00	76,00
4	76,00	82,33	55,33	80,67	64,00	73,00	76,00	84,00
5	77,00	84,67	15,33	62,67	0	37,00	52,00	74,00
6	0	74,33	0,00	0,00	0,00	0	50,00	46,00
7	65,00	70,33	54,67	75,67	23,00	49,67	62,00%	72,00

É possível observar que mesmo apresentando maior porcentagem de sujeitos com a função labiríntica comprometida bilateralmente, o GE apresentou melhora estatisticamente significativa nas condições 5 e 6, o que não ocorreu com GC (Figura 9).

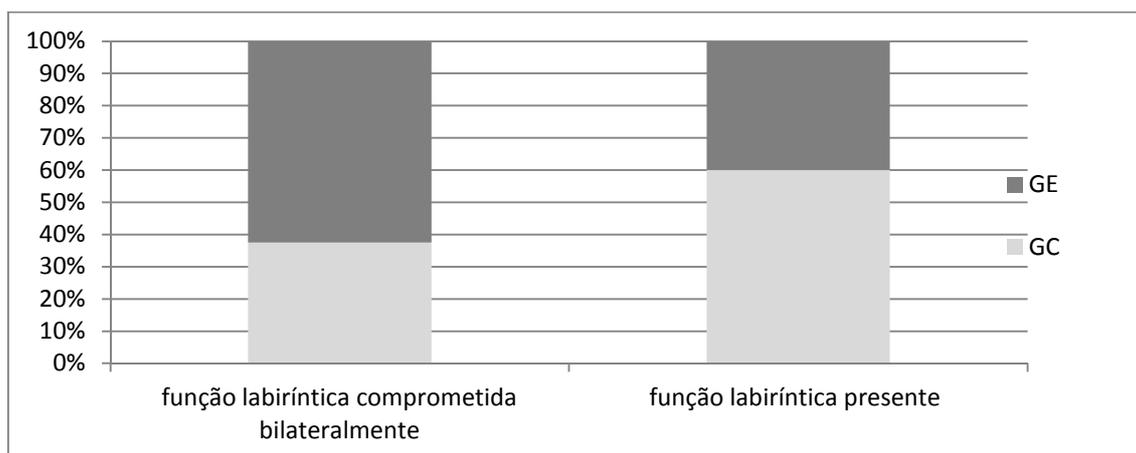


Figura 9 - Gráfico representativo da proporção de sujeitos que apresentavam função labiríntica presente ou ausente nos grupos de estudo (GE) e controle (GC)

No questionário de escala ABC, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes no nível de autoconfiança entre os GC e GE na fase pré-tratamento ($p=0,12$), tornando-os grupos homogêneos ao início do treinamento. Na fase pós-tratamento, a diferença entre os grupos GC e GE foi estatisticamente significativa ($p=0,04$), mostrando melhora dos índices apenas no grupo de estudo. Houve ainda diferença significativa entre o início e o final do tratamento de GE ($p=0,04$), mas não para o GC ($p=0,12$) (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores obtidos em porcentagem na escala ABC pelos grupos GC e GE antes e após o treinamento

ESCALA ABC	CONTROLE		ESTUDO	
	PRÉ (%)	PÓS (%)	PRÉ (%)	PÓS (%)
	58,84	69,68	68,66	88,03

No questionário DHI não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os resultados obtidos em GC e GE na fase pré-treinamento em todos os aspectos, físico, funcional ou emocional, caracterizando novamente os grupos como homogêneos.

Após o treinamento os grupos apresentaram diferença de respostas ($p=0,047$) apenas no aspecto funcional conforme observado na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores numéricos das médias obtidas no DHI pelos grupos GC e GE antes e após o treinamento quando comparadas as respostas iniciais e finais entre os dois grupos

DHI	PRÉ		PÓS	
ASPECTO FÍSICO	GC	GE	GC	GE
	17,66	13,71	10,33	5,42
<i>p</i>	0,8323		0,094	
ASPECTO FUNCIONAL	GC	GE	GC	GE
	19,33	18,85	14,33	7,71
<i>p</i>	0,6228		0,0470*	
DHI	PRÉ		PÓS	
ASPECTO EMOCIONAL	GC	GE	GC	GE
	15,66	15,71	10,66	8,85
<i>p</i>	0,9438		0,7773	

Os valores grafados com * apresentam significância estatística.

No Aspecto Físico, conforme tabela 7 abaixo, houve diferença significativa entre as fases pré e pós-treinamento em ambos os grupos, controle ($p=0,04$) e estudo ($p=0,0423$). No Aspecto Funcional, houve diferença significativa entre as fases pré e pós-treinamento apenas no grupo estudo

($p=0,0427$). Já no Aspecto Emocional, não foi encontrada diferença significativa entre as fases pré e pós-treinamento em ambos os grupos.

Tabela 7 - Valores numéricos das médias obtidas no DHI antes e após o treinamento pelos grupos GC e GE

DHI	GC		GE	
ASPECTO FÍSICO	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS
	17,66	10,33	13,71	5,42
<i>p</i>	0,0400*		0,0423*	
ASPECTO FUNCIONAL	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS
	19,33	14,33	18,85	7,71
<i>p</i>	0,0994		0,0427*	
ASPECTO EMOCIONAL	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS
	15,66	10,66	15,71	7,71
<i>p</i>	0,2196		0,1459	

Os valores grafados com * apresentam significância estatística.

6 DISCUSSÃO

Recente estudo epidemiológico na cidade de São Paulo determinou que a prevalência da queixa tontura é de 42% da população, estando o desequilíbrio presente em 14% da amostra. Observou-se também que a queixa de desequilíbrio aumenta em relação direta com a idade, atingindo seu pico máximo nos indivíduos acima de 65 anos. (Bittar R et Al, 2013) . Tais dados são relevantes quando estudamos a média de idade e a queixa referida pelos sujeitos que compõem a nossa amostra, que apresenta idade média de 71,3 anos (entre 55 e 87 anos), e que tem como queixa principal o desequilíbrio. Não são raros os relatos de queda, gerando insegurança, além de queixas como medo, depressão e até solidão. Nossos idosos vestibulopatas nem sempre têm a possibilidade de contar com o auxílio de parentes ou amigos que os acompanhem em tarefas fora de casa. Daí a importância de uma abordagem que melhore a qualidade de vida dessa população, aumentando a autoconfiança ao realizar suas tarefas em casa e fora dela.

As informações visuais, vestibulares, auditivas (Baloh R, Honruia V, 2001) e proprioceptivas, fornecidas pelos mecanorreceptores dos músculos e receptores sensoriais da pele (M Magnusson et al., 1990), são integradas e processadas no Tronco Cerebral. Essas aferências são constantemente reavaliadas e desencadeiam respostas do córtex motor, que são expressas por discreta e constante oscilação do corpo para a manutenção da postura. Quanto menor a oscilação corporal, melhor desempenho do sistema de manutenção

postural (Enbom H, 1990). Quando a informação do sistema vestibular é ineficiente, o uso da substituição sensorial (SS) é um elemento facilitador no processo de estabilização da postura e da marcha (Janssen M et al, 2012). A informação vibratória que o Vertiguard® fornece, auxilia o sujeito a perceber a direção em que ocorre o deslocamento corporal inadequado, comprometido nos indivíduos que fizeram parte deste estudo, sabidamente por hipofunção vestibular ou por assimetria de informações entre os dois labirintos.

A seleção dos pacientes seguiu os Critérios de Inclusão e Exclusão estabelecidos. Todos os pacientes apresentavam comprometimento da função vestibular e alteração importante do equilíbrio corporal, notadamente o desequilíbrio. Todos eles eram sujeitos de difícil tratamento, pois já haviam sido submetidos à reabilitação vestibular prévia, com resposta limitada à terapia. A distribuição dos indivíduos entre os grupos de treinamento foi feita por lista de randomização.

Não foi possível que o treinamento fosse elaborado como duplo-cego por dois motivos principais. O primeiro é a característica do equipamento, que emite sinal sonoro quando vibra, tornando fácil a identificação pelo terapeuta de sua ativação pelo deslocamento corporal anômalo do paciente em treinamento. O segundo é a necessidade de seu manuseio por profissional habilitado e treinado que deve estar ao lado do paciente em tempo integral para evitar possível queda. Essa atenção se justifica no fato de que a amostra é composta por pacientes idosos que carecem de boa informação vestibular, apresentam alto risco de queda e já apresentam histórico de resposta comprometida em intervenção terapêutica anterior. Par evitar viés de abordagem terapêutica dos

indivíduos, tomamos o cuidado de fornecer exatamente as mesmas ordens e orientações aos pacientes de ambos os grupos.

Dentre os 20 indivíduos selecionados, apenas quinze deles aderiram ao tratamento. O principal fator limitante foi a ausência de um familiar ou outra pessoa que pudesse acompanhar o paciente ao hospital diariamente, durante duas semanas. Perdemos ainda dois indivíduos da amostra por agravamento de problemas de saúde prévios. Durante o treinamento, um dos pacientes apresentou piora de sua cardiopatia, e o outro, que apresentava um importante quadro de perda de memória, faltou ao treinamento várias vezes, não seguindo o protocolo exigido pelo estudo. Todos os pacientes do GC foram convidados a realizar novo treinamento, desta vez utilizando a informação vibrotátil adequada.

Segundo os dados do questionário DHI que como se sabe, quantifica a incapacitação gerada pela tontura (Castro A et al., 2007), não foram encontradas diferenças significantes entre GE e GC, caracterizando-os como grupos homogêneos. Esse resultado apresenta fundamental importância quando iniciamos um tratamento, pois, a diferença entre os grupos selecionados certamente implicaria em viés de resultado e o tornaria não confiável. Ainda com respeito do DHI, quando avaliado o desempenho dos grupos estudo e controle individualmente, pudemos constatar a melhora do **aspecto funcional** após o tratamento apenas no GE. Essa diferença sugere que apenas o grupo tratado apresentou redução da interferência de sua tontura em suas tarefas diárias após a abordagem terapêutica, constatando a eficácia do treinamento associado à SS. Os pacientes do GE sentiram-se mais seguros no desempenho de suas atividades apesar de suas limitações físicas.

O mesmo não ocorreu no grupo controle. Pudemos ainda observar que ambos os grupos obtiveram melhora significativa do **aspecto físico** do DHI após a intervenção. Esse resultado pode ser explicado pelo exercício físico intenso realizado durante o período por sujeitos anteriormente restritos em função de sua limitação de movimento. Em contrapartida, ambos os grupos não obtiveram diferença no **aspecto emocional** entre as fases pré e pós-treinamento. Os pacientes não apresentaram diferença do impacto emocional provocados pela tontura em sua vida após a intervenção.

O nível de autoconfiança, mensurado através do questionário ABC melhorou numericamente tanto no GC e GE, porém, foi estatisticamente significativa apenas no grupo que recebeu o estímulo vibrotátil. Embora seja evidente o aproveitamento do estímulo extra, fornecido aos sujeitos, a repetição de tarefas propicia e justifica a melhora do equilíbrio referida nos indivíduos que seguiram o protocolo sem a vibração. Devemos ainda lembrar que o processo terapêutico ajuda o paciente a vencer o medo e a ansiedade antecipatória, que por vezes precede as atividades que desencadeiam a tontura (Yardley L, Luxon L, 1994).

Quando avaliados os resultados da PDC, observamos que ocorreu melhora estatisticamente significativa nas condições cinco e seis do GE. Essas condições são consideradas essencialmente vestibulares, pois, expõem o indivíduo a condições de variação da informação somatossensorial na ausência de visão ou sob conflito visual. Nessas situações, o sujeito que não possui informação vestibular apresenta grande dificuldade para manter seu equilíbrio. Desse modo, os pacientes do GE que receberam a informação

suplementar fornecida pelo Vertiguard[®] puderam utilizá-la no aprimoramento de suas redes neurais, melhorando as estratégias utilizadas na manutenção e recuperação de seu equilíbrio corporal. Os sujeitos do GC não apresentaram ganho em suas funções vestibulares, uma vez que não receberam informação sensorial adicional. Foi observado, no entanto, que houve melhora no equilíbrio final desses doentes, atribuída não apenas ao treinamento físico, mas também às mudanças de hábito desse período, que os obrigou a deixar suas casas e comparecer ao hospital. Todos os pacientes do GC foram convidados a realizar novo treinamento, desta vez utilizando a informação vibrotátil adequada.

Concluindo, os pacientes que receberam o estímulo vibrotátil melhoraram seu desempenho nas condições posturográficas que expressam as condições vestibulares responsáveis pelas estratégias de recuperação postural. O estímulo vibratório adicional oferecido pelo sistema Vertiguard[®] foi capaz de minimizar a interferência do sintoma tontura na vida diária dos sujeitos.

7 CONCLUSÃO

A partir do estudo realizado foi possível concluir que o estímulo vibrotátil fornecido pelo equipamento de biofeedback Vertiguard foi integrado às demais informações sensoriais do sistema do equilíbrio, melhorando a manutenção da postura em pacientes que não obtiveram boa resposta ao protocolo convencional de Reabilitação Vestibular.

8 ANEXOS

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL
LEGAL**

1. NOME:
- DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : .M F
- DATA NASCIMENTO:/...../.....
- ENDEREÇO Nº APTO:
- BAIRRO: CIDADE
- CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)
2. RESPONSÁVEL LEGAL
- NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)
- DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : .M F
- DATA NASCIMENTO:/...../.....
- ENDEREÇO Nº APTO:
- BAIRRO: CIDADE
- CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA . **“Reabilitação de transtornos do equilíbrio corporal com o uso de neurofeedback vibrotátil Vertiguard®.”**
- PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Dra ROSELI SARAIVA MOREIRA BITTAR
- CARGO/FUNÇÃO: Médico assistente INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 39729
- UNIDADE DO HCFMUSP: Otorrinolaringologia (Otoneurologia)
- PESQUISADOR EXECUTANTE: Cibele Brugnera / Mario Edvin GreTERS
- Cargo/ Função Alunos pós graduação Inscrição Conselho regional CRFa 2-3457 / CRM Nº 30288
- Unidade HCFMUSP: Otorrinolaringologia (Otoneurologia)

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO RISCO MÉDIO

RISCO BAIXO RISCO MAIOR

4. DURAÇÃO DA PESQUISA : 1 ANO

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP

1 – Desenho do estudo e objetivo(s) “O objetivo deste estudo é avaliar a influência de um aparelho de substituição sensorial Vertiguard®, que já é utilizado e comercializado na Europa, no tratamento de tonturas e desequilíbrio em pessoas que não tiveram melhora desses sintomas com a reabilitação vestibular, comparando os exames e questionários antes e depois do tratamento com o aparelho.

2 – Todos os pacientes serão avaliados inicialmente através de questionários que informam sobre a condição do equilíbrio, exame otorrinolaringológico (exame da garganta, nariz e ouvidos), testes de equilíbrio com o uso de Vertiguard® e exame de Posturografia Dinâmica Computadorizada (exame que mede o equilíbrio)

3 – Relação dos procedimentos rotineiros e como são realizados:

Os pacientes responderão a três questionários:

- 1- Questionário geral para podermos avaliar o tipo de tonturas, as queixas associadas como, por exemplo, dor de cabeça, queixas auditivas, queixas de outros órgãos, etc...
- 2- Questionário chamado de escala de confiança no equilíbrio relacionado a atividades específicas, que pergunta a respeito da segurança que as pessoas sentem ao realizar determinadas tarefas sem se desequilibrar.
- 3- Outro questionário chamado de DHI brasileiro, que avalia o impacto das tonturas e do desequilíbrio na qualidade de vida das pessoas portadoras de alterações do labirinto.

EXAME OTORRINOLARINGOLÓGICO:

Serão examinados os ouvidos, o nariz e garganta de cada um dos pacientes.

EXAME DO EQUILÍBRIO COM VERTIGUARD®

Os testes de equilíbrio que você fará serão os seguintes:

1. Permanecer em pé com os olhos abertos e depois fechados
2. Ficar apoiado em apenas um dos pés.
3. Andar oito passos tocando a ponta de um pé no calcanhar do outro pé
4. Repetir os testes anteriores porém sobre um colchão de espuma.
5. Andar três metros com a cabeça virada para o lado
6. Andar três metros com a cabeça inclinada para frente

7. Andar três metros com a cabeça inclinada para trás
8. Andar com os olhos fechados três metros
9. Sentar e levantar de uma cadeira.

Durante a realização destes testes o paciente estará fazendo uso do aparelho Vertiguard[®] que fornece informações a respeito do desequilíbrio que possa ocorrer.

POSTUROGRAFIA DINÂMICA COMPUTADORIZADA

A posturografia dinâmica computadorizada é um exame seguro que o paciente já deve ter realizado antes de ter sido encaminhado para a reabilitação vestibular. Consiste de uma plataforma sobre a qual o paciente permanece em pé, um cenário que envolve o campo visual (como se você estivesse dentro de uma cabine telefônica em que o chão e a parede pudessem se mexer) e sensores de pressão, localizados na plataforma, que medem a pressão que os pés exercem sobre ela, indicando o deslocamento do corpo e sua direção. Nesse equipamento, com o paciente em pé sobre a plataforma, realizaremos os seguintes testes, que apresentam uma dificuldade crescente para a manutenção do equilíbrio:

1. Permanecer em pé com olhos abertos
2. Permanecer em pé com olhos fechados
3. Permanecer em pé com olhos abertos com o cenário oscilando
4. Permanecer em pé com os olhos abertos enquanto a plataforma oscila
5. Permanecer em pé com os olhos fechados enquanto a plataforma oscila
6. Permanecer em pé com os olhos abertos enquanto a plataforma e o cenário oscilam

Cada um dos testes tem duração de 1 minuto, durante a posturografia o paciente estará vestindo um colete de segurança, preso ao equipamento para evitar a possibilidade de quedas.

Com esse equipamento já examinamos mais de mil pacientes, sem nenhum acidente até agora.

VERTIGUARD[®]

O aparelho Vertiguard[®] é um produto novo em uso nos países da Comunidade Européia que é composto por uma unidade onde estão instalados um sensor de inclinação, um sensor de aceleração e um gerador de estímulos que é acoplado a quatro vibradores. Esse sistema está em contato com o paciente, na região da cintura, preso por um cinto, de maneira que os vibradores permaneçam

em um ângulo de 90° entre si, sendo um colocado na região anterior, outro na região posterior e os restantes um no lado direito e o outro no lado esquerdo.

Os sensores de inclinação e aceleração indicam quando e com que intensidade o paciente inclina o seu corpo, guardando em sua memória um registro desses valores e enviando informações para o gerador de estímulos que ativará o vibrador correspondente à direção do movimento, produzindo um estímulo, que é sentido na pele. Dessa forma, um labirinto lesado que não envia informações adequadas sobre o deslocamento do corpo para o cérebro, pode ser substituído por um aparelho que informa para que lado e com que intensidade o corpo está se deslocando, pela sensação tátil produzida pelos vibradores.

Os registros guardados na memória do aparelho poderão ser usados para comparação entre o início e o final do tratamento.

Os exames e o tratamento serão realizados no Ambulatório de Otoneurologia do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo.

DESCRIÇÃO DO TRATAMENTO

O tratamento será realizado em uma sessão diária com trinta minutos de duração, cinco dias por semana, num total de dez sessões.

Os paciente serão divididos em dois grupos, metade dos pacientes receberá um tratamento placebo, isto é, um estímulo inócuo que não deverá ter influência na melhora da tontura ou desequilíbrio, a outra metade fará o tratamento com a estimulação apropriada. Essa divisão é importante para podermos avaliar o efeito real que esse tipo de terapia tem sobre o equilíbrio.

No primeiro dia o paciente responderá aos questionários, fará a avaliação otorrinolaringológica, a posturografia e o exame do equilíbrio com uso de Vertiguard[®]. Nas sessões seguintes o paciente passará por um treinamento utilizando as informações do aparelho, nas situações em que apresentou maior dificuldade para manter-se equilibrado.

Na última sessão o paciente responderá novamente aos questionários, fará nova avaliação do equilíbrio com o uso do aparelho e um novo exame de posturografia.

Os resultados dos questionários, da avaliação do equilíbrio com o uso do Vertiguard[®] e os resultados da posturografia serão utilizados para avaliar a influência do tratamento nas doenças do labirinto.

4 – Descrição dos desconfortos e riscos esperados nos procedimentos dos itens 2 e 3;

A probabilidade de desconforto está relacionada com o exame de posturografia, a realização dos exames de equilíbrio com Vertiguard® e as sessões de treinamento pela eventual sensação de insegurança provocada pela falta de equilíbrio. Os riscos esperados estão relacionados à queda, porém no exame de posturografia o paciente se encontra seguro pelo uso de colete e cintas que impedem a queda e no exame de equilíbrio com Vertiguard® e nas sessões terapêuticas o paciente será sempre acompanhado pelo examinador.

5 – Benefícios para o participante (Por exemplo: Não há benefício direto para o participante... Trata-se de estudo experimental testando a hipótese de que..... Somente no final do estudo poderemos concluir a presença de algum benefício. Trata-se de um estudo experimental testando a hipótese de que o aparelho tem uma influência benéfica na restauração do equilíbrio corporal. Portanto pode ser mais uma opção de tratamento para aqueles casos em que os recursos disponíveis até agora não apresentem resultados satisfatórios.

6 – Relação de procedimentos alternativos que possam ser vantajosos, pelos quais o paciente pode optar;

Os pacientes que foram convidados a participar desse estudo foram submetidos aos tratamentos disponíveis e melhor indicados para os seus casos, portanto dentro das alternativas que dispomos não foi possível indicar outra opção terapêutica que não seja a desse estudo.

7 – Garantia de acesso: Em qualquer etapa do estudo, o paciente terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é o Dr Mário Edvin Greters, que pode ser encontrado no endereço: Av. Dr. Eneas de Carvalho Aguiar, 255 - 6º Andar sala 6167 - Telefone (11) 3088-0299, 3069-6286, 3069-6538. ou pelo telefone do consultório (19) 3849-1102.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: 3069-6442 ramais 16, 17, 18 ou 20, FAX: 3069-6442 ramal 26 – E-mail: cappesq@hcnet.usp.br

8 – É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na Instituição;

09 – Direito de confidencialidade – As informações obtidas serão analisadas em conjunto com as de outros pacientes, não sendo divulgada a identificação de nenhum paciente;

10 – Direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas, quando em estudos abertos, ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores;

11 – Despesas e compensações: não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

12 - Compromisso do pesquisador de utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo **”Reabilitação de transtornos do equilíbrio corporal com o uso de neurofeedback vibrotátil Vertiguard®”** Eu discuti com o **Dr. Mário Edvin Greters** sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Assinatura do paciente/representante legal Data / /

Assinatura da testemunha Data / /

para casos de pacientes menores de 18 anos, analfabetos, semi-analfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura do responsável pelo estudo Data / /

Questionário de incapacitação causado pela tontura – DHI

Nome: _____ Data ____/____/____

	Pontuação	SIM	ÀS VEZ ES	NÃO
		4	2	0
1. FI Olhar para cima piora o seu problema?				
2. FI Andar pelo corredor de um supermercado piora seu problema?				
3. FI Seu problema piora quando você realiza atividades mais difíceis como, esportes, dançar, trabalhar em atividades domésticas tais como varrer e guardar louça?				
4. FI Movimentos rápidos da sua cabeça pioram seu problema?				
5. FI Virar-se na cama piora o seu problema?				
6. FI Caminhar na calçada piora o seu problema?				
7. FI Inclinar-se piora o seu problema?				
8. FU Você restringe suas viagens de trabalho ou lazer por causa do problema?				
9. FU Devido ao seu problema, você tem dificuldade ao deitar-se ou levantar-se da cama?				
10. FU Seu problema restringe significativamente sua participação em atividades sociais, tais como: sair para jantar, ir ao cinema, dançar ou ir a festas?				
11. FU Devido ao seu problema, você tem dificuldade para ler?				
12. FU Devido ao seu problema, você evita lugares altos?				
13. FU Devido ao seu problema é difícil realizar trabalhos domésticos pesados ou cuidar do quintal?				
14. FU Devido ao seu problema é difícil para você sair para caminhar sem ajuda?				
15. FU Devido ao seu problema é difícil você andar pela casa no escuro?				
16. FU Seu problema interfere em seu trabalho ou responsabilidades em casa?				
17. EM Você se sente frustrado (a) devido ao seu problema?				
18. EM Devido ao seu problema, você tem medo de sair de casa sem ter alguém que o acompanhe?				
19. EM Devido ao seu problema, você se sente envergonhado na presença de outras pessoas?				
20. EM Por causa de seu problema, você teme que as pessoas achem que você está drogado (a) ou bêbado (a)?				
21. EM Devido ao seu problema, é difícil para você se concentrar?				
22. EM Devido ao seu problema, você tem medo de ficar em casa sozinho (a)?				
23. EM Devido ao seu problema, você se sente incapacitado?				
24. EM Seu problema prejudica suas relações com membros da sua família ou amigos?				
25. EM Devido ao seu problema, você está deprimido (a)?				

Legenda:

FI = Aspecto físico _____ pontos FU = Aspecto funcional _____ pontos
 EM = Aspecto emocional _____ pontos

PONTUAÇÃO TOTAL: _____ pontos

Escala de avaliação do equilíbrio relacionado a atividades específicas

Instruções para os participantes:

Para cada uma das questões abaixo, por favor, indique o nível de confiança que o Sr. (Sra) tem em realizar as atividades sem perder o equilíbrio ou se sentir instável, escolhendo um dos pontos percentuais numa escala de 0 a 100%. Caso você não realize a atividade relacionada a questão, tente imaginar o quanto você se sentiria seguro nessa atividade.

No caso de normalmente você se utilizar de um meio de apoio, ou precisa se apoiar em uma pessoa para andar, relacione sua segurança em realizar a tarefa como se você estivesse fazendo uso desse apoio.

Caso você tenha alguma dúvida ao responder qualquer um dos itens, por favor peça ajuda à pessoa que estiver aplicando esse questionário.

Para cada uma das questões a seguir indique o nível de auto confiança em realizar a tarefa, escolhendo um número da escala abaixo:

0% -10 - 20 - 30 - 40 - 50 - 60 - 70 - 80 - 90 - 100%

0% significa sem confiança para a realização da tarefa.

100% significa tenho completa segurança nessa situação.

Quanto você se sente seguro que não perderá o seu equilíbrio nem se sentirá instável quando você:

1. Anda ao redor de sua casa? ____%
2. Sobe ou desce escadas? ____%
3. Se agacha e pega um chinelo no assoalho do armário? ____%
4. Pega uma lata em uma prateleira na mesma altura dos olhos? ____%
5. Fica na ponta dos pés para pegar algum objeto num lugar mais alto que a sua cabeça? ____%
6. fica em pé numa cadeira para pegar alguma coisa? ____%
7. Varre o chão? ____%
8. Anda para chegar até o carro estacionado na rampa da garagem? ____%
9. Entra e sai do carro? ____%
10. Num Shopping anda pelo estacionamento até a entrada? ____%
11. Sobe ou desce uma rampa? ____%
12. Anda em um Shopping lotado onde as pessoas passam rapidamente por você? ____%
13. Sofre esbarrões das pessoas que andam no Shopping? ____%
14. Entra ou sai de uma escada rolante se apoiando no corrimão? ____%
15. Entra ou sai de uma escada rolante com pacotes na mão, de maneira que não possa se apoiar no corrimão? ____%
16. Caminha fora de casa em calçadas escorregadias? ____%

TABELA POSTUROGRAFIA DINÂMICA

	Pré treinamento Vertiguard												Pós treinamento Vertiguard					
	cond 1	cond 2	cond 3	cond 4	cond 5	cond 6	I.E. Pré (A)		cond 1	cond 2	cond 3	cond 4	cond 5	cond 6	I.E. Pós (B)			
	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	
GRUPO CONTROLE																		
paciente estudo 1	92,0000	92,3333	88,6667	68,0000	14,6667	0,0000	62,0000	89,0000	89,3333	63,0000	73,3333	44,0000	24,6667	50,0000				
paciente estudo 2	93,3333	92,3333	88,0000	73,0000	39,6667	24,0000	61,0000	95,0000	94,0000	93,0000	75,6667	53,0000	46,0000	71,0000				
paciente estudo 3	94,0000	90,6667	83,0000	27,6667	8,3333	0,0000	39,0000	92,6667	94,6667	91,3333	84,3333	56,6667	58,0000	76,0000				
paciente estudo 4	94,3333	95,3333	95,6667	76,0000	55,3333	64,0000	76,0000	94,6667	94,6667	95,0000	82,3333	80,6667	73,0000	84,0000				
paciente estudo 5	96,0000	94,0000	89,0000	77,0000	15,3333	0,0000	52,0000	95,6667	96,0000	94,6667	84,6667	62,6667	37,0000	74,0000				
paciente estudo 6	94,0000	89,3333	87,6667	0,0000	0,0000	0,0000	50,0000	93,3333	76,3333	84,0000	74,3333	0,0000	0,0000	46,0000				
paciente estudo 7	90,0000	89,6667	87,3333	65,0000	54,6667	23,0000	62,0000	88,3333	89,0000	83,3333	70,3333	75,6667	49,6667	72,0000				
Média Cond. X	93,3810	91,9524	88,4762	55,2381	26,8571	15,8571	57,4286	92,6667	90,5714	86,3333	77,8571	53,2381	41,1905	67,5714				
GRUPO ESTUDO																		
paciente controle 1	88,0000	88,6667	84,6667	67,6667	63,6667	63,0000	72,0000	92,6667	89,3333	90,3333	78,6667	65,0000	76,3333	80,0000				
paciente controle 2	95,3333	92,6667	95,3333	79,3333	67,6667	61,0000	78,0000	95,0000	93,6667	95,3333	83,3333	74,3333	73,6667	84,0000				
paciente controle 3	91,6667	85,6667	87,3333	13,6667	0,0000	0,0000	34,0000	92,0000	85,6667	85,0000	60,0000	0,0000	0,0000	44,0000				
paciente controle 4	95,0000	89,3333	85,0000	69,0000	0,0000	48,6667	57,0000	95,3333	92,0000	92,0000	88,0000	42,6667	61,3333	74,0000				
paciente controle 5	91,0000	82,0000	90,6667	58,3333	20,6667	15,3333	52,0000	92,6667	89,0000	88,6667	59,0000	47,3333	52,3333	66,0000				
paciente controle 6	95,3333	93,3333	93,6667	86,6667	57,0000	72,0000	80,0000	94,6667	85,6667	88,3333	69,0000	64,0000	60,6667	77,0000				
Média Cond. X	92,7222	88,6111	89,4444	62,4444	34,8333	43,3333	62,1667	93,7222	89,2222	89,9444	73,0000	48,8889	54,0556	70,8333				

TABELA DHI

GRUPO CONTROLE	DHI PRÉ TREINAMENTO				DHI PÓS TREINAMENTO					
	Total	Asp. Físico	Asp. Funcional	Asp. Emocional	Total	Fis + Func + Emoc	Asp. Físico	Asp. Funcional	Asp. Emocional	Total
paciente estudo 1	20	20	20	12	52,000	8	12	8	8	28,000
paciente estudo 2	24	26	26	26	76,000	2	10	14	14	26,000
paciente estudo 3	18	28	28	28	74,000	6	8	10	10	24,000
paciente estudc4	0	0	4	4	4,000	6	4	2	2	12,000
paciente estudo 5	22	24	18	18	64,000	10	8	10	10	28,000
paciente estudo 6	10	20	12	12	42,000	4	6	12	12	22,000
paciente estudo 7	2	14	10	10	26,000	2	6	6	6	14,000
Média	13,714	18,857	15,714	48,286	5,429	7,714	8,857	22,000		
GRUPO ESTUDO										
paciente controle 1	20	22	12	12	54,000	14	16	8	8	38,000
paciente controle 2	12	20	8	8	40,000	8	14	2	2	24,000
paciente controle 3	22	18	16	16	56,000	18	16	16	16	50,000
paciente controle 4	18	24	16	16	58,000	10	18	8	8	36,000
paciente controle 5	22	14	22	22	58,000	6	4	10	10	20,000
paciente controle 6	12	18	20	20	50,000	6	18	20	20	44,000
Média	17,667	19,333	15,667	52,667	10,333	14,333	10,667	35,333		

9 REFERÊNCIAS

Bach-Y-Rita, Kerckel. Sensory substitution and the human-machine interface. 2003 *Trends Cogn Sci.* 2003; 7:541-6.

Baloh R, Honrubia V. Vestibular Function: an overview. *Clinical Neurophysiology of the Vestibular System*. Third edition. Oxford: University Press. 2001; 17-20.

Barros CG, Bittar RS, Danilov Y. Effects of electrotactile vestibular substitution on rehabilitation of patients with bilateral vestibular loss. *Neurosci Lett.* 2010 Jun 7;476(3):123-6. doi: 10.1016/j.neulet.2010.04.012. Epub 2010 Apr 14.

Basta D, Rossi-Izquierdo M, Soto-Varela A, Ernst A. Mobile posturography: posturographic analysis of daily-life mobility. *Otol Neurotol.* 2013 Feb;34(2):288-97. doi: 10.1097/MAO.0b013e318277a29b.

Basta D, Ernst A. Vibrotactile neurofeedback training with the Vertiguard®-RT-system. A placebo-controlled double-blinded pilot study on vestibular rehabilitation. *HNO.* 2011; 59:1005-11.

Basta D, Rossi-Izquierdo M, Soto-Varela A, Greeters ME, Bittar RS, Steinhagen-Thiessen E, Eckardt R, Harada T, Goto F, Ogawa K, Ernst A.. Efficacy of a vibrotactile neurofeedback training in stance and gait conditions for the treatment of balance deficits: a double-blind, placebo-controlled multicenter study. *otol Neurotol.* 2011 Dec;32(9):1492-9. doi: 10.1097/MAO.0b013e31823827ec.

Basta D e Ernst A. Modern rehabilitation for vestibular disorders using neurofeedback training procedures. *HNO.* 2008 Oct;56(10):990-5. doi: 10.1007/s00106-008-1805-z.

Bittar R, Pedalini M, Formigoni, L. "Por que a reabilitação vestibular falha." *Archives of Otorhinolaryngology* . 2000; 4.1:118-122.

Bittar R, Oiticica J, Bottino M, Ganança F, Dimitrov R. Estudo epidemiológico populacional da prevalência de tontura na cidade de São Paulo. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2013;79(6):688-98

Bloem BR, Grimbergen YA, Cramer M, Willemsen M, Zwinderman AH. Prospective assessment of falls in Parkinson's disease. *J Neurol*. 2001 Nov;248(11):950-8.

Carmona, S et al. Galvanic vestibular stimulation improves the results of vestibular rehabilitation – *Ann N.Y. Acad. Sci* 1233(2011) New York Academy of Sciences

Castro A, Gazzola J, Natour J, Ganança F. Versão brasileira do Dizziness Handicap Inventory. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2007; v. 19, n. 1, p.97-104.

Cooksey F. Rehabilitation in vestibular injuries. *Proc R Soc Lond B Biol Sci*. 1946;39:273-8.

Danilov Y, Tyler M, Skinner K, Hogle R, Bach-y-Rita: Efficacy of electrotactile vestibular substitution in patients with peripheral and central vestibular loss. *J Vestib Res*. 2007; 17: 119–30.

Dozza M, Horak FB, Chiari L. Auditory biofeedback substitutes for loss of sensory information in maintaining stance. *Experimental brain research* 2007; 178: 37-48.

Dozza M, Chiari L, Chan B, Rocchi L, Horak FB, Cappello A. Influence of a portable audio-biofeedback device on structural properties of postural sway. *J Rehab*. 2005 May 31;2:13.

Duffau H. Brain Plasticity: from pathophysiological mechanisms to therapeutic applications. *J Clin Neurosci*. 2006.13:885-97.

Ekvall-Hansson E. 2013; Vestibular rehabilitation. In: JH Stone, M Blouin, editors. International Encyclopedia of Rehabilitation. Available online: <http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/en/article/278/>

Enbom H. *Vestibular and somatosensory contribution to postural control*. [Dissertation]. 1990; Lund: Lund University.

Furman J. Role of posturography in the management of vestibular patients. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1995; 112:8-15..

Furman J. Posturography: uses and limitations. *Baillieres Clin*. 1994; 3:501-13

Gauthier L, Taub E, Perkins C, Ortmann M, Mark V, Uswatte, G; Remodeling the Brain Plastic Structural Brain Changes Produced by Different Motor Therapies After *Stroke*. 2008 May;39(5): 1520-1525

Hegeman J, Honegger F, Kupper M, Allum JH. The balance control of bilateral peripheral vestibular loss subjects and its improvement with auditory prosthetic feedback. *J Vestib Res*. 2005;15(2):109-17.

Jacobson G, Newman C. The development of the dizziness handicap inventory. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.*, Chicago (US). 1990; v.116:424-7

Janssen M, Pas R, Aarts J, Janssen-Potten Y, Vles H, Nabuurs C, van Lummel R, Stokroos R, Kingma H. Clinical observational gait analysis to evaluate improvement of balance during gait with vibrotactile biofeedback. *Physiother Res Int*. 2012;17(1):4-11.

Janssen M, Stokroos R, Aarts J, van Lummel R, Kingma H. Salient and placebo vibrotactile feedback are equally effective in reducing sway in bilateral vestibular loss patients. *Gait Posture*. 2010 Feb; 31(2):213-7. doi: 10.1016/j.gaitpost.2009.10.008.

Magnusson M, Enbom H, Johansson R, Wiklund J. Significance of pressor input from the human feet in lateral postural control. The effect of hypothermia on galvanically induced body-sway. *Acta oto-laryngologica*. 1990; 110(5-6):321-7.

Meldrum D, Herdman S et al.: Effectiveness of conventional versus virtual reality based vestibular rehabilitation in the treatment of dizziness, gait and balance impairment in adults with unilateral peripheral vestibular loss: a randomised controlled trial. doi:10.1186/1472-6815-12-3

Mendes Y, Taddei U, Marques A. Brazilian-Portuguese translation and cross cultural adaptation of the activities-specific balance confidence (ABC) scale. *Braz J Phys*. 2013. Ther. vol.17 no.2

Neuroimage. 2011 Jun 15;56(4):2129-37. doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.03.074. Epub 2011 Apr 8.

Nishino L, Ganança C, Manso A, Campos C, Korn G. Personalized vestibular rehabilitation: medical chart survey with patients seen at the ambulatory of otoneurology of I.S.C.M.S.P. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2005; 71(4):440-7.

Norré M, De Weerd W. Treatment of vertigo based on habituation. 2. Technique and results of habituation training. *J Laryngol Otol*. 1980; 94(9):971-7.

Pedalini M, Bittar R. Reabilitação vestibular: uma proposta de trabalho; Vestibular rehabilitation: proposal of the work. 1991; *Pró-fono* 11 (1), 140-4

Powell E, Myers A. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. *J Gerontol Med Sci*. 1995; 50: 28-34.

Restak R. Seu cérebro nunca envelhece: descubra como você pode desenvolver todo o seu potencial. 3^A Edição. São Paulo: Editora Gente, 2006. Título original: "The New Brain: how to modern age is rewiring your mind. 2003.

Rossi-Izquierdo M, Soto-Varela A., Santos-Perez S, Sesar- Ignacio A, Labella-Carabello. Vestibular rehabilitation with computerised dynamic posturography in patients with Parkinson's disease: improving balance impairment. *Disabil Rehabil.* 2009;31(23):1907-16.

Rossi-Izquierdo M, Ernst A, Soto-Varela A, Santos-Pérez S, Faraldo-García A, Sesar-Ignacio A, Basta D. Vibrotactile neurofeedback balance training in patients with Parkinson's disease: reducing the number of falls. *Gait Posture.* 2013 Feb;37(2):195-200. doi: 10.1016/j.gaitpost.2012.07.002.

Sam Horng, Gabriel Kreiman, Charlene Ellsworth, Damon Page, Marissa Blank, Kathleen Millen, and Mriganka Sur, Differential Gene Expression in the Developing Lateral Geniculate Nucleus and Medial Geniculate Nucleus Reveals Novel Roles for Zic4 and Foxp2 in Visual and Auditory Pathway Development *The Journal of Neuroscience*, October 28, 2009 • 29(43):13672–13683

Sienko K, Balkwill M and Wall C. Biofeedback improves postural control recovery from multi-axis discrete perturbations *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2012, 9:53 doi:10.1186/1743-0003-9-53

Staab JP, 2011) Staab J. Behavioral aspects of vestibular rehabilitation. *NeuroRehabilitation* 29:179–183 179 DOI 10.3233/NRE-2011-0693

Suarez H, Arocena M, Suarez A, De Artagaveitia T, Muse P, Gil J. Changes in postural control parameters after vestibular rehabilitation in patients with central vestibular disorders. *Acta Otolaryngol.* 2003 Jan;123(2):143-7.

Taub E, Uswatte G, Morris DM. Improved motor recovery after stroke and massive cortical reorganization following Constraint-Induced Movement therapy. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2003 Feb;14(1 Suppl):S77-91

Telian S, Shepard N. Update on vestibular rehabilitation therapy. *Otolaryngologic Clinics of North America*. 1996; 29: 359-71.

Telian SA, Shepard NT Programmatic vestibular rehabilitation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995;112(1): 173-82

Wang W, Collinger JL, Perez MA, Tyler-Kabara EC, Cohen LG, Birbaumer N, et al. Neural interface technology for rehabilitation: exploiting and promoting neuroplasticity. *J Neurosci*. 2009; 28; 29: 13672–83.

Wildenberg, J: Tyler, M, Danilov, Y et AL High-resolutionfMRI detects Neuromodulation of individual brainstem nuclei by electrical tongue stimulation in balance-impaired individuals - *Neuroimage*. 2011; 56(4): 2129-2137

Yardley L., Luxon L. Treating dizziness with vestibular rehabilitation. *BMJ*. 1994 May 14; 308(6939): 1252–1253. PMID: PMC2540183

Zanoni A, Ganança F. realidade virtual nas síndromes vestibulares. *Revista Bras. de medicina*, março 2013;113-116

Zapanta, P. *Vestibular Rehabilitation Therapy (VRT)* in: Vestibular Disorders Association. [Medscape.com/article/.883878-overview](https://www.medscape.com/article/883878-overview). 2012

Zee M.D, Pulaski PD, Roinson DA. The behavior of the vestibuloocular reflex at high velocity head movement. *Brain Res* 1981; 159-61.