

MARIA DO SOCORRO ECHALAR MARTINS

**EFICIÊNCIA DA ESTABILOMETRIA E BAROPODOMETRIA ESTÁTICA NA
AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO EM PACIENTES VESTIBULOPATAS**

BRASÍLIA

2010

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

MARIA DO SOCORRO ECHALAR MARTINS

**EFICIÊNCIA DA ESTABILOMETRIA E BAROPODOMETRIA ESTÁTICA NA
AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO EM PACIENTES VESTIBULOPATAS**

**Dissertação apresentada como
requisito parcial para obtenção do grau
de Mestre em Ciências da Saúde pelo
Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Saúde da Universidade de
Brasília.**

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto
Bezerra Tomaz**

BRASÍLIA

2010

MARIA DO SOCORRO ECHALAR MARTINS

**EFICIÊNCIA DA ESTABILOMETRIA E BAROPODOMETRIA ESTÁTICA NA
AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO EM PACIENTES VESTIBULOPATAS**

**Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre em Ciências
da Saúde pelo Programa de Pós-Graduação em
Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.**

Aprovado em 01 de março de 2010

BANCA EXAMINADORA

**Prof.: Dr. Carlos Alberto Bezerra Tomaz
Universidade de Brasília**

**Prof.: André Luiz Lopes Sampaio
Universidade de Brasília**

**Prof. Dr. Demóstenes Moreira
Universidade de Brasília**

“Acredite nas pessoas... Naquelas que possuem algo mais... Aquelas que, às vezes, a gente confunde com anjo e outras divindades... Digo àquelas pessoas que existem em nossas vidas e enchem nosso espaço com pequenas alegrias e grandes atitudes. Falo daquelas que te olham nos olhos quando precisam ser verdadeiras... Pessoas firmes... Que com um sorriso, um beijo, um abraço, uma palavra te faz feliz... Aquelas que erram... Acertam... Não tem vergonha de dizer não sei... Aquelas que passam pela vida deixando sua marca, saudades, aquelas que vivem intensamente um grande amor...”

(Autor desconhecido)

Aos meus pais, *Glória Falcão e Florival Martins*. Glória pela sua presença constante, sua paz que transmite segurança para superar os obstáculos da vida e Florival que mesmo distante deixou sua marca na minha personalidade.

Aos meus filhos, *João Augusto e Júlia Falcão*, duas preciosidades que motivam o meu viver.

À minha irmã, *Adeliana Echalar*, pelo carinho e apoio nesses anos de mudanças nas nossas vidas.

À amiga, *Edilene Albres*, pela presença constante e carinho em cuidar do meu lar nas minhas ausências.

Dedico a vocês este trabalho.

AGRADECIMENTOS

“O mestre na arte da vida faz pouca distinção entre o seu trabalho e o seu lazer, entre a sua mente e o seu corpo, entre a sua educação e a sua recreação, entre o amor e a sua religião. Ele dificilmente sabe distinguir um corpo de outro. Ele simplesmente persegue sua visão de excelência em tudo o que faz, deixando para os outros a decisão de saber se está trabalhando ou se divertindo. Ele acha que está sempre fazendo as duas coisas simultaneamente.”

(Texto budista)

Ao Prof^o Dr. *Marcelo Custódio Rubira*, meu co-orientador, pelo seu apoio sem precedentes para a existência desta dissertação. Agradeço o privilégio de um dia ter sido escolhida para trabalhar ao seu lado. Minha gratidão por todo o conhecimento que transmitiu nessa convivência e por ter confiado em mim.

Ao Prof^o Dr. *Carlos Tomaz*, pela aceitação em orientar este trabalho, seu auxílio presente no decorrer da produção da dissertação. Agradeço as colocações incisivas que nortearam o direcionamento deste trabalho.

A fisioterapeuta e “anjo”, *Cariel Benedita da Silva Dentí*, uma amiga especial em minha vida, gratidão por tudo.

A Prof^a MSc fisioterapeuta *Ana Paula Fernandes De Angelis Rubira*, sua atenção especial em apoiar este trabalho, favorecendo a realização da pesquisa na Clínica de Fisioterapia da faculdade São Lucas. Minha admiração e respeito.

A Prof^a MSc Fga *Viviane Castro de Araújo Perillo*, uma amiga especial, determinada, exemplo profissional. Agradeço pela dedicação frente à Coordenação do curso de Fonoaudiologia e apoio para a realização deste trabalho na Clínica de Fonoaudiologia da Faculdade São Lucas.

Ao Prof^o Esp Fgo *José Roberto Lima da Costa*, um amigo e profissional dedicado. Gratidão pelo apoio nas pesquisas que tornaram possível este trabalho.

À todos que de alguma forma colaboraram para a realização do trabalho, em especial aos seres humanos que constituíram a essência da pesquisa, pela disponibilidade durante a realização dos exames.

“A amizade, depois da sabedoria é a mais bela dádiva feita aos homens.”

(François La Rochefoucauld)

RESUMO

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

Descritores: Estabilometria, Baropodometria, Vestibulopatas, Equilíbrio, Descarga de peso

ABSTRACT

The present study evaluated the estabilometry and static baropodometry efficiency in the balance evaluation in volunteers with and without vestibular disorders. Fifty two volunteers, 26 men and 26 women, mean age 50 ± 10 years old, BMI below 25 kg/m^2 , without osteoarticular, sensorial and motor disturbances and without visual deficiency participated in this study. The volunteers were divided into two groups after vestibulopathy diagnosis for the vecto-electronystagmography (VENG): group GS comprising 26 healthy volunteers (without vestibular disorders) and the group GV comprising 26 subjects with vestibular disorders. The stabilometric exam with opened and closed eyes and the baropodometric static exam were realized during one minute in rest in the orthostatic position. In the estabilometry, the mean speed of oscillation in millimeters per second (mm / s), displacement Antero/Posterior (A/P) in mm / s and the Latero-lateral (L/L) displacement in mm/s with closed eyes presented significant statistical difference ($p < 0,05$) among the groups. The weight discharge and load distribution in the static baropodometry did not show significant statistical difference regarding the support base. These results indicate that the stabilometry and static baropodometry tests were efficient in the evaluation of the volunteers with vestibular disorders and the tests identified differences in the static balance, displacement A/P and L/L with the same discharge and weight distribution in the support base.

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

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Plataforma modular Physical Support Italy®	55
Figura 2: Estabilometria - Centro de Pressão dos Pés (CPP)	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição dos resultados referentes à análise estabilométrica com os olhos fechados.....	57
Tabela 2. Distribuição dos resultados referentes à análise estabilométrica com os olhos abertos.....	57
Tabela 3. Distribuição dos resultados referente à análise posturográfica estática.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Área de contato
A/P	Deslocamento Antero/Posterior
AVDs	Atividades de vida diárias
CF	Centro de forças
COG	Oscilações do centro de gravidade
COP	Oscilações de centro de pressão
COM	Centro de massa do corpo
CP	Centro de pressão
CPP	Centro de pressão dos pés
CSP	Canal semicircular posterior
EIFO	Efeito inibidor de fixação ocular
GS	Voluntários sadios
GV	Voluntários Vestibulopatas
IMC	Índice de massa corporal
L/L	Latero-Lateral
mm/s	Milímetros por segundos
mm ²	Milímetros-quadrados
PP	Picos de pressão
RVE	Vestíbulo-espinhal
RVO	Reflexo vestibulo-ocular
SNC	Sistema nervoso central
SNC	Complexo nuclear vestibular
SV	Sistema vestibular
VPPB	Vertigem Postural Paroxística Benigna
VENG	Vecto-eletronistagmografia
VS	Voluntários sadios

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	03
2.1 ESTABILOMETRIA	03
2.2 BAROPODOMETRIA	08
2.3 EQUILÍBRIO	09
2.4 SISTEMA VESTIBULAR	34
3 OBJETIVOS	35
3.1 OBJETIVO GERAL	35
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35
4 MÉTODO	36
4.1 TIPO DE ESTUDO	36
4.2 POPULAÇÃO ESTUDADA	36
4.3 CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DOS VESTIBULOPATAS.....	36
4.4 INSTRUMENTAÇÃO VESTIBULOMÉTRICA	37
4.4.1 REGISTRO DE VÍDEO FRENZEL.....	38
4.4.2 REGISTRO PELO SOFTWARE VEC. WIN.....	39
4.5 INSTRUMENTAÇÃO ESTABILOMETRIA E BAROPODOMETRIA.....	41
4.5.1 AQUISIÇÃO DE DADOS.....	43
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	44
5 RESULTADOS	45
6 DISCUSSÃO	47
7 CONCLUSÃO	52
8 PERSPECTIVAS FUTURAS.....	53
REFERÊNCIAS	54
ANEXOS	76

1 INTRODUÇÃO

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

O equilíbrio postural atua continuamente durante as mudanças de situação, ou seja, na situação de um indivíduo estático, o controle postural atua de uma determinada maneira e em situação dinâmica atua de outro modo (2,3). No equilíbrio estático, a base de suporte se mantém fixa enquanto o centro de massa se movimenta. Os desequilíbrios do corpo no espaço podem ser analisados através da posição do centro de pressão, medido através da baropodometria (4,5).

Os testes mais utilizados para avaliação vestibular são as provas eletroneistagmográficas (provas calóricas, provas posicionais e provas rotatórias) e posturográficas (6). Devido a complexidade do sistema vestibular, os testes que avaliam o reflexo vestibulo-espinal (RVE) tem sido sugeridos para auxiliar no diagnóstico de doenças vestibulares, possibilitando a utilização dos testes posturográficos nestas situações (7).

A posturografia constitui um conjunto de técnicas que estuda a postura, portanto nos informa sobre a função vestibulo-espinal e da compensação alcançada a este nível por uma lesão do sistema de equilíbrio, independente do nível em que ocorre (8). A posturografia permite avaliar quantitativamente o componente vestibulo-espinal do equilíbrio corporal. Ela é realizada em plataformas de forças estáticas (estabilometria ou estatocinesiometria) e dinâmicas (posturografia dinâmica) (9).

A estabilometria tem sido utilizada por muitos autores em pesquisa e avaliação clínica. Ela provê medidas da função vestibulo-espinal, dando informações complementares indispensáveis na avaliação dos pacientes com tonturas, além de analisar as interações sensoriais (10). A estabilometria avalia o equilíbrio postural através da quantificação das oscilações posturais na posição ortostática numa plataforma de força. Envolve a monitorização dos deslocamentos do centro de pressão (CP) nas direções lateral (X) e ântero-posterior (Y) (10).

A baropodometria é uma técnica posturográfica de registro utilizada no diagnóstico e avaliação da pressão plantar, tanto na posição estática, de repouso, como de movimento, ou deambulação, que registra os pontos de pressão exercidos pelo corpo (11).

O presente estudo se propôs a investigar se os exames da estabilometria e baropometria estática são eficientes na avaliação do equilíbrio em sujeitos sadios e vestibulopatas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ESTABILOMETRIA

Nos últimos anos ocorreu um aumento nas preocupações com as alterações da postura corporal, não somente ligada à parte estética, mas com a qualidade de vida. A boa postura proporciona a flexibilidade e mobilidade articular do corpo e contribui para o bem estar do indivíduo (12).

Atualmente, são conhecidas três exoentradas: o sistema visual, o sistema vestibular e as informações plantares táteis e proprioceptivas. Esses estímulos sensoriais fornecem ao indivíduo informações redundantes a respeito da orientação postura (13).

As mudanças ocorridas no sistema tônico postural não dependem exclusivamente do ouvido, mas na maioria dos receptores sensitivos internos e externos, sendo os mais importantes os olhos e os pés. A partir de uma reprogramação dos receptores sensitivos utilizando técnicas de manipulação corporal é possível restaurar o equilíbrio corporal global dos sistemas neuromuscular e melhorar a postura corporal (14).

No dia-a-dia, muitas posturas são executadas pelo homem, tais como: abaixar e pegar objeto no chão, subir ou descer escadas, permanecer na fila do banco, equilibrar-se num ônibus em movimento, dentre outras. A “postura em pé” é considerada uma das principais e mais complexas, pois depende de inúmeros fatores e da integridade do sistema neuromuscular para mantê-la em equilíbrio (15).

A postura se baseia nas forças aplicadas no apoio e na orientação do corpo em relação à gravidade. Os ajustes neuromusculares são ativados quando há alterações na postura (16).

Por meio da estabilometria, método de análise do equilíbrio postural, é possível quantificar as oscilações de centro de pressão (COP) e do centro de gravidade (COG) e efetuar a análise estabilográfica global da postura ereta auto-perturbada. Porém, são raras as pesquisas que relacionam postura auto-perturbadas e condição de privação momentânea da visão (17).

Através da evolução, os seres humanos assumiram uma postura ereta e esta postura é continuamente desafiada pela força da gravidade para manter o equilíbrio do corpo sobre a pequena base de sustentação representada pelos pés (18,19). Portanto o centro de gravidade do corpo humano não pode ser um ponto fixo, ele depende da posição relativa dos diferentes segmentos e varia a cada instante (18).

Atualmente, estudos descrevem o corpo humano como sendo um pêndulo invertido suspenso sobre uma base que oscila constantemente devido ao controle do equilíbrio e da postura. Essas oscilações são decorrentes da dificuldade em manter os muitos segmentos corporais alinhados entre si sobre uma base de suporte restrita utilizando um sistema muscular esquelético que produz forças que variam ao longo do tempo (18,19).

Desta forma, o homem se estabiliza em seu meio ambiente através de uma complexa tarefa que envolve um intrincado relacionamento das informações sensoriais sobre a posição relativa dos segmentos corporais e sobre as forças internas e externas que atuam nestes segmentos (20).

Todas estas informações sensoriais são utilizadas para estimar e antecipar as forças que agem no corpo e, combinado com a atividade muscular apropriada produz ou mantém a posição corporal desejada e sendo estas forças não constantes, o corpo não está totalmente imóvel, o corpo oscila de um lado para o outro e para frente e para trás (20).

A análise do equilíbrio na postura ereta pode ser realizada pela estabilometria. É um exame objetivo e quantitativo de avaliação que analisa as oscilações corporais sobre uma plataforma composta por sensores que visam mensurar e comparar os deslocamentos desenvolvidos nos diferentes pontos da região plantar tanto na posição ereta estática ou na marcha, tornando o exame confiável (19,20).

A participação do sistema visual no controle postural ortostático diminui as oscilações corporais por realimentação negativa (21,22). Entretanto, déficits visuais, adaptação ao ambiente com pouca luz ou fechar os olhos tendem a produzir aumento nas oscilações corporais, promovendo um acréscimo no tempo requerido para atingir a estabilidade postural (23,24).

O controle da postura de pé depende de informações sensório-motoras, como base para a representação interna do corpo pelo sistema nervoso central, que através de estratégias adequadas assegura a estabilidade do sistema (25).

As correções do eixo do corpo pelos mecanismos de controle postural, suscitadas como consequência da própria dinâmica do organismo vivo, conferem ao corpo humano pequena e constantes oscilações quando de pé, com importante papel na distribuição da pressão nas plantas dos pés e na eficiência do retorno venoso (25).

A estabilometria é uma técnica da avaliação do equilíbrio na posição ortostática, que consiste na quantificação das oscilações ântero-posteriores e laterais do corpo, enquanto o indivíduo permanece de pé sobre uma plataforma de força (25). O deslocamento do centro de pressão (CP) é representativo das oscilações posturais, o registro é feito pelo cálculo instantâneo da sua posição (coordenadas x , y), que corresponde à localização da resultante das forças aplicadas na superfície em contato com os pés, que consiste na base de apoio (25).

O processamento do sinal é geralmente aplicado nos domínios do tempo e da frequência, e como não está estabelecido um protocolo para o teste estabilométrico, são utilizadas metodologias diferentes, inclusive no tocante ao tempo de teste e na base de apoio. Normalmente são adotados períodos de curta duração, em torno de 30 segundos (25).

Um período de 60 segundos é recomendado para assegurar a estacionariedade do sinal estabilométrico (26,27). A base de apoio é uma variável que, quando controlada, não exerce influência nos parâmetros do sinal (28).

O controle adequado do equilíbrio corporal é fundamental para que o ser humano possa realizar as diversas tarefas motoras a que se submete diariamente, em harmonia e sem perda de rendimento físico e mental (29).

A manutenção do equilíbrio corporal estável no meio ambiente é determinada pelo sistema de planejamento motor central e estruturas periféricas responsáveis pela execução motora, cujo funcionamento depende da integração das informações provenientes das estruturas sensoriais vestibulares, visuais e proprioceptivas, processadas nos núcleos vestibulares do tronco encefálico, sob a orientação do cerebelo (29).

Observa-se, entretanto, que a redundância de informações garante a estabilidade postural, mesmo na deficiência de informações de um sistema. Acredita-se que o nível de importância das informações sensoriais seja modulável de acordo com a necessidade (29).

O controle da postura ereta utiliza informações sobre o monitoramento da posição do centro de massa do corpo (COM), por meio de um quadro de referências, baseado nas informações sensoriais. Este monitoramento indica quando é necessário alterar a postura. Fisicamente, o corpo interage com o apoio (superfície firme ou superfície macia) com o intuito de gerar forças para corrigir a posição do COM (29).

Define-se centro de pressão (COP), o centro das forças aplicadas no solo. Para identificar os aspectos e as características das oscilações mensuram-se as posições do COP, do COM ou de outra variável que possa ser associada ao balanço postural. Estas características podem ser relacionadas às estratégias escolhidas para garantir a estabilidade da postura ereta (29).

Os pré-requisitos biomecânicos para o equilíbrio corporal adequado se referem ao alinhamento de segmentos, à amplitude de movimento, flexibilidade, de condições da base de sustentação e força muscular, além de um adequado arcabouço, sobre o qual o corpo desencadeará respostas motoras (29). É importante salientar que um bom ajuste postural depende da seleção, organização e integração de estratégias motoras de acordo com o contexto ambiente-tarefa (29).

Estas respostas devem ser adequadas quanto ao tempo de exposição, seqüência de ativação e torque gerado. A seleção da estratégia postural deve variar de acordo com a intensidade da perturbação, com as condições de apoio e seguindo a experiência prévia, em resposta a interferências externas, aos movimentos voluntários dos membros e em deslocamentos (29).

As avaliações atuais do equilíbrio corporal levam em conta os objetivos da tarefa motora, o contexto ambiental, a intencionalidade do indivíduo, e suas experiências prévias (29). A avaliação do equilíbrio deve analisar o comportamento das estratégias do equilíbrio de acordo com as alterações das condições de apoio e outras situações sensoriais, com a expectativa e a experiência pregressa do indivíduo (29).

Além disso, esta avaliação deve envolver a capacidade de responder a perturbações externas, de antecipar as necessidades posturais associadas aos movimentos voluntários, e de mover-se voluntariamente e deslocar eficientemente o centro de massa do corpo no espaço. Os diversos métodos de avaliação clínica do equilíbrio corporal podem ser realizados utilizando-se de uma abordagem funcional, dos sistemas envolvidos na análise estabilométrica (29).

A amplitude, a área e a velocidade de oscilação do centro de pressão na base de sustentação são detectadas por sensores eletromecânicos e são analisadas em cada uma das condições sensoriais, as quais o indivíduo é submetido. Parte-se da assertiva que quanto menor o controle do equilíbrio corporal, maior a oscilação do corpo (29)

A posturografia comprovou ser útil para se distinguir entre diversas estratégias sensoriais empregadas para a orientação postural (29).

O sistema vestibular está relacionado à detecção da posição da cabeça e do corpo, participando ativamente na orientação espacial e na postura corporal. O campo visual estável e a manutenção da posição ereta são promovidos pelos reflexos vestibulo-coclear, optocinético, cérvico-ocular, vestibulo-espinhal, vestibulo-cólico, cérvico-espinhal (30).

A transição de uma fonte sensorial para outra é ajustada por uma simples pista sensorial, escolhida em uma lista limitada de opções, ao invés da combinação de dicas sensoriais (31). Isso significa que o controle postural não utiliza todas as informações sensoriais disponíveis, mas as prioriza.

O ser humano permanece em uma determinada postura como, por exemplo, a postura ereta natural de pé em uma fila ou enquanto conversa com alguém, usualmente adotando mudanças repetidas da posição do corpo, que são auto-induzidas e realizadas quase que inconscientemente e que, geralmente, não podem ser relacionadas a uma fonte externa de perturbação (32).

A estabilometria é um instrumento eficaz na avaliação do equilíbrio estático em pacientes com alterações vestibulares (33).

Qualquer alteração nas variáveis sensitivas, motoras e/ou cognitivas gera déficit na capacidade funcional, na independência e na qualidade de vida dos indivíduos, tanto em crianças, jovens, adultos e idosos (34). Logo, o controle do tronco é componente crucial para a realização das atividades funcionais e deve proporcionar ao mesmo tempo uma estabilidade e mobilidade para que os indivíduos possam realizar suas atividades cotidianas sem maiores dificuldades (34).

Tendo em vista que a postura se baseia nas forças aplicadas no apoio e na orientação do corpo em relação à gravidade, os ajustes neuromusculares são ativados quando ocorrem alterações na postura (34).

Desse modo, a estabilometria, por meio da quantificação das oscilações do centro de gravidade (COG) e do centro de pressão (COP), mostra-se como método

eficaz na análise do equilíbrio postural, sendo sua aplicação reportada nas áreas de avaliação clínica, reabilitação e treinamento desportivo (34).

2.2 BAROPODOMETRIA

O pé humano constitui a base de apoio e propulsão para a marcha, sendo considerado um amortecedor dinâmico capaz de suportar, sem lesões, as cargas fisiológicas nele impostas (35). Esta capacidade se deve ao arranjo anatômico dos ossos, ligamentos e músculos, e dinamicamente, a adequada cinemática das diferentes articulações (35).

A postura é uma resposta neuromecânica que se relaciona com a manutenção do equilíbrio mecânico, sendo um sistema em equilíbrio mecânico quando o somatório de forças que atuam sobre ele é igual a zero (36). A estabilidade desse sistema depende do retorno à posição de equilíbrio após uma perturbação, a atividade postural objetiva então manter a estabilidade do sistema musculoesquelético (36). Isso envolve sua posição em relação a sua base de suporte e assegura a orientação desejada dos segmentos corporais que não estão envolvidos no movimento (36).

Os pés são responsáveis pela estática e dinâmica do corpo, suportando o peso, ajudando na propulsão e no amortecimento durante a marcha e a corrida (36).

A baropodometria serve para analisar o equilíbrio postural corporal, é uma tecnologia bastante recente, existindo pouquíssimas pesquisas relatando o seu uso (36). O exame baropodométrico permite avaliar a distribuição da pressão estática durante a posição ortostática, além das pressões plantares durante o movimento da marcha (36). Fornece os dados qualitativos dessa distribuição de carga sobre a superfície plantar e do deslocamento do centro de forças. É válido lembrar que a plataforma de forças revela a projeção do centro de gravidade, quando em postura estática (aproximadamente 0,5 Hz de oscilação), com margem de erro de 1 a 2% e, por isso, pode ser usada para mensurar a localização deste ponto (36).

A baropodometria é um exame que permite a mensuração não só da distribuição pressórica do peso corporal na planta dos pés, como também o comportamento dinâmico (oscilação) destas pressões e do centro de forças (37).

As principais variáveis analisadas na baropodometria são o centro de forças (CF), definido como o centro de distribuição do total de força aplicada ao solo (ou a

plataforma de força) pelas plantas dos pés; os picos de pressão (PP), definidos como sendo os pontos onde se concentra a maior parte do peso; a área de contato (AC), assim como a base de suporte (BS); e a distribuição de forças (DF) por área do pé (ante-pé, médio-pé e retro-pé) (37).

A utilização da baropodometria na análise do equilíbrio corporal é uma tecnologia recente, existindo poucas pesquisas relatando seu uso, pois é normalmente utilizada para fins clínicos, explicando assim a inexistência de artigos acadêmicos sobre o assunto. No entanto, se mostra uma excelente metodologia para avaliar o equilíbrio através do deslocamento do centro de pressão (37). A distribuição de carga no pé reflete na postura e no equilíbrio postural (38).

2.3 EQUILÍBRIO

O funcionamento do sistema postural envolve a necessidade de coordenar e controlar os segmentos corporais com base nas informações sensoriais. Dessa forma, mesmo um comportamento cotidiano como a manutenção da posição ereta, ao contrário do que parece, é uma tarefa complexa que envolve um intrincado relacionamento entre informação sensorial e atividade motora (39).

A manutenção de uma posição corporal desejada envolve a coordenação e controle dos segmentos corporais com relação aos outros segmentos corporais e a coordenação e controle destes segmentos corporais com relação ao meio ambiente (39). O equilíbrio postural está relacionado ao equilíbrio das forças internas e externas que agem no corpo durante as ações motoras (39).

Pode-se encontrar movimento em todas as ações diárias de um indivíduo, portanto, eventos de perda de equilíbrio. Mesmo numa posição estática o corpo humano nunca está totalmente imóvel. Foi verificado através de estudos que mesmo em uma pessoa em pé, o mais estável e parada possível num período de 25 segundos, o seu centro de massa é deslocado várias vezes de forma antero-posterior e médio-lateral. Assim, fica demonstrado que há variação das forças musculares que estão agindo para a manutenção do equilíbrio postural (39).

O controle da postura pode ser entendido como um comportamento que emerge de um contínuo e dinâmico relacionamento entre informação sensorial e atividade motora, incluindo os componentes sensório-motores e músculos esqueléticos envolvidos na busca de uma determinada posição corporal (39).

A manutenção do equilíbrio postural é resultado de um mecanismo complexo, que exige informações sensoriais dos receptores localizados em diversas estruturas corporais e coordenação de padrões de recrutamento motor. A manutenção do equilíbrio postural é resultado do controle dos segmentos corporais em relação aos outros segmentos e destes com o meio ambiente, mediados pela informação sensorial e atividade motora, controladores dos ajustes das forças internas e externas que agem sobre o corpo (39).

Alem disso, diversos fatores fisiológicos com a respiração, os batimentos cardíacos e o retorno venoso influem constantemente na posição ortostática (40).

O equilíbrio é uma habilidade do sistema nervoso em detectar tanto antecipada como momentaneamente a instabilidade e de gerar respostas coordenadas que tragam de volta para a base de suporte o “centro de massa corporal”, evitando a queda (41). A manutenção eficaz do equilíbrio envolve inúmeras estruturas no sistema nervoso central (SNC) e no sistema periférico (SNP) (42). O sistema vestibular é uma das estruturas fundamentais na manutenção do equilíbrio, já que é considerado como referencial absoluto em relação aos outros que também participam desta função, o visual e o somatossensitivo (43).

Quando o conjunto de informações visuais, labirínticas e proprioceptivas não é integrado corretamente no SNC, origina-se uma perturbação do estado de equilíbrio, que pode ser manifestada por desequilíbrio corporal, podendo culminar com o evento da queda (44).

O equilíbrio é de fundamental importância para as ações humanas, tanto em tarefas que exijam contrações musculares dinâmicas como estáticas. As atividades de vida diárias ou atividades esportivas geram eventos de instabilidade articular, desafiando o equilíbrio postural (45). A estabilidade articular é definida como a habilidade de uma articulação em retornar o seu estado original após sofrer uma perturbação refletindo a capacidade de opor os eventos de instabilidade (45).

As informações sensoriais que são transmitidas pelos mecanorreceptores encontrados em músculos, tendões e articulações, são levadas até o sistema nervoso central, onde são processadas, reconhecendo o movimento e o grau de deformação gerado na articulação, promovendo contrações musculares necessárias à manutenção da estabilidade articular e equilíbrio postural (45).

O controle postural é definido como o processo pelo qual o sistema nervoso central (SNC), produz padrões de atividade muscular necessários para a relação

entre o centro de massa e a base de sustentação. Essa atividade é um processo complexo, que envolve os esforços coordenados de mecanismos aferentes ou sistemas sensoriais e mecanismos eferentes ou sistemas motores. As respostas aferentes e eferentes são organizadas através de uma variedade de mecanismos centrais ou funções do sistema nervoso central, que recebem e organizam as informações sensoriais e programam respostas motoras apropriadas, ou seja, garante a posição corporal desejada sempre que o movimento é realizado por um indivíduo (46).

O corpo humano ereto é um pêndulo invertido com elos múltiplos. Essa imagem constitui um modelo biomecânico do corpo, em que a massa do mesmo se coloca situada no limite superior de uma barra rígida, que se equilibra sobre uma articulação na base. Em um pêndulo invertido, com elos múltiplos, os segmentos de diferentes partes do corpo são representados por elos separados que são interconectados nas articulações. Para se obter equilíbrio postural, é necessário que o centro de massa desses elos esteja posicionado sobre a base de suporte, no entanto, os elos são inerentemente instáveis, devido à força da gravidade e outras forças desestabilizadoras que se fazem presentes, devido ao movimento do corpo e sua interação com o ambiente (47).

O centro de massa está localizado anteriormente à segunda vértebra sacral, sobre a base de sustentação ou limite de estabilidade, que representa as áreas circunvizinhas ou contidas entre os pés na posição ereta, representando em torno de 5 a 10 cm. Embora a rigidez muscular passiva possa, em tese, ser suficiente para manter uma postura ereta estável sob condições estáticas, na prática, torna-se necessária uma ativação muscular coordenada para manter o corpo ereto nas atividades do cotidiano (47).

Quando o centro de massa do corpo oferece maior superfície, passando além da base de sustentação, as fronteiras da estabilidade são excedidas e gera-se uma situação de instabilidade, quando este fato é percebido pelo sistema sensorial, este envia informações para o sistema motor, iniciando respostas posturais organizadas para recuperar o alinhamento do centro de massa e da base de sustentação (47).

Essas respostas podem ser controladas, até um certo limite, de uma forma exclusiva, desde que as características do evento desestabilizador sejam conhecidas antes. Também se faz necessário, quando o equilíbrio é desorganizado de forma inesperada, que as informações sensoriais estejam sob orientação das

mobilidades corporais. Estas informações sensoriais são utilizadas para perceber alguma instabilidade e gerar respostas estabilizadoras adequadas, seja através de reações de proalimentação pré-programadas ou por correções contínuas e atualizadas de retroalimentação (46).

No controle por proalimentação, ocorre um padrão pré-programado, este pode ser enviado, antecipadamente ou simultaneamente a um movimento volitivo familiar, estes sinais são enviados por um estímulo muscular, que não se altera, já no controle de retroalimentação estas ativações musculares são sucessivas, utilizando as informações sensoriais sobre a organização do movimento do corpo (48).

Existem algumas condições que favorecem para que uma queda ocorra, podendo ser uma perturbação do equilíbrio ou uma falência do sistema de controle postural em compensar essa perturbação. Então, quando ocorre, uma perturbação interna fisiológica, interrompe-se momentaneamente a operação do sistema de controle postural, por interferir com a perfusão dos centros posturais no cérebro, ou tronco cerebral, ou por interferir com os sistemas sensoriomotores. Portanto, uma queda é consequência de uma inabilidade do sistema de controle postural em compensar uma perturbação externa (49).

Há duas formas de perturbação externa: a) Mecânica: ocorrem quando as forças que interagem com o corpo, deslocam o centro de massa além da base de sustentação ou quando a base de sustentação se alinha abaixo do centro de massa. Essas forças desestabilizadoras podem ser impostas pelo ambiente ou podem ser auto-induzidas, ocorrendo durante movimentos volitivos. b) Perturbações informacionais: estas modificam a natureza da informação de orientação do movimento, desse modo, podem-se criar conflitos transitórios entre informações visuais, vestibulares ou proprioceptivas, ou pode simplesmente haver uma mudança transitória na qualidade da informação sensorial (50).

O sistema Postural realiza uma integração das múltiplas aferências que participam do controle da postura ortostática, quando o centro de gravidade se afasta de sua posição média, ele retorna a ela por meio de mecanismos que o impede de sair dos seus limites. “O controle da postura ortostática não envolve somente a atividade muscular física que leva de volta a vertical de gravidade a sua posição média do centro de gravidade”, mas, é através de pequenos episódios das atividades desta musculatura que o sistema de controle da postura mantém os mínimos movimentos do corpo humano em posição ortostática (51).

Os sistemas visual, vestibular e proprioceptivo também estão envolvidos no envio de informações para o sistema de controle postural ou equilíbrio, formando o mecanismo aferente. A visão é o sistema mais importante de informações sensoriais e pode compensar pela ausência ou não-confiabilidade dos outros estímulos sensoriais (51).

O sistema visual fornece informações sobre a localização e a distância de objetos no ambiente, o tipo de superfície onde se dará o movimento e a posição das partes corporais uma em relação à outra, e ao ambiente, portanto, os componentes deste sistema considerados essenciais para o equilíbrio incluem, a visão periférica, a sensibilidade ao contraste, a acuidade dinâmica e estática e a percepção de profundidade. As três últimas alterações citadas estão relacionadas à idade, podendo encontrar também, uma menor adaptação ao escuro e o fato de haver uma perda da habilidade em discriminar baixas frequências espaciais (51).

Os sistemas proprioceptivos, que surgem dos receptores tendinosos e musculares, mecanorreceptores articulares e barorreceptores profundos nos aspectos plantares dos pés fornecem informações sensoriais para o controle postural. Este conjunto de sistemas fornece ao corpo informações sobre o ambiente, permitindo a orientação necessária à medida que se movimenta ou fica estático em relação às próprias partes do corpo, seu apoio e superfície do solo. Quando as informações proprioceptivas sofrem uma diminuição ou abolição, os indivíduos passam a depender exclusivamente do sistema visual para manter o equilíbrio, o que ocorre no caso dos idosos (51).

O sistema vestibular funciona em comum com os outros dois para manter o controle postural, e este é composto de três partes: o primeiro é um componente sensorial (está localizado no ouvido interno) que está ligado a segunda parte, que é o processador central (localizado na ponte ou núcleo vestibular e cerebelo) este recebe e integra os sinais, combinando com informações proprioceptivas e visuais enviando para o terceiro componente, o controle motor que se utiliza dos músculos oculares e da medula espinhal (52).

O controle motor realiza uma resposta através de dois reflexos que são responsáveis para manter o controle postural. O reflexo vestibulo-ocular é responsável pelo controle da estabilidade ocular e a orientação da cabeça à medida que se movimenta, e o reflexo vestibulo-espinhal influencia os músculos

esqueléticos do pescoço, tronco e membros e gera um movimento compensatório do corpo mantendo o controle cefálico e postural (52).

Com o envelhecimento ocorrem perdas no sistema vestibular, nas células ciliares dos canais semicirculares em torno de 40% depois dos 70 anos. Portanto, a diminuição da sensibilidade cutânea, da propriocepção, da acuidade visual e da sensibilidade de contraste, favorece o risco de quedas devido às funções sensoriais estarem alteradas (53).

Fala-se que um corpo está em equilíbrio quando não apresentar aceleração, e este pode ser estático ou dinâmico. Equilíbrio estático: é o estado de equilíbrio do corpo quando sua aceleração e velocidade forem nulas e refere-se à orientação do corpo em relação ao chão (gravidade), sendo responsável pela percepção da aceleração linear. Equilíbrio Dinâmico é o estado do equilíbrio do corpo quando sua aceleração for nula e sua velocidade for constante e não-nula, ou seja, o movimento for retilíneo e uniforme onde é responsável por manter a posição do corpo em resposta a movimentos de aceleração rotacional, angulares e radiais (58).

O sistema do equilíbrio ortostático tem a finalidade de manter o homem em pé em sua posição habitual, com mãos disponíveis e com a atenção livre em situações excepcionais, neste sistema a estratégia é a manutenção da projeção do centro de gravidade dentro da base de sustentação. Então o equilíbrio é alcançado quando a projeção do centro de massa se encontra nos limites da base de sustentação (esta corresponde à área delimitada pelos pontos de contato entre os seguimentos corporais e a superfície de suporte, e que quando o indivíduo está em pé, estaticamente, constitui-se de um quadrângulo delimitados pelos calcanhares e dedos dos pés) (56).

O centro de gravidade é “o ponto ao redor do qual o peso de um corpo está balanceado igualmente em todas as direções” (56). Esse centro de gravidade, também pode ser definido (isto quando os corpos estão submetidos à força gravitacional) como centro de massa, que por sua vez, é um ponto único que está ligado com cada corpo, em torno do qual a massa (substância da qual o corpo é constituído) se distingue em todas as direções (56).

A estabilidade do corpo em equilíbrio “é governada pelo momento de seu peso sobre o eixo de interesse, normalmente é o eixo sobre o qual há tendência à rotação” (56). A estabilidade mecânica, está conceituada como sendo uma resistência que rompe o equilíbrio e tem como princípios: uma maior massa corporal,

maior resistência entre o solo e o corpo, um diâmetro mais elevado na base de apoio partindo de uma força externa, do centro de gravidade que deve estar com um nível baixo em relação ao posicionamento vertical; e com a borda da base de apoio sobre a força externa atuante para o posicionamento horizontal (56).

Estes princípios quando aplicados ao corpo humano poderão ser válidos, se outros fatores neuromusculares estiverem relacionados, pois um corpo pode ter grande estabilidade em uma direção e ser quase instável em outra. A integridade neurológica não é o menos importante dentre os modificadores de equilíbrio, pois, a sustentação do corpo contra a gravidade é papel dos núcleos reticulares e vestibulares. Os núcleos reticulares podem ser divididos em dois grupos principais, os pontinos, que excitam os músculos antigravitacionais, e os bulbares que inibem, assim eles funcionam de modo antagônico um com o outro (56).

Quanto ao aparelho vestibular, este detecta as sensações de equilíbrio estático e dinâmico, o mesmo é formado pelo labirinto ósseo, que dentro dele tem a parte funcional que são os labirintos membranosos, que são compostos pela cóclea, três canais semicirculares, são responsáveis pela percepção das acelerações radiais e angulares, e duas câmaras responsáveis pela percepção da aceleração linear, chamadas de utrículo (orientação da cabeça quando a pessoa esta em pé) e de sáculo (orientação da cabeça quando a pessoa está deitada), na superfície interna de cada uma dessas últimas áreas existe a mácula, e esse conjunto serve para detectar a orientação da cabeça em relação à gravidade (56).

Os distúrbios posturais manifestam-se devido à perda de reflexos posturais, à alteração da propriocepção muscular e articular, à inabilidade de se manter uma geração de estímulos normais, o que leva à incapacidade da manutenção das respostas musculares corretas (53).

A razão entre postura e equilíbrio alterados não são estabelecidas, embora pareça estar associada a distúrbios de neurotransmissores em suas projeções de saída dos glóbulos internos do pálido para o mesencélafo e as regiões do talo do cérebro, envolvidas em manter a postura ereta e a atividade muscular postural (53).

O equilíbrio é a manutenção do corpo em posição onde o centro de massa encontra-se dentro de uma base de suporte (pés), sem que haja oscilações significantes, ou seja, nos limites de estabilidade. Para que haja manutenção do equilíbrio faz-se necessário que os elementos anatômicos e funcionais estejam

íntegros. Estes elementos compreendem o aparelho vestibular, a visão, os centros nervosos, o sistema proprioceptivo e o aparelho locomotor (53).

Quando movimentos voluntários são executados durante a postura ereta, ao mesmo tempo, que ocorre a ativação de músculos responsáveis pela manutenção da orientação e equilíbrio posturais, ocorre a ativação de músculos dos segmentos responsáveis pelos movimentos voluntários (53).

O controle do equilíbrio requer a manutenção do centro de gravidade sobre a base de sustentação durante situações estáticas e dinâmicas. Cabe ao corpo responder às variações do centro de gravidade, quer de forma voluntária ou involuntária. Este processo ocorre de forma eficaz pela ação, principalmente, dos sistemas visual, vestibular e somato-sensorial (53).

É pela Lei de Newton que o equilíbrio se baseia, isto é, todas as forças e todos os movimentos devem ser balanceados com outros equivalentes para não movimentar o corpo (53). O equilíbrio das forças que agem no centro de gravidade puxando o corpo para o chão e a força dos músculos antigravitacionais, que executam o contrário, é que possibilitam a postura ereta (53).

Buscando entender como o sistema de controle postural gera respostas motoras para minimizar os efeitos desestabilizadores dos movimentos voluntários, muitos estudos tem observado que sinergias posturais similares às observadas durante perturbações externas precederam os movimentos voluntários envolvendo somente alguns segmentos isolados (braço, perna, tronco) em adultos (53).

A manutenção do equilíbrio postural é um complexo mecanismo de controle, alimentado por um fluxo de impulsos neurológicos provenientes dos sistemas proprioceptivo, vestibular e óculo-motor cujas informações são processadas pelo sistema nervoso central e retornam pelas vias aferentes para manter o controle do equilíbrio corporal pela contração dos músculos antigravitacionários (53).

As alterações posturais levam à alteração do centro de gravidade, passando este a se localizar sobre o seu antepé ou mesmo na frente de seus pés, o que requer readaptações em uma nova base de suporte e adaptações na orientação corporal durante a execução das atividades de vida diária. Já no indivíduo normal o centro de gravidade se localiza entre os pés (53).

O controle motor engloba aspectos aplicados tanto ao controle do movimento quanto ao controle postural (54). O controle postural envolve a orientação postural e

o equilíbrio. A orientação postural é definida como a habilidade de manter a relação apropriada entre os segmentos corporais e o ambiente (54).

Depende do controle do alinhamento corporal e do tônus em relação à gravidade, à superfície de suporte, às referências internas e às informações sensoriais. Já o equilíbrio postural se refere à habilidade de manter a posição do corpo, especificamente do centro de massa, dentro dos limites de estabilidade através da inter-relação das várias forças que agem sobre o corpo, incluindo a força de gravidade, dos músculos e inerciais. Pode-se dizer que a tarefa básica do equilíbrio é a manutenção da estabilidade corporal tanto em condição estática quanto dinâmica (54).

A função básica da visão é orientar a posição e movimento da cabeça em relação ao ambiente, sendo que em condições estáticas as aferências visuais reduzem a oscilação corporal em aproximadamente 50% (54). Além de sua função básica, a visão desempenha um papel fundamental na estabilização tardia das correções posturais e no planejamento de reações antecipatórias (54). O papel das informações visuais na estabilização postural parece aumentar durante a permanência em superfícies instáveis, durante a aquisição de uma habilidade motora e em pacientes com desordens vestibulares (54).

As informações visuais podem ser facilmente manipuladas pela movimentação do cenário, oclusão ou por estímulos optocinéticos (54).

A importância da propriocepção para a manutenção da postura fica evidente pelas conseqüências clínicas desastrosas observadas em indivíduos com déficits nesta modalidade sensorial (54). Existem evidências do predomínio destas informações na manutenção do equilíbrio em superfícies estáveis (54).

Nesta condição, o risco de queda é vinte e três vezes maior em portadores de neuropatia periférica (54). A propriocepção pode ser manipulada por várias técnicas como bloqueio isquêmico dos músculos, anestesia local e vibração dos tendões musculares. A utilização limitada da isquemia e anestesia se deve ao efeito não seletivo e de curta duração (54). A vibração muscular altera a orientação postural por ativar as aferências fusais produzindo uma situação de ilusão da posição do membro. Como resultado da ativação fusar observa-se a contração muscular (54).

Estudos de controle motor levaram ao conceito de sinergias musculares e estratégias posturais (54). As sinergias podem ser definidas como padrões de atividade muscular em resposta a perturbações, organizadas centralmente de forma

a simplificar o controle do movimento (54). As estratégias posturais incluem não apenas as sinergias musculares, mas também padrões de movimento, torques articulares e forças de contato. As estratégias posturais também são descritas como respostas posturais automáticas coordenadas (54).

Os altos níveis de processamento neural se referem às influências cognitivas no controle postural como atenção e motivação e não ao controle consciente propriamente dito (54). Os componentes musculoesqueléticos incluem aspectos como a amplitude de movimento, flexibilidade, propriedades dos músculos e relações biomecânicas entre os segmentos (54). Os aspectos biomecânicos são caracterizados pelas propriedades visco-elásticas e pela configuração anatômica dos ossos, músculos e articulações (54).

Vários estudos têm investigado o efeito da manipulação sensorial e sua relação com o controle postural (54).

As estratégias posturais emergem do processamento neural para fornecer um plano de ação baseado nos objetivos, no contexto ambiental, e particularmente na atividade ou tarefa (54). São organizadas no espaço e no tempo para produzir forças efetivas que contraponham o distúrbio. Indivíduos sem comprometimento neurológico modulam a magnitude de sua resposta postural automática com a magnitude do distúrbio (54).

Com a exposição repetida a distúrbios inesperados às estratégias posturais, que inicialmente são executadas com ativação muscular excessiva, apresentam uma redução na magnitude de sua resposta (54).

O conceito de estratégia postural também pode ser aplicado às respostas posturais antecipatórias (54). A aquisição destas implica na transformação de correções posturais compensatórias em antecipatórias. O modelo geral para esta transformação envolve um sistema adaptativo que constrói uma imagem interna do distúrbio a ser minimizado (54).

Os ajustes posturais antecipatórios dependem da experiência prévia (54). Indivíduos com pobre coordenação das respostas posturais automáticas demonstram maior instabilidade em resposta a distúrbios externos. Já indivíduos com pobre coordenação das reações antecipatórias desequilibram mais com seus próprios movimentos (54).

O controle postural é considerado uma habilidade motora complexa derivada da interação dos sistemas neural e musculoesquelética (55).

São três as principais estratégias utilizadas para retornar o corpo à posição de equilíbrio (55). *Estratégia do tornozelo*, na qual o corpo se move ao nível do tornozelo como um pêndulo invertido. É utilizada para manutenção do equilíbrio frente a pequenas oscilações (55). *Estratégia do quadril*, que é utilizada quando a base de suporte se torna menor e mais instável. Os movimentos que fazem parte da estratégia do quadril são centrados nesta articulação e se caracterizam pela ativação precoce da musculatura proximal do tronco e quadril (55). *Estratégia do passo*, que é utilizada em grandes perturbações para evitar a queda, sendo caracterizada pela ativação inicial dos abdutores do quadril e co-contração do tornozelo (55).

Os componentes neurais envolvem o processamento motor, processamento sensorial, representação interna e altos níveis de processamento essenciais para os aspectos adaptativos e antecipatórios do controle postural (56).

Qualquer limitação de força, amplitude de movimento, dor ou mesmo de controle dos pés (base de suporte) irá afetar o controle postural (56).

As informações dos múltiplos sistemas sensoriais incluindo o somatossensorial, visual e vestibular são integradas pelo sistema de controle motor para orientar e alinhar a posição entre os segmentos corpóreos e a sua localização em relação ao meio externo (57). A partir destas informações o sistema nervoso elabora estratégias posturais que representam soluções sensório-motoras para o controle da postura incluindo não apenas sinergias musculares, mas também padrões de movimentos articulares, torques e forças de contato (58,59).

A interação dos sistemas sensoriais não resulta de uma simples convergência, mas sim de transformações apropriadas e coordenadas. Cada canal sensorial tem qualidades diferentes em termos de resolução e importância, sendo que a fidedignidade de uma informação pode alterar a confiabilidade de outra (60).

O controle postural tem sido definido como o conjunto de processos pelo qual o sistema nervoso central gera padrões de atividade muscular necessários para regular a relação entre o centro de massa e a base de sustentação (61). O equilíbrio postural está relacionado ao controle da relação entre a força gravitacional que age sobre o corpo e as forças internas (torque articular) que são produzidas pelo corpo (61).

A marcha é a habilidade motora extremamente complexa, composta por uma seqüência de movimentos cíclicos dos membros inferiores que geram o

deslocamento do corpo (61). Pessoas idosas caminham mais vagarosamente que os adultos jovens. Este fenômeno tem sido interpretado por alguns autores como uma estratégia compensatória para assegurar a estabilidade (61).

Por outro lado, esta alteração tem sido associada a mudanças estruturais do aparelho locomotor, como a redução da força muscular, que é considerada uma modificação específica do envelhecimento (68). Além da redução deste componente, outras alterações cinéticas e cinemáticas que influenciam a velocidade da marcha (61).

O equilíbrio corporal é um processo complexo envolvendo recepção e integração de estímulos sensoriais, o planejamento e a execução de movimentos para controlar o centro de gravidade sobre a base de suporte, sendo realizado pelo sistema de controle postural, que integra informações do sistema vestibular, dos receptores visuais e do sistema somatosensorial (61).

O sistema sensorial fornece o posicionamento dos segmentos corporais em relação ao ambiente e a outros segmentos, enquanto o sistema motor ativa, correta e adequadamente, os músculos para a realização do movimento e o sistema nervoso central conecta as informações advindas do sistema sensorial para enviar impulsos nervosos aos músculos (61).

O equilíbrio depende de inputs sensoriais múltiplos, qualquer falha em um dos sistemas envolvidos pode causar desequilíbrio postural e, conseqüentemente, quedas (61).

O equilíbrio postural atua continuamente durante as mudanças de situação, ou seja, na situação de um indivíduo estático, o controle corporal atua de uma determinada maneira e em situação dinâmica atua de outro modo. No equilíbrio estático, a base de suporte se mantém fixa enquanto o centro de massa corporal se movimenta (61). Neste caso, o senso de equilíbrio deve manter o centro de massa corpórea dentro da base de suporte (61).

Há uma relação entre o déficit de equilíbrio estático e o número de quedas sofridas, então, quanto menor a capacidade de se manter em equilíbrio parado, maior a probabilidade de sofrer uma queda (61). A mobilidade do tornozelo influencia o equilíbrio, isto é, quanto maior a movimentação do tornozelo maior a capacidade do indivíduo se manter em equilíbrio (61).

A força muscular também afeta o equilíbrio, sendo que indivíduos com maior força muscular possuem menor risco de quedas (61).

2.4 SISTEMA VESTIBULAR

Os componentes do sistema de controle postural incluem o componente sensorial, representado pelos sistemas visual, vestibular e somatossensorial (responsáveis por fornecer informações sobre a posição do corpo e sua trajetória no espaço); o componente efetor ou musculoesquelético (representado pela força muscular, amplitude de movimento, alinhamento biomecânico e flexibilidade; que juntos serão responsáveis pela execução de respostas motoras), e o processamento central representado pelo SNC, que deve determinar antecipadamente respostas efetivas e reguladoras no tempo, a serem executadas pelo sistema efetor (62).

O sistema vestibular fornece ao sistema nervoso central (SNC) informações estáticas e dinâmicas sobre a posição e o movimento da cabeça em relação à gravidade, gerando movimentos compensatórios dos olhos e respostas posturais durante os movimentos da cabeça. Interage também com as informações visuais e somatossensoriais para produzir o alinhamento e controle postural adequados a cada situação. (62).

Entre as principais alterações decorrentes do processo de envelhecimento humano, em se tratando de sistemas de controle postural, é enfatizado o sistema vestibular, cujas alterações quando associadas às doenças crônicas no idoso podem provocar sérias disfunções no equilíbrio corporal, com prejuízo significativo à capacidade funcional (63)

As alterações fisiológicas no sistema vestibular podem ser observadas após os 40 anos de idade, e à medida que se acentuam com o passar do tempo, tais processos degenerativos podem se tornar responsáveis pela ocorrência de vertigem, tontura e desequilíbrio na população geriátrica (64).

Tontura é a sensação de perturbação do equilíbrio corporal. Até os 65 anos de idade, é considerada o segundo sintoma de maior prevalência mundial, e após esta idade, seria o sintoma mais comum. Em indivíduos com idade superior a 75 anos, a prevalência é de 80% (65,66).

Já a vertigem é uma sensação de desorientação espacial do tipo rotatória, sendo o sintoma que aflige 61% das pessoas com mais de 70 anos (65).

Além das queixas de tontura e vertigem, outro grande problema surge em consequência dos freqüentes eventos de desequilíbrio na população geriátrica: as

quedas. São consideradas as conseqüências mais perigosas do desequilíbrio e da dificuldade de locomoção, podendo resultar na redução das atividades de vida diária e/ou em fraturas (65).

Por fim, o envelhecimento compromete também a habilidade do SNC em realizar o processamento dos sinais vestibulares, visuais e proprioceptivos responsáveis pela manutenção do equilíbrio corporal, bem como diminui a capacidade de modificações dos reflexos adaptativos (66).

A senescência fará da velhice um período de maior susceptibilidade e vulnerabilidade à determinados comprometimentos, que associados às doenças freqüentemente encontradas na população geriátrica, resultarão em distúrbios como a instabilidade postural, desequilíbrios e quedas (66).

Com o passar dos anos, o organismo humano passa por um processo natural de envelhecimento, gerando modificações funcionais e estruturais no organismo, diminuindo a vitalidade e favorecendo o aparecimento de doenças, sendo mais prevalentes as alterações sensoriais, as doenças ósseas, cardiovasculares e o diabetes (66).

O envelhecimento compromete a habilidade do sistema nervoso central em realizar o processamento dos sinais vestibulares, visuais e proprioceptivos responsáveis pela manutenção do equilíbrio corporal, bem como diminui a capacidade de modificações dos reflexos adaptativos (66). Esses processos degenerativos são responsáveis pela ocorrência de vertigem e/ou tontura (presbivertigem) e de desequilíbrio (presbiataxia) na população geriátrica (66).

As tonturas são sintomas extremamente freqüentes em todo o mundo, ocorrendo em todas as faixas etárias, principalmente em adultos e idosos. Até os 65 anos de idade, a tontura é considerada o segundo sintoma de maior prevalência mundial (67). Após esta idade, seria o sintoma mais comum. Em indivíduos com idade superior a 75 anos, a prevalência seria da ordem de 80% (66).

Um dos principais fatores que limitam hoje a vida do idoso é o desequilíbrio. Em 80% dos casos não pode ser atribuído a uma causa específica, mas sim a um comprometimento do sistema de equilíbrio como um todo. Em mais da metade dos casos o desequilíbrio tem origem entre os 65 e os 75 anos aproximadamente e cerca de 30% dos idosos apresenta os sintomas nesta idade. As quedas são as conseqüências mais perigosas do desequilíbrio e da dificuldade de locomoção, sendo seguidas por fraturas, deixando os idosos acamados por dias ou meses e

sendo responsáveis por 70% das mortes acidentais em pessoas com mais de 75 anos (66).

As manifestações dos distúrbios do equilíbrio corporal têm grande impacto para os idosos, podendo levá-los à redução de sua autonomia social, uma vez que acabam reduzindo suas atividades de vida diária, pela predisposição a quedas e fraturas, trazendo sofrimento, imobilidade corporal, medo de cair novamente e altos custos com o tratamento de saúde (66).

Equilibrar-se é condição fundamental para a realização da maior parte dos movimentos e deambulação. O equilíbrio é um processo complexo por meio do qual o corpo é estabilizado para um dado propósito, exigindo a habilidade de controlar a massa corporal ou centro de gravidade dentro da base de apoio (67). É necessário que ocorra um conjunto de ajustes a fim de manter uma postura estável e permitir que o mover-se aconteça de forma segura (67).

Este conjunto de ajustes tem 3 funções principais: sustentar a cabeça e o corpo contra a gravidade e outras forças externas; estabilizar partes do corpo enquanto outras estão em movimento; e manter o centro de massa corpórea alinhado e equilibrado sobre a base de suporte (67).

Para a manutenção do equilíbrio e garantia de ajustes e respostas posturais adequadas, faz-se necessária a atuação conjunta dos sistemas vestibular, visual, somatossensorial, musculoesquelético e sistema nervoso central (SNC), que uma vez não integrados corretamente, dão origem a perturbações do estado de equilíbrio, podendo culminar com o evento de quedas (68).

O sistema sensorial compreende os sistemas vestibular, visual e somatossensorial (67).

O sistema visual fornece informações sobre a localização e a distância de objetos no ambiente, o tipo de superfície onde se dará o movimento e a posição das partes corporais uma em relação à outra e ao ambiente, sendo considerado essencial para o equilíbrio. (69).

Já o sistema somatossensorial, também chamado de proprioceptivo, é constituído de receptores musculares, articulares e cutâneos. É responsável por informar sobre a situação do sistema efetor, como comprimento e força exercida pelos músculos e posição do corpo no espaço, além de informações sobre o ambiente, como as condições da superfície onde o corpo se encontra (69).

A preservação da estabilidade do olhar, do equilíbrio corporal, da postura e da orientação espacial são funções complexas que dependem da integridade de informações visuais, proprioceptivas, interoceptivas e vestibulares (69).

As disfunções do sistema vestibular causam uma variedade de sintomas que geram desconforto aos indivíduos portadores destas deficiências. Por medo de sofrer um acidente automobilístico, quedas ou vergonha social os indivíduos com distúrbio vestibular tendem a diminuir a movimentação do pescoço assim como qualquer atividade física (69).

Reduzem também a realização das atividades de vida diárias (AVDs), incluindo as atividades instrumentais e de cuidados pessoais, comprometem o desempenho no trabalho e reduzem a participação na responsabilidade familiar, isolando-se socialmente (69).

Assim, mesmo que a maioria das disfunções vestibulares não apresente nenhuma ameaça direta à vida, elas podem ter conseqüências emocionais, físicas e funcionais importantes, provocando morbidade significativa na população (69).

Existem inúmeras doenças que podem acometer tanto as estruturas centrais do sistema vestibular como as estruturas periféricas. Tais distúrbios terão como conseqüência sintomas semelhantes, porém com características distintas que podem incluir tontura ou desequilíbrio, associado ou não a outros sinais e sintomas como náuseas, vômitos, sudorese, zumbido, oscilopsia, nistagmo, distúrbios da marcha e até quedas (69).

Nas lesões periféricas unilaterais há um conflito de informações tanto entre o aparelho vestibular acometido e não acometido quanto entre os estímulos vestibulares, alterados nestas ocasiões, e as informações geralmente íntegras dos sistemas visual, proprioceptivo e interoceptivo (69).

Estas perturbações sensoriais geram uma percepção incorreta do movimento e desencadeia os sintomas. A marcha do paciente com déficit periférico unilateral geralmente mostra desvios para o lado afetado, além de apresentar um desequilíbrio maior quando as informações visuais e somatossensitivas são alteradas (69).

As lesões de estruturas periféricas do sistema vestibular podem ser tanto uni como bilaterais. A diferenciação destas condições é de suma importância para a elaboração de um tratamento adequado (69).

São inúmeras as causas que podem resultar no comprometimento periférico como a Vertigem Postural Paroxística Benigna (VPPB) e a Doença de Menière , não sendo rara a concomitância de algumas doenças (69).

A reabilitação específica para pacientes com disfunção no sistema vestibular iniciou-se nos anos 40 por Cawthorne e Cooksey com exercícios elaborados para melhorar a função vestibular, reduzir os diversos sintomas previamente mencionados e recuperar a estabilidade do olhar e postural (69).

Os exercícios propostos englobam movimentações oculares e cefálicas com o paciente sentado, em pé ou durante a realização de outros tipos de atividades dinâmicas, mantendo tanto a fixação do olhar em determinado ponto quanto a estabilidade postural (69).

Pode-se dizer então que a reabilitação vestibular tem como objetivo reduzir os sintomas que impedem o paciente de ter uma vida funcional e socialmente ativa. Minimizar tais sensações é de grande importância para que o indivíduo volte a participar das atividades que realizava antes da manifestação dos sintomas, deixar de isolar-se socialmente e se beneficiar não apenas no aspecto físico como também psicológico (69).

O fato dos pacientes com distúrbio do sistema vestibular freqüentemente apresentarem disfunções do sistema nervoso, muscular e ósseo, além de possuírem diversas limitações funcionais e incapacidades nas AVDs, reforça a necessidade de avaliação de todos os sistemas envolvidos no equilíbrio humano (69).

Ademais, a dificuldade na descrição dos sintomas e sua subjetividade também apontam para a imperatividade da existência de uma avaliação completa e abrangente, assim como o diagnóstico clínico, os testes vestibulares laboratoriais e o conhecimento da etiologia e fisiopatologia da doença, para possibilitar a programação de um tratamento adequado e efetivo (69).

Este tipo de avaliação também se mostra necessário para os pacientes que apresentam desequilíbrio postural de origem não vestibular como pode ocorrer nas disfunções temporo-mandibulares e neurológicas. Visto que os exames convencionais da integridade vestibular não são capazes de quantificar as limitações funcionais e as incapacidades, estas devem ser avaliadas e quantificadas com testes específicos (69).

Em resumo, sua função é informar ao SNC a posição e movimentação do corpo no espaço em relação à superfície de suporte, além de informar sobre a posição dos segmentos corporais uns em relação aos outros (67,70).

Os componentes do sistema musculoesquelético são responsáveis pela amplitude do movimento articular, pela flexibilidade, pela força muscular e pelas relações biomecânicas entre os segmentos corporais articulados, sendo também de extrema importância no equilíbrio corporal (71).

Uma vez que todas as informações sensoriais citadas são levadas ao SNC e integradas ao sistema efetor para produzir os movimentos corporais, como resultado dessa integração sensório-motora será produzido um maior ou menor grau de controle do equilíbrio (72), variando de acordo com as condições de cada indivíduo.

O sistema vestibular humano é formado por um sistema sensorial periférico (conjunto de sensores do movimento), um processador central e um mecanismo de resposta motora (73). Os sensores do movimento (parte periférica) enviam informações ao cerebelo e ao complexo nuclear vestibular (localizados no SNC), sobre a velocidade angular da cabeça, a aceleração linear e a orientação cefálica em relação ao eixo gravitacional (73).

O Sistema Nervoso por sua vez processa esses sinais e os combina com outras informações sensoriais, para estimar a orientação cefálica. A resposta do sistema vestibular central é transmitida à medula espinhal a fim de preparar dois reflexos importantes: o RVO (reflexo vestibulo-ocular), responsável por gerar movimentos oculares que permitam uma visão nítida enquanto a cabeça está em movimento; e o RVE (reflexo vestibulo-espinhal), cuja função é gerar um movimento corpóreo de compensação para manter a estabilidade cefálica e postural, e dessa forma evitar quedas (73).

Algumas anormalidades do equilíbrio como as quedas freqüentes e o relato de sensações anormais de movimento ou vertigem, sugerem disfunção vestibular mas nem sempre se devem somente ao comprometimento deste sistema, exigindo uma abordagem criteriosa e abrangente, desde a avaliação até o tratamento ou reabilitação (74).

O controle postural é fundamental para a habilidade de desempenhar ou cumprir as demandas de tarefas simples e, também, desafiadoras. Ele pode sofrer influências decorrentes das alterações fisiológicas do envelhecimento, de doenças crônicas, de interações farmacológicas ou de disfunções específicas (75).

A perda gradual da acuidade vestibular também faz parte das conseqüências da velhice. Acredita-se que o comprometimento do sistema vestibular esteja envolvido na elevada instabilidade postural dos idosos, uma vez que estudos anatômicos revelaram nessa população uma redução gradual na densidade dos receptores e no número de células receptoras de algumas estruturas do sistema vestibular, dentre outras alterações (76)

Com o envelhecimento, ocorre no sistema musculoesquelético uma diminuição lenta e progressiva da massa muscular, sendo o tecido muscular parcialmente substituído por colágeno e gordura. Ocorre também perda de unidades motoras, neurônios motores, força muscular e perda significativa de fibras de contração rápida (tipo II), resultando em contrações mais lentas e fracas (77).

Tontura é a sensação de perturbação do equilíbrio corporal. Pode ser definida como uma percepção errônea, uma ilusão ou alucinação de movimento, uma sensação de desorientação espacial do tipo rotatório (vertigem) ou não rotatório (instabilidade, desequilíbrio, flutuação, oscilação, oscilopsia). Não é rara a ocorrência de tonturas de diversos tipos (rotatórios e não-rotatórios) num mesmo indivíduo. Ambos os tipos podem ser ou não por distúrbio vestibular, que pode ser comprovado por meio de exame otoneurológico (78).

As tonturas são decorrentes de distúrbios funcionais primárias ou secundárias do sistema vestibular em aproximadamente 85% dos casos (99). Os distúrbios do equilíbrio em idosos têm como principal complicação a queda. A queda é definida como um evento não-intencional que tem como resultado a mudança de posição do indivíduo para um nível inferior em relação a sua posição inicial, sem que tenha havido um fator intrínseco determinante, como um acidente vascular cerebral ou síncope, ou um acidente inevitável (78).

As quedas freqüentemente ocorrem como um somatório de fatores de risco intrínsecos e extrínsecos, sendo difícil restringir um evento de queda a um único fator de risco ou a um agente causal (78).

Os fatores intrínsecos relacionados a quedas em idosos são imobilidade e incapacidade funcional para realizar as atividades de vida diária, diminuição de força muscular de membros inferiores, déficit de equilíbrio, queixa de tontura, uso de medicações psicotrópicas, déficits cognitivo, visual e/ou auditivo, hipotensão postural, distúrbios da marcha e doenças crônicas (78).

Os fatores extrínsecos são os riscos ambientais (má iluminação, piso escorregadio e outros), comportamentos de risco (subir em cadeiras) e também estão relacionados com a tarefa desempenhada no momento (78). Quando as demandas sobre o controle postural são maiores que a capacidade do indivíduo, ocorre uma queda (78).

Vertigem e tontura são consideradas sinônimos no dicionário Aurélio, no entanto, do ponto de vista médico estes termos podem ser utilizados com o seguinte significado: (1) “vertigem rotatória”: define a sensação de que tudo roda ao redor de si mesmo ou que se está girando, freqüentemente associada a náuseas, vômitos e desequilíbrio (79)

Esta queixa está presente quando há acometimento vestibular unilateral (periférico ou central); (2) “vertigem oscilatória”: refere-se à sensação de balanços ou de perda de equilíbrio, raramente associada a náuseas ou vômitos, e pode ser devida a distúrbios vestibulares ou não vestibulares; (3) “tontura”: é considerada como mal-estar, escurecimento visual, fraqueza, sintomas muitas vezes vagos sem ter a sensação de rotação ou desequilíbrio, e tem causa não neurológica, como exemplo: hipotensão postural, ataque vasovagal, arritmia cardíaca, hipoglicemia, e outras causas (79).

O equilíbrio corporal pode ser definido como a capacidade do ser humano em manter-se ereto e executar movimentos do corpo sem apresentar oscilações ou quedas. Esse complexo fenômeno sensório-motor é gerado pela integração de informações de três sistemas sensoriais (sistema visual, somatossensorial e vestibular) no sistema nervoso central. Alterações na manutenção do equilíbrio corporal podem ocasionar sintomas como vertigem, tontura e desequilíbrio (80).

A avaliação do equilíbrio corporal pode envolver testes que determinam valores diagnósticos ou que informam sobre a capacidade do indivíduo em manter a estabilidade postural (80).

A disfunção vestibular assume particular importância, pois o aumento da idade é diretamente proporcional à presença de múltiplos sintomas otoneurológicos associados, tais como vertigem e outras tonturas, perda auditiva, zumbido, alterações do equilíbrio corporal, distúrbios da marcha e quedas ocasionais, entre outros (81).

O processo de envelhecimento afeta todos os componentes do controle postural - sensorial (visual, somatossensorial e vestibular), efetor (força, amplitude

de movimento, alinhamento biomecânico, flexibilidade) e processamento central (81). A integração dos vários sistemas corporais sob o comando central é fundamental para o controle do equilíbrio corporal. O desempenho desses sistemas reflete diretamente nas habilidades do indivíduo em realizar tarefas cotidianas, ou seja, na capacidade funcional (81).

Uma das formas mais simples de se verificar o acometimento desses sistemas, cuja integridade é fundamental para o desempenho normal de tarefas motoras, é a avaliação funcional que simula, justamente, as demandas envolvidas na habilidade em controlar o equilíbrio, podendo ser útil para gerar hipóteses quanto aos determinantes da limitação funcional observada (81).

A tontura é considerada como uma síndrome geriátrica, condição de saúde multifatorial que ocorre do efeito acumulativo dos déficits nos múltiplos sistemas, imputando aos idosos maior vulnerabilidade aos desafios circunstanciais (82). O controle postural pode sofrer influências decorrentes das alterações fisiológicas do envelhecimento, de doenças crônicas, de interações farmacológicas ou disfunções específicas (82).

A tontura é considerada como uma síndrome geriátrica, condição de saúde multifatorial que ocorre do efeito acumulativo dos déficits nos múltiplos sistemas, imputando aos idosos maior vulnerabilidade aos desafios circunstanciais (82). As atividades e estados emocionais mais freqüentemente associados aos episódios de tontura foram levantar-se, virar-se e a ansiedade. Os sintomas depressivos, déficit de equilíbrio, infarto agudo do miocárdio prévio, hipotensão postural, número de medicamentos e déficit auditivo foram variáveis clínicas associadas ao aumento de risco para tontura. Ainda, a probabilidade de relatos de tontura foi fortemente associada ao número de variáveis predisponentes (82).

A orelha interna é constituída por duas partes: cóclea e aparelho vestibular, composto de vestíbulo e canais semicirculares (83). Esta segunda porção ainda é desconhecida por muitos, todavia, sem esta, funções como, andar em linha reta, manter-se em pé, orientar-se no escuro e até mesmo movimentar a cabeça estariam comprometidas. Estamos falando do Sistema Vestibular que juntamente com os sistemas ocular e proprioceptivo é responsável pelo equilíbrio do ser humano (83).

As alterações patológicas apresentadas pelo sistema vestibular são denominadas Vestibulopatias e podem ser divididas em dois grandes grupos,

segundo a sua origem: as síndromes vestibulares periféricas (labirintopatias propriamente ditas) e as síndromes vestibulares centrais (83).

Dentro da síndrome vestibular periférica, temos como exemplo a Vertigem Postural Paroxística Benigna (VPPB), a Doença de Ménière, a Labirintite Bacteriana, vertigem por drogas entre outras (83).

Já nas síndromes vestibulares centrais, pode-se citar como exemplo a Isquemia Vértebrobasilar e Enxaqueca e Ataques isquêmicos transitórios do território Vértebro-basilar (83). Há relatos de ocorrência de vertigens fisiológicas, como a cinetose que é caracterizada por náuseas e mal-estar desencadeados por aceleração corporal não-familiar ao indivíduo, como andar de carro, navio ou avião (83).

Juntamente com a tontura, outros sintomas, direta ou indiretamente relacionados às alterações vestibulares, podem estar ocorrendo como, cefaléia, escurecimento da visão, nistagmo, distúrbios do sono, zumbidos, perda auditiva e ainda pode ser encontrado desequilíbrio, instabilidade, desvio da marcha ao andar, dificuldade de fixação do olhar, acompanhadas ou não de náuseas ou vômitos (83).

Alterações no sistema vestibular periférico e central podem ser desencadeadas por diversas perturbações, sendo elas: infecciosas, inflamatórias, neoplásicas, degenerativas, auto-imunes, vasculares, reumáticas, hormonais, psicogênicas, genéticas, metabólicas, iatrogênicas e posturais. Esta ampla quantidade de causas confirma a relação existente entre o sistema vestibular e outros sistemas do organismo humano (83).

Os indivíduos que buscam um médico com a queixa de tontura são em sua maioria, adultos do sexo feminino, não se observando diferenças entre o sexo a partir da terceira idade, quando a prevalência praticamente se iguala (83).

É sabido que os distúrbios vestibulares diminuem significativamente a qualidade de vida de indivíduos portadores de tal alteração, comprometendo suas atividades profissionais, domésticas e sociais, trazendo prejuízos físicos, psicológicos e sociais. Nos idosos esse declínio na qualidade de vida é ainda mais significativo, uma vez que as manifestações dos distúrbios do equilíbrio corporal têm grande impacto, podendo levar à uma redução de sua autonomia social, conseqüentemente diminuindo suas atividades de vida diária pela predisposição a quedas e fraturas, trazendo sofrimento, imobilidade corporal, medo de cair

novamente, declínio em sua saúde, altos custos com tratamentos, e conseqüentemente, aumento do risco de institucionalização (83).

Essa maior incidência de disfunções vestibulares em idosos ocorre em função do envelhecimento, compromete a habilidade do sistema nervoso central em realizar o processamento dos sinais vestibulares, visuais e proprioceptivos, responsáveis pela manutenção do equilíbrio corporal bem como diminui a capacidade de modificações dos reflexos adaptativos (83).

Esses processos degenerativos são responsáveis pela ocorrência de tontura (presbivertigem) e de desequilíbrio (presbiataxia) podendo culminar com o evento da queda (83). O tratamento para as disfunções labirínticas pode ocorrer de três formas: medicamentosa, cirúrgica e reabilitação vestibular, sendo esta última a melhor opção de tratamento terapêutico, podendo ser utilizada com ou sem o auxílio de medicamentos, cabe ainda no processo de reabilitação, mudança de hábitos e vícios inadequados como tabagismo, alcoolismo e erros alimentares (83).

Deve-se também levar em consideração a importância da identificação e correção da causa do problema, pois muitas vezes os remédios são a origem dos sintomas (83).

Para que se chegue à origem de uma vestibulopatia faz-se necessária uma avaliação vestibular que compreende Anamnese (audiológica e otoneurológica), Avaliação Audiológica (meatoscopia, audiometria tonal liminar, logaudiometria e imitanciometria), Exame Vestibular (eletronistagmografia ou vectoeletronistagmografia) e Exames Laboratoriais (83).

Na impossibilidade de se realizar diagnóstico por meio de exames que necessitam de equipamentos específicos, pode-se recorrer ao uso de algumas provas vestibulares que pesquisam as funções vestibulares e cerebelares, podendo apresentar respostas sugestivas de alterações (83).

As alterações vestibulares, periféricas ou centrais, freqüentemente causam manifestações físicas, sendo a tontura a mais comum entre elas; é gerada pelo conflito na integração das informações sensoriais que auxiliam o controle postural (84).

A disfunção vestibular assume particular importância na população idosa, pois, o aumento da idade é diretamente proporcional à presença de múltiplos sintomas otoneurológicos associados, tais como vertigem e outras tonturas, perda

auditiva, zumbido, alterações do equilíbrio corporal, distúrbios da marcha e quedas ocasionais, entre outros (84).

As tonturas são decorrentes de distúrbios primários ou secundários do sistema vestibular em aproximadamente 85% dos casos (84).

Tonturas estão dentre as queixas mais comuns da população idosa. Constituem problema de grande relevância, uma vez que se associa ao risco de quedas, importante fator relacionado à morbidade e mortalidade nessa faixa etária (85).

Diversas são as doenças que alteram diretamente essas funções, predominando as cardiovasculares, ortopédicas, diminuição da acuidade visual, além das doenças relacionadas ao aparelho vestibular. Das alterações relacionadas com o aparelho vestibular, destaca-se a presbivertigem por associar-se ao processo de degeneração das estruturas pertencentes ao sistema vestibular, observados com o decorrer da idade, fazendo parte do déficit sensorial múltiplo do idoso (85).

A bateria de testes vestibulares permite a avaliação objetiva do sistema vestibular, determinando o topodiagnóstico da lesão (central ou periférica). Entre os testes realizados, a prova calórica é o exame mais importante por oferecer medida objetiva da função vestibular periférica dos canais semicirculares laterais. Entretanto, tem utilidade limitada na abordagem primária da tontura no idoso, pois avalia apenas a função labiríntica, não prestando informações relativas à propriocepção e à acuidade visual, sistemas importantes para o equilíbrio na senilidade (85).

Essa doença mecânica do sistema vestibular periférico acomete principalmente o canal semicircular posterior (CSP), podendo acometer também os outros canais simultaneamente. Pode estar associada a neurite vestibular, Doença de Ménière, entre outras doenças, no entanto, parece ser idiopática na maioria dos casos. Pode ser encontrada em todas as faixas etárias, aumentando com a idade (85).

A pesquisa do nistagmo de posicionamento possibilita a localização do lado e do canal lesado e a distinção entre canaliculolitíase e cupulolitíase, sendo importante para a orientação dos exercícios de reabilitação mais indicados para cada caso, parte fundamental da terapêutica. As manobras e os exercícios de reabilitação vestibular na VPPB dependem do canal lesado e são específicos para cada um deles (85).

Consideramos necessário esclarecer o termo “labirintite”, tão usado por leigos e médicos ao referir-se como a principal causa de tontura ou vertigem. O termo labirintite pressupõe um componente inflamatório no aparelho vestibular e compreende: labirintite bacteriana, expressada por sinais flogísticos na orelha média, sinais toxêmicos e comprometimento do estado geral; e labirintite viral (falência vestibular súbita ou neuronite vestibular) em que prevalece uma infecção viral do nervo vestibular levando a um quadro vertiginoso auto-limitado (86).

Vertigem posicional paroxística benigna (VPPB) é uma das mais freqüentes patologias do sistema vestibular (87). Caracteriza-se clinicamente pela presença de episódios recorrentes de vertigens, tipicamente desencadeados por determinados movimentos cefálicos ou mudanças de posturas realizadas pelo paciente (87).

O diagnóstico é clínico. A história é típica, com episódios curtos de vertigens ao mudar a posição da cabeça (87). Pelas características clínicas, os pacientes freqüentemente tornam-se apreensivos, e tanto a vertigem como as posturas que as desencadeiam podem limitar suas atividades consideravelmente (87).

Os sintomas tendem a se resolver espontaneamente depois de algumas semanas ou meses. Alguns pacientes, no entanto, experimentam recorrência meses ou anos mais tarde, podendo variar desde episódios curtos até décadas de sofrimento com intervalos curtos de remissão (87).

A confirmação diagnóstica pode ser obtida por meio da manobra de Dix-Hallpike. A manobra é positiva quando desencadeia vertigem e nistagmo na mudança da posição do indivíduo de sentado para deitado com a cabeça sustentada abaixo do plano horizontal, com uma rotação de 45° da cabeça para o lado a ser testado (87). O nistagmo rotatório é típico: latência de quatro a cinco segundos e duração em torno de trinta a quarenta segundos. Com a repetição da manobra ocorre fadiga com diminuição da intensidade do nistagmo, até sua ausência em torno da terceira ou quarta repetição (87).

Os achados clínicos da vertigem paroxística benigna são consistentes com a hipótese que os canais semicirculares, com uma incidência muito maior no posterior, contenham partículas flutuantes, ou debris, e que são mais pesadas que a endolinfa circulante (87). Embora o mecanismo exato por meio do qual os debris levam a vertigem paroxística e nistagmo ainda seja desconhecido é amplamente aceito que o fenômeno da canalolitíase cause esta condição (87).

Existem três tratamentos básicos para a VPPB, cada um com sua própria indicação de uso: reposição canalítica, exercícios de liberação e exercícios de habituação. Os estudos sobre a eficácia indicam que todos os três facilitam a recuperação. Tipicamente usa-se o tratamento para reposição canalítica ou a manobra liberatória. Os exercícios de habituação são utilizados para queixas residuais mais brandas (87).

O equilíbrio corporal resulta da aceleração estável entre o indivíduo e o meio circundante, não obstante as diversas acelerações e velocidades a que está sujeito. Vários órgãos regulam o equilíbrio corporal (sistema vestibular, visual e proprioceptivo) e interagem sob a coordenação do cerebelo (88).

Uma vez que o labirinto é formado pelos órgãos sensoriais da audição e do equilíbrio corporal, há uma estreita relação anatômica entre esses sistemas. O sáculo (parte integrante do sistema vestibular) se une ao ducto coclear (parte do sistema auditivo) pelo ducto reuniens (88).

Os sistemas vestibulares direito e esquerdo enviam informações ao sistema nervoso central sobre os movimentos e a posição da cabeça para que seja processado o necessário ajuste do corpo a nova situação. As informações recebidas pelo sistema nervoso central necessitam ser harmoniosas e precisas; qualquer perturbação nesse conjunto de informações pode acarretar alterações no estado de equilíbrio corporal, ocasionando, por exemplo a tontura (88).

A tontura pode ser classificada como rotatória (vertigem) ou não-rotatória (instabilidade, flutuação, atordoamento, etc.). A vertigem é o tipo mais comum de tontura, podendo estar presente também perda auditiva, zumbido, hipersensibilidade a sons, distorção da sensação sonora, dificuldade de inteligibilidade de fala e distúrbios da atenção auditiva (88).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a eficiência da estabilometria e baropodometria para identificar perda de equilíbrio em voluntários vestibulopatas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o exame estabilométrico e baropodométrico estático em voluntários sadios e vestibulopatas;
- Analisar os dados da estabilometria e da baropodometria estática do grupo vestibulopatas e do grupo de voluntários sadios;
- comparar os resultados obtidos quanto as seguintes variáveis: estabilometria (olhos abertos e olhos fechados) e baropodometria (olhos abertos)

4 MÉTODO

4.1 TIPO DE ESTUDO

O estudo foi retrospectivo, do tipo seccional transversal.

4.2 POPULAÇÃO ESTUDADA

Participaram do estudo 52 voluntários, 26 voluntários homens e 26 voluntárias mulheres, com média de idade de 50 ± 10 anos, IMC abaixo de 25 kg/m^2 , sem distúrbios osteoarticular e sensório-motor e alterações visuais.

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

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade São Lucas sob nº 78/07(ANEXO A). Os voluntários foram informados a respeito da natureza deste estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, de acordo com os princípios éticos, seguindo as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos, conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

4.3 CRITÉRIOS PARA SELEÇÃO DOS VESTIBULOPATAS

Inicialmente foi solicitada aos participantes da pesquisa a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, e se estabeleceram os objetivos e condições éticas de seu emprego, assim como a liberdade da permanência ou não no processo avaliativo em qualquer fase, sem decorrência de qualquer prejuízo.

Foram incluídos neste trabalho:

- Sujeitos que apresentarem queixa de tontura crônica e/ou desequilíbrio, atordoamento e/ou outras sensações inespecíficas de tontura maior que três meses, encaminhados pelo médico otorrinolaringologista;

- Sujeitos que apresentarem alteração no exame de vectoeletronistagmografia do tipo periférica deficitária ou irritativa;

Foram excluídos deste trabalho:

- Sujeitos que apresentarem exame de vectoeletronistagmografia compatível com a normalidade ou com síndrome vestibular central;
- Sujeitos que apresentarem vectoeletronistagmografia periférica, mas apresentem doenças associadas como: sífilis, HIV, hiper ou hipotireoidismo, diabetes, doenças reumáticas, toxoplasmose, Glaucoma ou traumatismo cranioencefálico;
- Sujeitos que apresentaram limitações físicas, cognitivas e sensoriais que impedissem a realização dos testes de equilíbrio, como incapacidade de compreender e atender comando verbal simples e/ou imitar movimentos; aqueles que apresentaram acuidades visual e auditiva gravemente diminuídas;
- Sujeitos que haviam realizado alguma forma de reabilitação do equilíbrio corporal nos últimos seis meses anteriores à avaliação. A avaliação não foi realizada durante a crise vertiginosa.

4.4 INSTRUMENTAÇÃO VESTIBULOMÉTRICA

Inicialmente os pacientes foram orientados no sentido de absterem-se de bebidas alcoólicas, de beber chá, café ou chocolate e de fumar por pelo menos 24 horas antes da realização do exame vestibular e, de fazerem jejum de pelo menos 3 horas antes da avaliação. Em seguida os pacientes responderam à anamnese específica para sintomas otoneurológicos, por meio de perguntas objetivas que foram preenchidos como um questionário (ANEXO B). Esse modelo de anamnese otoneurológica foi proposto por Costa et al. (89). Posteriormente a pele do paciente foi higienizada usando algodão e álcool para que a captação do potencial elétrico ocorresse de forma efetiva através dos eletrodos que foram colocados na região periorbitária, através de pasta eletrolítica e fita adesiva. O eletrodo indiferente (terra) foi afixado na região frontal, o eletrodo superior na linha média (dois centímetros

acima da glabella) e um eletrodo em cada canto externo do olho. Os eletrodos são constituídos de prata e baixa polarização

Foi utilizado o sistema de vectonistagmografia digital, barra luminosa, vídeo-Frenzel e estimulador calórico a ar-modelo OAT-10 com pistola NGR-05 (Neurograff Eletromedicina Ind. e Com. Ltda-SP-Brasil) em conjunto com cadeira rotatória (Yoshi Ltda-SP-Brasil). Foram realizadas as seguintes provas: testes posicionais, testes de posicionamento, prova de agitação cefálica, calibração biológica, nistagmo espontâneo de olhos abertos e fechados, nistagmo semiespontâneo, rastreamento pendular, nistagmo optocinético, prova rotatória pendular decrescente e prova calórica (90).

4.4.1 Registro de Vídeo Frenzel

Esse equipamento permite uma melhor visualização do nistagmo durante a realização das provas otoneurológicas.

1º *Testes Posicionais*: Primeiro o paciente será posicionado em decúbito dorsal durante 20 segundos. Ainda em decúbito dorsal, o paciente terá a cabeça virada para direita por mais 20 segundos e depois para a esquerda pelo mesmo tempo. Em todas as posições serão observados sintomas de vertigem e/ou nistagmo.

2º *Testes de Posicionamento*: Manobra de Dix & Hallpike será realizada com intervalos de aproximadamente 40 segundos: o paciente, com os olhos abertos e olhando para frente, passa rapidamente da posição sentada com a cabeça inclinada 45º para um dos lados, para a posição de cabeça pendente; senta-se e realiza o mesmo procedimento para o lado oposto.

3º *Prova de Agitação Cefálica (HeadShake test)*: Esta prova objetiva detectar uma assimetria dinâmica do reflexo vestibulo-ocular (RVO). O examinador se posiciona na frente do paciente e solicita uma flexão anterior da cabeça (30º), olhos fechados e, com as mãos na região temporal dele, orienta o movimento rítmico de rotação até 30º (movimento do "não") por 20 vezes. Interrompe, volta a cabeça na posição neutra e observa o movimento ocular. Se resultar em nistagmo "batendo" para uma direção, considera-se afetado o lado oposto. A presença de nistagmo pós-agitação é relacionada à função vestibular periférica, mas pode ser encontrada em pacientes com disfunção cerebelar. Em lesões centrais pode surgir um componente

vertical. O teste possui uma baixa sensibilidade (27%), mas uma ótima especificidade (85%) para lesões vestibulares.

4.4.2 Registro pelo Software VEC. WIN

O software VEC.WIN Digital V 2.0 é fabricado pela empresa Neurograff e permite a realização do exame de Vectoeletronistagmografia por meio de etapas:

1º Calibração dos movimentos oculares: Nessa etapa o paciente mantém a cabeça imóvel, olhe alternadamente para dois pontos posicionados na barra luminosa a sua frente. Será considerado como padrão de normalidade latência entre 71 a 243 ms, velocidade 105 a 152º/s e precisão 89 a 111%.

2º Pesquisa do nistagmo espontâneo de olhos abertos e fechados: Nesta pesquisa, pedimos ao paciente que olhe fixamente para um ponto vermelho em uma barra metálica a sua frente enquanto fazemos o registro. É importante que o paciente esteja o mais tranqüilo possível para evitar piscada ou tremores palpebrais. Este será mantido mentalmente ocupado, para diminuir a inibição cortical. Para tanto, conversaremos com o paciente e/ou solicitaremos para que realize cálculos mentais. Será considerado padrão de normalidade a ausência de nistagmo espontâneo com olhos abertos e nistagmo espontâneo com olhos fechados até 6º/s

3º Nistagmo semi-espontâneo: Este nistagmo também é chamado de nistagmo direcional ou de fixação e é pesquisado com o olhar no alvo fixo para a direita e esquerda, para cima e para baixo. Os olhares extremos devem ser evitados, porque podem ocasionar o aparecimento do nistagmo de acomodação, que é fisiológico e esgotável, portanto, desprovido de valor diagnóstico. Será considerado padrão de normalidade a ausência de nistagmo semi-espontâneo com olhos abertos.

4º Rastreio pendular: Denominamos rastreio ao fenômeno ocular de perseguição a um alvo que se move horizontalmente, de forma sinusoidal, como um pêndulo. No presente estudo será utilizada uma barra metálica luminosa, colocada 1m à frente do indivíduo. Essa distância não pode ser menor, pois provocaria convergência dos olhos, e nem muito maior, para não dificultar a visualização dos pontos. A curva resultante pode ser classificada em quatro tipos: I, II, III e IV. Indivíduos normais apresentam curvas do tipo I ou II, pois não demonstram qualquer dificuldade para acompanhar a luz. A curva tipo III pode ser vista em indivíduo com

vestibulopatia periférica ou central, podendo ser produto da sobreposição de nistagmo espontâneo com olhos abertos ou de nistagmo direcional, já que essa é uma curva denteada ou serrilhada em ambos os lados. A curva do tipo IV é encontrada em portadores de síndromes centrais, geralmente em lesões de cerebelo, já que representa total incapacidade do indivíduo em acompanhar os deslocamentos da luz. O ganho máximo do rastreo pendular para as curvas padroniza-se entre 0,6 até 1,30% de ganho do RVO e será analisado nas freqüências de 0,10, 0,20 e 0,40Hz.

5° Nistagmo optocinético: Analisaremos os movimentos oculares de fixação e de seguimento. Acionamos o teste e as luzes seguirão no sentido horário e depois anti-horário, solicitaremos que o paciente sempre fixe os olhos na luz que estiver no meio da barra, embora a tendência seja acompanhar as luzes que passam a sua frente. No momento em que ele olha para o centro, surge a componente rápida do nistagmo (movimento de fixação), enquanto que a componente lenta representa a movimentação dos olhos na tentativa de acompanhar o deslocamento da luz (movimento de seguimento). O objetivo desta prova é verificar se existe simetria entre os batimentos ocorridos quando as luzes correm no sentido horário e anti-horário. O ganho máximo será entre 0,70 até 1.20%. A Preponderância Direcional do Nistagmo (PDN) estará dentro do normal em até 13%.

6° Prova de Pesquisa dos nistagmos pré e pós-rotatórios à prova rotatória pendular decrescente: Estimulam-se os ductos semicirculares laterais, anteriores e posteriores. Nesta prova à estimulação dos ductos semicirculares laterais, a cabeça do paciente será fletida 30° para frente. Numa etapa seguinte, para a sensibilização dos ductos semicirculares verticais (anterior e posterior), o posicionamento da cabeça do paciente será de 60° para trás e 45° à direita e, a seguir, 60° para trás e 45° à esquerda, respectivamente. Serão avaliadas a ocorrência, direção, freqüência às rotações anti-horária e horária e cálculo da preponderância direcional.

7° Prova de estimulação pré- e pós-calórica: A prova calórica será realizada de acordo com as técnicas de estimulação de Fitzgerald & Hallpike. Cada orelha será irrigada alternadamente com um fluxo constante de ar a 18°C e 42°C, durante 80 segundos. A ordem de estimulação será: orelha direita e orelha esquerda com estimulação quente; orelha esquerda e orelha direita com estimulação fria. Será realizado um intervalo entre as estimulações para que não haja efeito cumulativo. A prova calórica será realizada com posição da cabeça corrigida a cada estimulação, e

mantida a 60º de extensão com a linha de Frankfurt verticalizada, permitindo que os canais semicirculares horizontais permanecessem na posição vertical. Serão feitas perguntas aos pacientes ou solicitado que façam contas aritméticas durante o exame, para evitar o efeito inibitório cortical sobre o sistema vestibular. Todos os pacientes permanecerão com os olhos fechados para evitar inibição nistágmica durante o exame. Será analisada a fixação ocular pedindo que o paciente abra os olhos após alguns minutos de estimulação térmica para verificar o efeito de fixação ocular (EIFO). A velocidade média da fase lenta do nistagmo (valores absolutos) será analisada após o término do exame e deverá apresentar valores entre 2 e 24º/segundo para normalidade. A preponderância direcional do Nistagmo (PDN) será considerada normal de 0-36% e Preponderância Labiríntica (PL) entre 0-41%.

4.5 INSTRUMENTAÇÃO ESTABILOMETRIA E BAROPODOMETRIA

Os voluntários preencheram o questionário básico e modificado de avaliação rápida da mobilidade (ANEXO C). Realizaram avaliação visual por método de tabela de acuidade visual do tipo (E) de Snellen (91) e avaliação do comportamento das oscilações corporais pela estabilometria e Baropodometria (92). As coletas foram realizadas na Clínica de Fonoaudiologia (voluntários vestibulopatas) e Laboratório de Fisiologia, Departamento de Fisioterapia (estabilometria e baropodometria), ambos situados na Faculdade São Lucas – Porto Velho – RO.

Para avaliação do comportamento das oscilações corporais, análise das oscilações do centro de pressão dos pés (CPP), utilizou-se um Baropodômetro Eletrônico Modular, composto por uma plataforma modular da Physical Support Italy® de aproximadamente 03 (três) metros de comprimento, formado por sensores eletrônicos de platina, revestido de captor em cacho alveolar em uma superfície de 120 cm de comprimento por 42 cm de largura, que reconhecem as informações do apoio plantar conservando a mobilidade natural.



Figura 1: Plataforma modular Physical Support Italy®

O Baropodômetro Eletrônico Modular captura imagens de ponto de pressão plantar, armazena as informações adquiridas e fornece dados em relação à a descarga de peso nos pés direito e esquerdo e sua distribuição na superfície plantar (93).

O Centro de Pressão dos Pés (CPP), variável estudada na estabilometria, consiste na resultante das forças aplicadas sobre a plataforma, no instante t , pelo corpo do sujeito. Ele varia constantemente durante a manutenção da postura ortostática devido às oscilações corporais (93). O CPP reflete as orientações dos segmentos corporais (ângulos articulares), assim como dos movimentos do corpo para manter o centro de gravidade dentro da base de suporte (94).

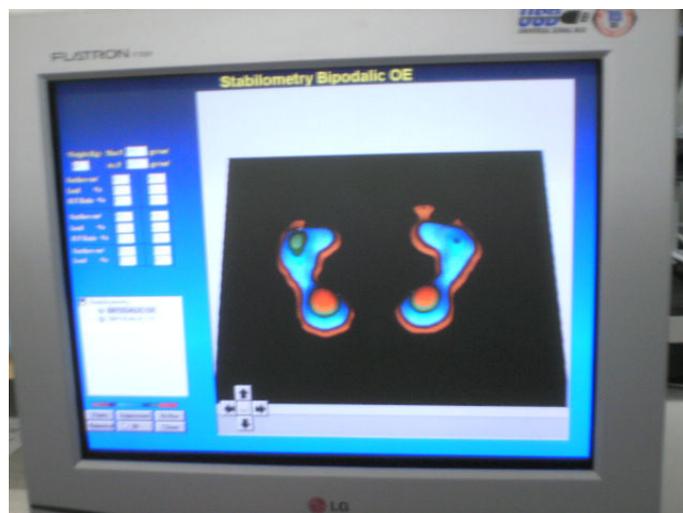


Figura 2: Estabilometria - Centro de Pressão dos Pés (CPP)

Segundo Prietro e Cols (94) os parâmetros do CPP a serem calculados são:

Área Elíptica – O cálculo deste parâmetro leva em consideração os pontos de deslocamento do CPP em ambos os eixos x e y simultaneamente. Unidade: mm².

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

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

Esta plataforma está conectada a um computador que reproduz imagens e os dados coletados. Este aparelho fornece informações relacionadas à análise estática, dinâmica, e estabilométrica. Apesar das diversas análises fornecidas por este aparelho, este trabalho tem seu enfoque voltado para os dados obtidos pela análise estabilométrica e baropométrica estática.

A análise estabilométrica apresenta informações da velocidade média de oscilação em (mm/s), da oscilação do centro de pressão do corpo no sentido ântero-posterior (A/P) e latero-lateral (L/L), expressa em (mm/s), da área de rolamento em (mm) e da área de oscilação do centro de pressão do corpo, tendo o (mm²) como unidade. O aparelho permite esta análise com os olhos abertos e fechados, apoio bipodálico e monopodálico.

A baropodometria estática nos fornece dados em relação à superfície plantar e a descarga de peso nos pés direito e esquerdo e é realizada com os olhos abertos. A baropodometria dinâmica nos fornece a distribuição da superfície plantar e a descarga de peso nos pés direito e esquerdo durante a marcha, dado que não se apresenta com grande relevância para a realização deste trabalho.

4.5.1 AQUISIÇÃO DE DADOS:

O exame estabilométrico e baropodométrico estático foi realizado com 52 voluntários, 26 vestibulopatas e 26 normais. Para este estudo os sujeitos, sem a utilização de qualquer tipo de calçado, permaneciam durante 10 segundos sobre a

plataforma para que cada situação fosse analisada. Não há necessidade de preparação prévia dos voluntários para a realização do exame. Nas análises com os olhos abertos foi pedido aos voluntários que fixassem o olhar em um ponto qualquer, afim de que o sistema visual atuasse de forma mais participativa na manutenção do equilíbrio.

Primeiramente foi realizada a baropodometria estática, na qual os sujeitos permaneciam na plataforma por 10 segundos com os olhos abertos. Em uma segunda situação foi realizada a estabilometria, na qual os sujeitos se mantinham 10 segundos com os olhos abertos e posteriormente 10 segundos com os olhos fechados, desta forma, retirando o campo visual, permitem-se a atuação do sistema vestibular e proprioceptivo para a manutenção do equilíbrio. Os sujeitos ficavam em apoio bipodálico (apoio sobre os dois pés) e com os braços no prolongamento do corpo. Os sujeitos serão instruídos a permanecerem na posição em pé com os pés ligeiramente separados por uma largura confortável (de acordo com a largura dos ombros) com os braços relaxados ao longo do corpo.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

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

RESULTADOS

Os resultados obtidos na estabilometria demonstraram que a velocidade média de oscilação, deslocamento ântero-posterior e deslocamento Latero-lateral, com olhos fechados, apresentaram diferença estatística significativa entre os grupos vestibulopata e normais, a elipse de superfície em mm² (milímetros-quadrados), não apresentou diferenças como demonstra a tabela 1.

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

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

Legenda: mm/s - milímetros por segundo, mm²- milímetros quadrados
 Teste estatístico de Mann-Whitney, significância 5%

A velocidade média de oscilação, deslocamento L/L, deslocamento A/P e elipse de superfície mm², não apresentaram diferença estatística, uma vez que o sistema visual, mesmo que em pacientes vestibulopatas, estando atuante ameniza as alterações o no equilíbrio estático, como demonstrado na tabela 2.

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

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

Legenda: mm/s - milímetros por segundo, mm² – milímetros quadrados
 Teste estatístico de Mann-Whitney, significância 5%

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

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

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

Legenda: cm/s - milímetros por segundo, cm²- centímetro quadrados
 Teste estatístico de Mann-Whitney, significância 5%

6 DISCUSSÃO

O equilíbrio é a integração sensório motora que garante a manutenção da postura corporal. Trata-se de um trabalho integrado e simultâneo por meio dos sistemas nervoso, sensorial e motor, onde o sistema sensorial fornece o posicionamento dos segmentos corporais em relação ao ambiente e a outros segmentos, enquanto o sistema motor ativa, correta e adequadamente, os músculos para a realização do movimento. O sistema nervoso central conecta as informações advindas do sistema sensorial para enviar impulsos nervosos aos músculos, dependente de “inputs” sensoriais múltiplos. Qualquer falha em um dos sistemas envolvidos pode causar desequilíbrio (95).

Aikawa et al.(96) relatam que quando o centro de gravidade é conturbado para trás e para frente, o corpo se move como uma massa relativamente rígida sobre a base com a finalidade de trazer o centro de gravidade de volta , para cima da base de sustentação, como forma de compensação postural, mostrando-se necessárias para a manutenção do equilíbrio.

Haque et al.(97) relatam que muitos movimentos comportamentais encontram-se relacionados, tais como olhar de estabilização, equilíbrio e orientação e isto depende em grande parte de um bom funcionamento do sistema vestibular.

Mochizuki e Amado (98) avaliaram parâmetros biomecânicos relacionados ao equilíbrio corporal em diferentes posturas, por meio da estabilometria, o qual serve para medir e avaliar o equilíbrio postural num grupo de sujeitos, em quatro horários distintos ao longo do dia com objetivo de verificar suas relações (equilíbrio corporal postural x atividades físicas) com as práticas das atividades físicas. Os resultados mostraram que o desequilíbrio corporal postural pode comportar-se diferentemente ao longo do dia com conseqüências bastante diferenciadas para a realização das práticas das atividades físicas, que dependem do equilíbrio corporal postural com fator fundamental para o rendimento.

Johnston et al. (99) estudaram o efeito da fadiga sobre a “performance” do controle motor nos membros inferiores, utilizando um instrumento para avaliar o equilíbrio corporal e postural, na postura estática unilateralmente e bilateralmente, antes e depois da prática de exercícios físicos. Os resultados mostraram haver diferença significativa no equilíbrio postural após a prática de exercício físico,

diminuindo assim a performance do controle motor, interferindo diretamente na manutenção do equilíbrio corporal postural.

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

Bunday e Bronstein (100) indicam que o sistema vestibular quando exposto sem o auxílio do visual, baseia-se muito mais sobre os mecanismos de antecipação. Nossos resultados são congruentes com esta afirmação.

Outro aspecto considerado por Bastos et al.(101) foi o efeito da privação visual. Espera-se que indivíduos com disfunção vestibular tenham maior dependência visual e, portanto, ao fechar os olhos apresentem alterações maiores em seus parâmetros estabilométricos. Isso se confirma nos resultados obtidos na análise estabilométrica com os olhos fechados, onde se pode observar que a velocidade média de oscilação mm/s, deslocamento A/P em mm/s e o deslocamento L/L em mm/s apresentaram diferença estatística significativa, ou seja, o deslocamento Antero/Posterior foi maior do que o deslocamento Latero/Lateral nos indivíduos vestibulopatas. Isso se deve, provavelmente, pela área da base de suporte Latero/Lateral ser maior. A elipse de superfície mm², não apresentou diferença entre os grupos. Isso confirma que os sujeitos vestibulopatas apresentaram instabilidade na posição ortostática com os olhos fechados em relação aos resultados do grupo de sujeitos normais.

Resultados semelhantes foram descrito por Bastos et al.(101), em uma amostra de 22 pacientes com queixa de tontura que apresentaram eletroneistagmografia normal e um grupo controle de 25 sujeitos saudáveis. Todos os indivíduos foram submetidos à estabilometria com os olhos abertos, em seguida com olhos fechados, durante 60 segundos cada. Esses autores observaram que apenas os sujeitos do grupo controle apresentaram resultados estatisticamente significativos e somente para o parâmetro de velocidade média de deslocamento do centro de pressão no plano antero-posterior, demonstrando assim, que o grupo de pacientes com queixa de tontura apresentou maior instabilidade na posição ortostática do que o grupo de sujeitos saudáveis.

De acordo com Stefanello et al.(102) o pé é uma estrutura que esta em contato com o solo e que controla a distribuição da pressão plantar, o apoio, o equilíbrio, o impulso, a absorção de impacto, suporte de peso e ajusta a postura na posição ereta.

Segundo Rodrigues et al (103) outro aspecto importante no estudo da análise da influência das cargas é a distribuição das forças nas diferentes regiões plantares. Estas forças estão distribuídas de forma heterogênea em diferentes regiões do pé, na postura estática.

O exame baropodométrico permite avaliar a distribuição da pressão estática durante a posição ortostática, além das pressões plantares durante o movimento da marcha.

No estudo de Bankoff et al (104) foi aplicada a baropodometria em 16 sujeitos masculinos sedentários, com idade variando de 29 a 51 anos e verificou que maior oscilação do centro de pressão com os olhos fechados em apoio monopodálico. Também foi verificado que quase todas as correlações houve a ocorrência de valores não significativos para $p < 0.05$, apenas na correlação entre os valores da linha glútea e o apoio monopodálico esquerdo olho fechado, a relação foi significativa. Concluiu que apesar da postura corporal estar intimamente ligada ao equilíbrio corporal postural, a mesma não é determinante para proporcionar alterações no equilíbrio corporal postural. Tal aspecto pode ser explicado pela adaptação que o organismo humano é capaz de fazer frente a constantes estímulos, ou seja, mesmo a postura apresentando desníveis, assimetrias ou desvios acentuados, isto não significa necessariamente que o equilíbrio postural corporal sofrerá alterações.

Chiappin et al (105) comparou a marcha de 29 indivíduos adultos jovens entre 29 e 40 anos e 29 indivíduos idosos a partir de 60 anos através da baropodometria. Os resultados mostraram que existem diferenças significativas na fase do apoio plantar no momento da caminhada, entre os grupos. Os picos de pressão plantar não apresentaram significativa entre as distintas regiões do pé analisadas, mas os idosos apresentaram valores menores que os adultos. Os autores colocam que a idade foi um fator de forte interferência na redução da pressão plantar.

Ao avaliar os resultados obtidos na baropodometria estática, observou-se que a superfície da região plantar total e a descarga de peso nos pés direito e esquerdo, não apresentou diferença estatística entre o grupo de sujeitos vestibulopatas e o de

sujeitos normais, o que permite inferir que a base de apoio e de distribuição de cargas nos dois grupos foi semelhante, possibilitando aferições adequadas sobre o equilíbrio.

Bankoff, Schmidt e Ciol (106) analisaram o equilíbrio corporal estático por meio da utilização da baropodometria. Participaram deste estudo 30 sujeitos, sendo 18 do sexo masculino com média de idade 38,7 anos com estatura corporal de 1,73, massa corporal 76,41 e IMC 25,42; 12 do sexo feminino, com média de idade 43,8 anos, com estatura corporal de 1,55, massa corporal de 65,1 e IMC 27,09. Os dados para a análise neste estudo foram as oscilações ântero-posterior (eixo y), laterais (eixo x) e a oscilação do centro de pressão em superfície (cm²) foi aferida por meio de um baropodômetro eletrônico da Physical Support Italy, sendo que os dados foram coletados com os sujeitos de olhos abertos e depois com os olhos fechados, tanto bipodálica quanto monopodálica.

Bankoff et al (107) estudaram através do sistema de baropodometria eletrônica as posturas corporais estática, dinâmica e também, a postura corporal monopodálica direita e esquerda, com olhos abertos e olhos fechados, por um período de 03 segundos, em 5 (cinco) sujeitos do sexo masculino. Os resultados mostraram que na postura dinâmica o percentual de carga e a área de superfície são maiores quando comparada com a postura estática, independente de o sujeito estar com ou sem calçado, para as regiões plantares anterior e plantar total, nas análises baropodométricas. Quanto às análises posturográficas, monopodálicas olhos abertos e olhos fechados, ficaram claramente evidenciados a dificuldade de manutenção do equilíbrio corporal, principalmente com os olhos fechados, mostrando assim, as fortes e consistentes inter-relações neuromotoras entre o sistema visual e proprioceptivo.

Nos estudos de Schmidt (108) foi analisado o equilíbrio postural e as oscilações do centro de pressão por meio da utilização da Baropodometria. Fizeram parte deste estudo 30 sujeitos do sexo masculino com idade entre 21 e 58 anos. A análise da oscilação do centro de pressão foi realizada de duas formas bipodálica e monopodálica, ambas estáticas. Constataram-se diferenças consideráveis entre as análises monopodálica e bipodálica, tanto com os olhos fechados como com os olhos abertos, assim como, diferenças na análise monopodálica para o pé direito e esquerdo.

Barcelos e Imbirica (109) investigaram o equilíbrio corporal, através da plataforma de força, em um grupo de 04 bailarinas. Este estudo comparou as relações envolvendo o equilíbrio corporal entre a posição ereta normal e posição em ponta do balé clássico com os pés paralelos. Apesar da oscilação na direção A/P ter sido significativa, outros parâmetros como a frequência média de oscilação e a área de deslocamento não apresentaram diferenças significativas, o que contribui no sentido de confirmar, como são complexas as relações do controle postural, que mesmo apresentando uma base relativamente menor, as bailarinas conseguiram apresentar resultados parecidos nas duas posições.

O comportamento destas bailarinas provavelmente está relacionado às adaptações do organismo em relação ao equilíbrio corporal. Enoka (110) destaca que a postura corporal dentre outros aspectos está relacionada às informações sensoriais que são de fontes somatossensoriais, vestibulares e visuais, em que pessoas que possuem alguma alteração em um destes sistemas, esta apta a aprender a depender dos outros sistemas íntegros.

7 CONCLUSÃO

A superfície da região plantar total e a descarga de peso nos pés direito e esquerdo não apresenta diferença estatística entre os dois grupos. Não havendo interferência no equilíbrio em relação à distribuição de cargas.

Diante dos resultados obtidos pode-se concluir que a vestibulopatia não interfere no equilíbrio estático com a atuação do sistema visual. As variáveis da estabilometria não apresentaram diferença entre o grupo de indivíduos vestibulopatas e o grupo de indivíduos normais quando com os olhos abertos.

Para a manutenção do equilíbrio ortostático sem a atuação do campo visual, há uma atuação acentuada do sistema vestibular e proprioceptivo. Para indivíduos vestibulopatas esta atuação está deficitária, o que é comprovado com os resultados da estabilometria estática com os olhos fechados do presente estudo. A velocidade média de oscilação, deslocamento látero/lateral e o deslocamento ântero/posterior apresentaram diferença significativa entre o grupo de indivíduos vestibulopatas e o grupo de indivíduos normais. Como a base de apoio látero/lateral é maior que a base de apoio ântero/posterior, este resultado já era esperado.

A estabilometria e baropodometria estática foram eficientes na determinação de alterações do equilíbrio em pacientes vestibulopatas identificando diferenças no equilíbrio estático no deslocamento ântero-posterior e latero-lateral e velocidade média de oscilação, devido a adaptação que o organismo humano é capaz de fazer frente a constantes estímulos, tanto no sistema postural proprioceptivo, como na captação do sistema visual com a mesma descarga e distribuição de peso na base de apoio, quando comparados aos normais.

8 PERSPECTIVAS FUTURAS

Neste estudo objetivou-se a análise do equilíbrio estático. Apesar dos resultados obtidos, faz-se necessário ampliar esta amostra no sentido de poder melhor avaliar a extensão desses resultados, bem como a sua reprodutibilidade. Por outro lado, estudos adicionais são desejáveis analisando o equilíbrio dinâmico e suas correlações com a vestibulopatia; como o equilíbrio depende dos “inputs” sensoriais múltiplos e de sua capacidade compensatória. Resultados advindos desses estudos, juntamente com os resultados do presente estudo, poderão contribuir para uma melhor compreensão dos processos envolvidos no equilíbrio, bem como facilitar uma melhor abordagem terapêutica com o paciente vestibulopata favorecendo a sua reabilitação.

É importante mencionar que o nosso estudo apontou para a importância do envolvimento do trabalho do fonoaudiólogo com o fisioterapeuta e reflete em avanços na avaliação e reabilitação das alterações no equilíbrio. Como consequência, estudos e abordagens terapêuticas multi- e interdisciplinares incluindo também médicos otorrinos e neurologistas, é necessário compreender melhor as queixas dos pacientes com alteração no equilíbrio e as condutas dos profissionais que atuam avaliando o equilíbrio.

A utilização da baropodometria para o estudo do equilíbrio humano é uma tecnologia recente, mas demonstra ser uma ótima ferramenta para esta análise. Sugere-se que em estudos futuros esta técnica possa ser usada em conjunto com a eletromiografia para avaliar melhor o recrutamento de agrupamentos musculares na manutenção do equilíbrio e postura corporal.

REFERÊNCIAS

- 1.Ojala M ME, Juntunem J. Posturography and the dizzy patient: a neurological study of 133 patients. Acta Neurol Scand 1989;80:118-22.
- 2.Hobeika CP. Equilibrium and balance in the elderly. Ear Nose Throat J1999 Aug; 78(8):558-62.
- 3.Woollacott MH, Tang PF. Balance control during walking in the older adult: research and its implications. Phys Ther1997 Jun;77(6):646-60.
- 4.Mochizuki L AA. As funções do controle postural durante a postura ereta. Revista Fisioterapia USP 2003;10(1):7-15.
- 5.Zhong NC JJ. New posture equilbrometer for the diagnosis of vestibular disease. Eur Arch Otorhinolaringol 1991;248:135-8
- 6.Kantner RM, Rubin AM, Armstrong CW, Cummings V. Stabilometry in balance assessment of dizzy and normal subjects. Am J Otolaryngol 1991 Jul-Aug;12(4):196-204.
- 7.Barona R GL, Comeche C. Estudio Del reflejo vestibulospinal. Aplicaciones clínicas de La posturografia. Acta Otorrinolaring Esp 1993;44(3):217-21.
- 8.Norré ME FG. Posture testing (posturography) in the diagnosis of peripheral vestibular pathology. Arch Otorhinolaryngol 1986;243:186-9
- 9.Oliveira L. Estudo de revisão sobre a utilização da estabilometria como método de diagnostico clínico RBE1993;9(1):37-53
- 10.Moreira M MN. Comparação das estratégias posturais pelo exame Baropodométrico. Revista Terapia Manual 2004;3(1):228-34.

11. Ceci LA, Salgado ASI, Przysiezny WL. Modificação das aferências sensitivas podais e sua influência na amplitude. *Revista Fisio magazine* 2004; 1(03):116-119.
12. Przysiezny WL, Formante M, Przysiezny E. Estudo do comportamento da distribuição plantar através da baropodometria em indivíduos sem queixas físicas. *Revista Terapia Manual e Fisioterapia Manipulativa* 2003;v. 2, 28-32.
13. Saad M. et al. Sinais clínicos associados a prognóstico de marcha em paralisia cerebral espástica. *Revista Brasileira de Postura e Movimento* 1997, 1(10): 5-12.
14. Freitas SMSF, Duarte M. Métodos de análise do controle postural, Laboratório de Biofísica da Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em <http://lab.incubadora.fapesp.br/portal/p>. acessado em 11/09/2008.
15. Winter DA. "Human balance and posture control during standing and walking". *Gait and posture* 1995; v. 3, 193-214, December Elsevier Science BV.
16. Costa RMCL, Goroso DG; Lopes, JAF. Análise de variáveis estabilométricas globais na extensão de tronco para postura ereta. 21^o. Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica.
17. Duarte M. Análise estabilométrica da postura ereta humana quase estática. Escola de Educação física e esporte, Universidade de São Paulo, 2000.
18. Gagey P, Weber B. *Posturologia: regulação e distúrbios da posição ortostática*. 2^a. ed. São Paulo, p. 161, 2000.
19. Mattos HM, Przysiezny W. Análise baropodométrica na influência podal na postura. *Revista de terapia Manual e Fisioterapia Manipulativa* 2004; 3(1): 240-246.
20. Rougier P. "The influence of having the eyelids open or closed on undisturbed postural control". *Neuroscience Research* 2003; 47: 73-83.

21. Kelly JW, Lomis JM, Beall AC. "The importance of perceived relative motion in the control of posture. *Experimental Brain Research* 2005; 161:285-292.
22. Maky BE, Mclroy WE. "Postural control in the older adult". *Gait and Balance Disorder* 1996, 12: 635.
23. Nakamura S, Shimojo S. "Clinical role of foregroun stimuli in perceiving visually induced self-motion (vection)". *Perception* 1999; 28: 893-903.
24. Vieira TMM, Oliveira LF. Equilíbrio postural de atletas remadores. *Rev. Bras. Med. Esporte* 2006:12(3).
25. Mello RGT, Gandra VD, Oliveira LF, Nadal I. Influência do tempo de aquisição nos parâmetros do sinal estabilométrico. *Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica. São José dos Campos, SP.*
26. Carpenter M, Frank JS, Winter DA, Peysar GH. Sampling duration effects on centre of pressure sumary measures. *Gait Posture* 2001; 13:35-40.
27. Chiari L, Rocchi L, Capello A. Stabilometria parameters are affected by anthropometric and foot placement. *Clin Biomech* 2002; 17:666-77.
28. Rosa JLS, Perracini MR, Ganança FF. Estabilometria em pacientes com doença de Ménière. *Acta ORL* 2006.
29. Stapley P. Investigating center of mass stabilization as the goal of posture and movement coordination during human whole body reaching. *Biol Cybern* 2000; 82(2):161-72.
30. Mergner T, Maurier C, Bolha B, Halavacka F. Vestibular, visual and somatosensory contributions to human control of upright stance. *Neuroscience letters* 2000; 281: 99-102.

31. Duarte M, Zatsiorsky VM. On the fractal properties of natural human standing. *Neurosci Lett* 2000; 14, 283(3): 173-6.
32. Gagey P, Toupet M. Stabilometric technique for evaluation of lower limb instabilities. *Am J Sports Med* 1988; 17:118-22.
33. Norré M, Forrez G, Beckers A. Posturographic findings in two common peripheral vestibular disorders. *J Otolaryngol* 1991; 16:340-4.
34. Costa RMCL, Goroso DG, Lopes JAF. Estabilidade postural de adultos jovens na privação momentânea da visão. *Acta fisiatr* 2009; 16(1): 19-24.
35. Vianna DL, Greve JMD. Relação entre mobilidade do tornozelo e pé e a magnitude da força vertical de reação do solo. *Revista Brasileira de Fisioterapia* 2006; 10(3):339-345.
36. Bianchi TCV et al. Relação entre o pé cavo e a posteriorização do centro de força em crianças de 7-14 anos, avaliadas por meio da baropodometria. *Rubs* 2005; 3(4): 23-24.
37. Filho FH, Cepeda CPC. Análise comparativa do padrão baropodométrico ortostático entre duas populações de nível socioeconômico-cultural diferente. *Rubs* 2005;1(4): 23-24.
38. Marsico V et al. Analisi baropodometria del passo in soggetti sani anziani ed in pazienti gonatosici prima e dopo intervento di artroprotesi di ginocchio. *G.Ital Med Lav Erg* 2002; 24(1):72-83.
39. Barela JA. Estratégias de controle em movimentos complexos ciclo percepção-ação no controle postural. *Revista Paulista de Educação Física* 2000;79-88, suplemento 3.
40. Oliveira LF, Imbirila LA, Garcia MAC. Índice de estabilidade para avaliação do equilíbrio postural. *Revista Brasileira de Biomecânica* 2000; 1(1):33-38.

- 41 Filho AD et al. Avaliação da postura e do equilíbrio estático de indivíduos portadores da Doença de Parkinson através da cifodordometria e da oscilometria. *Revista de Saúde da UCPEL* 2007;1(1).
- 42 Abreu SSE, Caldas CP. Velocidade de marcha, equilíbrio e idade: um estudo correlacional entre idosas praticantes e idosas não praticantes de um programa de exercícios terapêuticos. *Revista brasileira de Fisioterapia* 2008;12(4):324-30.
- 43 Ribeiro ASB, Pereira JS. Melhora do equilíbrio e redução da possibilidade de quedas em idosas após os exercícios da Cawthorne e Cooksy. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia* 2005;71(1):38-46.
44. Aquino CF et al. Mecanismos neuromusculares de controle da estabilidade articular. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento* 2004;12:35-42.
45. Duarte M, Zatsiorsky VM. Effects of body lean and visual information on the equilibrium maintenance during stance. *Exp. Brain Res* 2002;146:60-9.
46. Cesari H, Duarte M. Modelagem do controle postural humano. *Motor Control* 2001; 39(1):12-27.
47. Winter DA. Human balance and posture control during standing and motor control of human movement. Waterloo 1995; Wiley-Interscience.
48. Duarte M. Dinâmica da postura humana. Disponível em <<http://www.usp.br/uf/md>>. Acesso em 20/dez/2009.
49. Holden M, Ventura R, Lackner J. Stabilization of posture by precision contact of the index finger. *Journal for vestibular research* 1994;4:285-301.
50. Medeiros VML, Lima FMR, Pace AMD. Equilíbrio, controle postural e suas alterações no idoso. Disponível em http://www.wgate.com.br/conteudo/medicinaesaude/fisioterapia/variedades/idoso_fabi. Acesso em 16/01/2010.

51. Lord SR. Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. *J Am Geriatr Soc* 1994;42(1110):28-31.
52. Jiongo L, Santos M, Russomano T. Efeito de medicamentos na prevenção da sintomatologia da desorientação espacial em testes utilizados na cadeira de Barany 2002,PUCRS.
53. Filho ADDD et al. Avaliação da postura e do equilíbrio estático de indivíduos portadores da Doença de Parkinson através da cifodordometria e da oscilometria.*Revista de Saúde da UCPEL* 2007;1(1).
54. Carvalho RL, Almeida GL. Aspectos sensoriais e cognitivos do controle postural. *Revista de neurociência* 2009,17(2);156-60.
55. Horak FB. Postural orientation and equilibrium:what do we need to know about neural central of balance to prevent falls.*Age and Aging* 2006;35:117-21.
56. Wollacott M, Shumway C. Attention and the control of posture and gait: a review of na emerging area of research.*Gait and Posture* 2002;16:1-14
57. Bacsí AM, Colebatch JG. Evidence for reflex and perceptual vestibular contributions to postural control. *Exp.Brain Res* 2005;1:22-8.
58. Kreshnamoorthy V, Latash ML, Scholz JP, Zatsiorsky VM. Muscle synergies during shifts on the center of pressure by standing persons. *Exp. Brain Res* 2003;1(52):281-92.
59. Ting LH. Dimensional reduction in sensorimotor systems: a framework for understanding muscle coordination of postural. *Prog. Brain Res* 2007;165:299-321.
60. Lacker JR, Dizio P. Vestibular, proprioceptive and haptic contributions to spartial orientation. *Annu Rev Psychol* 2005;56:115-47.
- 61.Rebelatto JR CA, Sako FK. . Equilíbrio estático e dinâmico em indivíduos senescentes e o índice de massa corporal. *Fisioter Mov* 2008;21(3):69-75

62. Chandler, JM. Equilíbrio e quedas no idoso: questões sobre a avaliação e o tratamento. In: Guccione, Andrew A. Fisioterapia Geriátrica. 2. Ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 2002. p. 265-277.
63. Gazzola JM et al. O envelhecimento e o sistema vestibular. Revista Fisioterapia em Movimento 2005,18(3):39-48.
64. Simoceli L et al. Perfil diagnóstico do idoso portador de desequilíbrio corporal: resultados preliminares. Rev. Bras. Otorrinolaringolo 2003; 69(6):772-777.
65. Silveira SR. Taguchi CK, Ganança FF. Análise comparativa de duas linhas de tratamento para pacientes portadores de disfunção vestibular periférica com idade superior a sessenta anos. Acta ORL 2003; 21(1).
66. Ruwer SL, Rossi AG, Simon LF. Equilíbrio no idoso. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia 2005; 71(3):298-303.
67. Carr J, Shepherd R. Equilíbrio. In: _____. Reabilitação Neurológica: otimizando o desempenho motor. São Paulo: Editora Manole, 2008.
68. Barbosa SM. Arakaki J, Silva MF. Estudo do equilíbrio em idosos através da fotogrametria computadorizada. Fisioterapia Brasil 2001; 2(3):189-196.
69. Paixão JRMC, Hechmann M. Distúrbios da postura, marcha e quedas. In: Freitas EV et al. Tratado de geriatria e gerontologia. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan; 2002.
70. Faria JC et al. Importância do treinamento de força na reabilitação da função muscular, equilíbrio e mobilidade de idosos. Acta Fisiátrica 2003; 10(3):133-137.
71. Maciel ACC, Guerra RO. Prevalência e fatores associados ao déficit de equilíbrio em idosos. Revista Brasileira da Ciência e Movimento 2005; 13(1):37-44.

72. Wiecezorek SA. Equilíbrio em adultos e idosos: relação entre tempo ou movimento e acurácia durante movimentos voluntários na postura em pé. 2003. 83f. Dissertação (Mestre em Educação Física) - Escola de Educação Física e Esporte. Universidade de São Paulo, São Paulo.
73. Hain TC, Ramaswamy TC, Hillman MA. Anatomia e Fisiologia do Sistema Vestibular Normal. In: Herdman SJ. Reabilitação vestibular. 2ª. Ed. São Paulo: Editora Manole; 2002.
74. Martins-Basseto J et al. Reabilitação vestibular em idoso com Parkinson. Revista Cefac 2007; 9(2): 269-281.
75. Ganança FF, Perracine MR, Ganança MM. Reabilitação dos distúrbios do equilíbrio corporal. In: Ganança MM. Vertigem: abordagens diagnósticas e terapêuticas. São Paulo; Editora Lemos, 2002, p. 16.
76. Keshner EA. Anormalidades posturais nas disfunções vestibulares. In: Herdman SJ. Reabilitação vestibular. 2ª. Ed. São Paulo: Editora Manole, 2002.
77. Harrigde SDR. Agein and local growth factors in muscle. Scand J. Med. Sci. Sports 2003; 13:33-39.
78. Ganança FF et al. Circunstâncias e conseqüências de quedas em idosos com vestibulopatia crônica. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia 2006; 72(3): 388-93.
79. Kanashiro AMK et al. Diagnóstico e tratamento das principais síndromes vestibulares. Arq. Neuropsiquiatr. 2005; 63(1): 140-144.
80. Novalo ES et al. Posturografia Dinâmica Computadorizada: avaliação quantitativa de pacientes com vestibulopatia tratados por meio de reabilitação vestibular. Arq. Int. Otorrinolaringol 2008; 12 (2): 253-257.
81. Gazzola JM et al. Fatores associados ao equilíbrio funcional em idosos com disfunção vestibular crônica. Revista Brasileira de Otorrinolaringol. 2006; 72(5); 683-90.

82. Tinetti ME, Williams CS, Gill TM. Dizziness among older adults: a possible geriatric syndrome. *Ann intern Med.* 2000;132(5): 337-44.
83. Gorski LP, Andrade MS, Canto JD. Proposta de triagem do equilíbrio corporal aplicada a um grupo da terceira idade. *Revista Salus-Guarapuava* 2008, 2(1): 37-45.
84. Gazzola JM et al. Caracterização clínica de idosos com disfunção vestibular crônica. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia* 2006;72(4): 515-22.
85. Felipe L et al. Presbivertigem como causa de tontura no idoso. *Pró-Fono-Revista de Atualização Científica* 2008; 20(2): 99-104.
86. Bertol E, Rodriguez CA. Da tontura à vertigem: uma proposta para o manejo do paciente vertiginoso na atenção primária. *Revista APS* 2008; 11(1): 62-73.
87. Teixeira LJ, Machado JNP. Manobras para o tratamento da vertigem posicional paroxística benigna: revisão sistemática da literatura. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia* 2006; 72(1): 130-9.
88. Moreno SM, André APR. Características audiológicas de idosos com vertigem paroxística benigna. *Revista J. Otorhinolaryngol* 2009; 75(2): 300-4.
89. Costa KCF, Silva SMR, Ganança CF. Estudo das provas oculomotras e vestibulares por meio da vectoeletronistagmografia digital. *Distúrbios da comunicação* 2005; 17 (3): 315-322.
90. Hain TC. Head Shaking Nystagmus. 2009. Disponível em URL: www.dizziness-and-balance.com.
91. Bicas H. Acuidade visual. Medidas e notações. *Arq Bras Oftalmol* 2002;65:375-84
92. Allum JHJB, B.R.; Carpenter, M.G.; Honegger, F Differential diagnosis of proprioceptive and vestibular deficits using dynamic support-surface posturography. *Gait and Posture* 2001;14:217-26

93. Bizzo G, Guillet N, Patat A, Gagey PM. Specifications for building a vertical force platform designed for clinical stabilometry. *Med Biol Eng Comput* 1995 Sep; 23(5) 474-6.
94. Prieto TE, Myklebust JB, Hoffmann RG, Lovett EG, Myklebust BM. Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults. *IEEE Trans Biomed Eng* 1996 Sep;43(9):956-66
95. Loth EA RA, Cappelleso PC, Ciena AP. Avaliação da influencia do sistema vestibular no equilibrio de adultos jovens atraves de posturografia dinamica foam-laser e plataforma de força. *Semina: Ciencias Biologicas e da Saude Londrina* 2008;29(1):57-64
96. Aikawa AC BL, Padula RS. Efeitos das alterações posturais e de equilíbrio estático nas quedas de idosos institucionalizados. *Rev Cienc Med* 2006;15(3)189-96.
97. Haque A, Zakir M, Dickman JD. Recovery of gaze stability during vestibular regeneration. *J Neurophysiol* 2008 Feb;99(2):853-65.
98. Mochizuki I, Amado CH. As informações sensoriais para o controle postural. *Fisioter Mov* 2006;19: 11-8
99. Johnston RB et al. Effect of lower extremity muscular fatigue on motor control performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1998; 30(12):1703-1707.
100. Bunday KL BA. Visuo-vestibular influences on the moving platform locomotor aftereffect. *J Neurophysiol* 2008;99(3):1354-65.
101. Bastos AGD LM, Oliveira LF. Avaliação de pacientes com queixa de tontura e eletroniastagmografia normal por meio da estabilometria. *Rev Bras Otorrinolaringologia* 2005;71(3):305-10

102. Stefanello TD JR, Lodi RL. . Estudo comparativo de possíveis desequilíbrios posturais em pacientes apresentando má oclusão de classe I, II e III de angle, através da plataforma de baropodometria. Arq Cienc Saúde Unipar 2006;10(3):139-43
103. Rodrigues S MM, Teodori RM Distribuição da força plantar e oscilação do centro de pressão em relação ao peso e posicionamento do material escolar. Rev Bras Fisioter 2008;12(1):43-8.
104. Chiappin D et al. Comparação de picos de pressão plantar entre indivíduos jovens e idosos durante a marcha normal. Tecnicouro 2008.
105. Bankoff ADP et al. Postura e equilíbrio corporal: um estudo das relações existentes. Movimento & Percepção 2006; 6(9).
106. Bankoff A.D.P. BRG, Schmidt A., Ciol P. Análise do equilíbrio corporal estático através de um baropodômetro eletrônico. . Revista Conexões 2006;4(2) 11-18.
107. Bankoff ADP et al. Estudo do equilíbrio corporal postural através do sistema de baropodometria eletrônica. Conexões 2004; 2(2).
108. Schmidt A. et al. Estabilometria: estudo do equilíbrio postural através da baropodometria eletrônica. In: Congresso Brasileiro de Ciências do Esporte 2003.
109. Barcellos C, Imbiriba LA. Alterações posturais e do equilíbrio corporal na primeira posição em ponta do balé clássico. Revista Paulista de Educação Física 2002; 16(1): 43-52.
110. Enoka RM. Bases neuromecânicas da cinesiologia. 2. Ed. São Paulo:Manole 2000.

ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



Comitê de Ética em Pesquisa
Faculdade São Lucas

DECLARAÇÃO

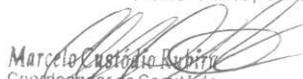
Declaramos, para os devidos fins, que **María do Socorro Echalar Martins**, é a pesquisadora responsável pelo projeto de pesquisa: “**Eficiência da Estabilometria e Baropodometria estática na avaliação do equilíbrio em pacientes vestibulopatas**”.

Esclarecemos que o mesmo é um subprojeto e que o projeto principal é de responsabilidade da professora Ana Paula Fernandes De Angelis Rubira que possui o título: “**Avaliação do equilíbrio em voluntários vestibulopatas: uma análise dos parâmetros da Estabilometria e da Baropodometria estática comparado à Escala de Equilíbrio de Berg**”.

Gostaríamos de frisar ainda, que o projeto principal foi aprovado pelo CEP com a Carta de Aprovação nº 78/07.

Atenciosamente.

Porto Velho, 07 de dezembro de 2009.


Marcelo Custódio Rubira
Coordenador do Comitê de
Ética em Pesquisa - CEP
Faculdade São Lucas

Marcelo Custódio Rubira
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa
Faculdade São Lucas

Rua Alexandre Guimarães, 1927 Areal – CEP: 78916-450 – Porto Velho/RO
Fone: (69) 3211-8006
E-mail: cep@saolucas.edu.br

ANEXO B – QUESTIONÁRIO DE ANAMNESE DOS VESTIBULOPATAS



Faculdade São Lucas
Coordenação de Fonoaudiologia



QUESTIONÁRIO DE ANAMNESE

OTONEUROLOGIA

(adaptado de Ganança, 1997)

NOME: _____

IDADE: _____ SEXO: _____

PROFISSÃO: _____ DATA: ____ / ____ / ____

Você acha que ouve bem? sim não

Tem dificuldade para entender o que se fala? sim não

Tem barulho no ouvido? sim não

Tem sensação de líquido no ouvido? sim não

Tem sensação de pressão no ouvido? sim não

Incomoda-se com sons altos? sim não

Tem ou já teve dor de ouvido? sim não

O ouvido vaza ou já vazou alguma vez? sim não

Você tem tontura? sim não

Escurecimento de visão? sim não

Quando no carro, avião ou barco em movimento, sente-se mal? sim não

Quando levanta, olha para cima ou muda de posição, sente tontura? sim não

Tem sensação de instabilidade? sim não

Tem sensação de pressão na cabeça? () sim () não
 Insônia? Agitação durante o sono? () sim () não
 Tem cefaléia? () sim () não
 Estalos no pescoço? () sim () não

Apresenta ou já apresentou:

Desmaios () Convulsões () Depressão ()
 Distúrbios Alterações hormonais () Distúrbios Anemia()
 menstruais () Vasculares ()
 Diabetes () Hipoglicemia () Colesterol alto ()
 Distúrbios de Aumento do Pressão alta ()
 tireóide () triglicerídeos ()

Alguma doença renal, cardíaca, reumatológica, etc? ()

Qual? _____

Fuma? () sim () não Com que
 freqüência? _____

Toma café? Chá? () sim () não Com que
 freqüência? _____

Doenças de ouvida, nariz e garganta? () sim () não
 Quais? _____

Já realizou alguma cirurgia? () sim () não
 Quais? _____

Toma algum medicamento? () sim () não
 Quais? _____

Há alguém na família que apresenta tontura? Deficiência auditiva? Outras doenças?
 Quais? _____

Observações: _____

Manobra de Brandt-Daroff e/ou Dix &
 Hallpike: _____

Otoscopia: _____

ANEXO C – QUESTIONÁRIO BÁSICO E MODIFICADO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DA MOBILIDADE



FACULDADE SÃO LUCAS
COORDENAÇÃO DE FISIOTERAPIA



Questionário Básico e modificado de Avaliação Rápida da Mobilidade

Nome: _____

Idade: _____ Sexo ____ Altura _____ Peso ____ Pressão arterial _____

FATORES DE RISCO

1. Precisa de ajuda para duas (ou mais) atividades básicas da vida diária (tomar banho, cozinhar, vestir-se, caminhar, usar o banheiro, alimentar-se)? SIM _____ NÃO _____
2. Precisa de ajuda para duas (ou mais) atividades básicas de vida diária (cuidar do dinheiro, compras, telefone, medicações)? SIM ____ NÃO ____
3. Sofreu uma fratura ou tem problemas articulares no joelho, quadril, tornozelo ou pés? SIM _____ NÃO _____
4. Tem uma seqüela articular visível nas articulações mencionadas acima? SIM _____ NÃO _____
5. Usa um acessório para caminhar (por exemplo, bengala, andador)? SIM _____ NÃO _____
6. Limita a atividade física às tarefas básicas da vida diária em casa? SIM _____ NÃO _____
7. Se autodefine como ansioso? SIM ____ NÃO _____
8. Queixa-se de vertigem? SIM ____ NÃO _____
9. Queixa-se de desequilíbrio? SIM ____ NÃO ____
10. Apresenta queixas que sugerem uma hipotensão postural existente? SIM _____ NÃO _____
11. Caiu uma ou duas vezes no ano passado? SIM _____ NÃO _____
12. Caiu mais de duas vezes no ano passado? SIM _____ NÃO _____
13. Precisou de um cuidador depois da queda? SIM _____ NÃO _____
14. Sofreu uma fratura depois da queda? SIM ____ NÃO _____
15. Tem medo de cair em geral? SIM _____ NÃO _____
16. Tem medo de cair dentro de casa (por exemplo, no banheiro, na cozinha)? SIM _____ NÃO _____

17. Tem medo de cair fora de casa (por exemplo, ônibus, escadas, rua)? SIM _____ NÃO _____

18. Evita sair porque tem medo de cair? SIM _____ NÃO _____

19. Apresenta uma patologia específica, provável de induzir quedas:

- neurológica (por exemplo, câncer, neuropatia periférica, esclerose múltipla, lúpus)
- cardiovascular (por exemplo, hipotensão postural) musculoesquelética (por exemplo, substituição de uma articulação, artrite)
- sensorial (por exemplo, comprometimento visual)
- outras (por exemplo, amputação, doença de Parkinson, doença de Alzheimer)

20. Toma medicações que são potencialmente perigosas em relação às quedas:

- hipotensivos neurolépticos
- hipnóticos/ansiolíticos
- anti-arrítmicos
- antiparkinsonianos
- analgésicos/drogas antiinflamatórias
- vasorreguladores diversos

Fatores de risco (= total de respostas positivas): _____