Angelica Castilho Alonso

**A influência dos fatores antropométricos no equilíbrio postural:
a relação entre composição corporal e medidas posturográficas
em adultos jovens**

Tese apresentada a Faculdade de
Medicina da Universidade de São
Paulo para obtenção do Título de
Doutor em Ciências.

Programa: Fisiopatologia Experimental

Orientadora: Prof^a Dra Júlia Maria D'Andréa Greve

São Paulo

2012

Angelica Castilho Alonso

**A influência dos fatores antropométricos no equilíbrio postural:
a relação entre composição corporal e medidas posturográficas
em adultos jovens**

Tese apresentada a Faculdade de
Medicina da Universidade de São
Paulo para obtenção do Título de
Doutor em Ciências.

Programa: Fisiopatologia Experimental

Orientadora: Prof^a Dra Júlia Maria D'Andréa Greve

São Paulo

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

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

©reprodução autorizada pelo autor

Alonso, Angelica Castilho

A influência dos fatores antropométricos no equilíbrio postural : a relação entre composição corporal e medidas posturográficas em adultos jovens / Angelica Castilho Alonso. -- São Paulo, 2012.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Programa de Fisiopatologia Experimental.

Orientadora: Júlia Maria D'Ándrea Greve.

Descritores: 1.Avaliação 2.Equilíbrio postural 3.Antropometria 4.Desempenho sensório-motor 5.Adulto jovem

USP/FM/DBD-135/12

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, Manoel (in memoriam) e Gilda, que sempre fizeram de tudo por mim.

Ao meu marido Valdeque e aos meus filhos Lucas e Felipe, pela apoio nesta luta travada diariamente.

Aos meus bichinhos de estimação Wi, Rajado e Pretinha, pela incansável companhia, sem eles os dias seriam muito mais difíceis.

A minha orientadora Júlia Maria D'Andréa Greve, pelas infinitas oportunidades.

Agradecimentos

A Deus sobre todas as coisas.

Aos meus pais e marido que sempre me incentivaram e dividiram comigo, todos os momentos desta caminhada.

A Dra. Júlia pelos grandes ensinamentos, atenção, incentivo e carinho.

Ao meu irmão Fernando, cunhada Penha e sobrinha Fernanda que sempre me apoiaram e cuidaram dos meus filhos na minha ausência.

Ao grande amigo que ganhei durante esta caminhada Fábio Barbieri e toda a equipe da radiologia em especial ao Lucas e André pela ajuda inestimável.

A Luiz Rigolin por me apresentar a Dra Júlia.

A Paulo Vieira pelo exemplo de profissionalismo que me ensinou o que é ser fisioterapeuta e meu deu a primeira oportunidade.

A professora Rosário pelos valiosos ensinamentos e a avaliação estatística.

Aos funcionários do LEM: Lúcia, Edna, Adriana, Zé, Márcia, Marcelo, André, Emmanuel,

M. Vinícius e Mara, obrigada pela paciência e apoio.

A secretária do programa fisiopatologia experimental Tânia pela dedicação.

A Natália pela amizade e a ajuda em todos os momentos.

Um trabalho e uma carreira não se constroem sozinha, são necessários muitos e muitos parceiros, nesta longa caminhada ganhei muitos mais que parceiros, verdadeiros amigos (professores, alunos, amigos), que estarão no meu coração para sempre. Seria impossível elencar todos aqui, então a todos meu muito obrigada!

Aos voluntários sem eles o trabalho não seria possível.

A banca de qualificação Dra Amélia Pasqual, Emmanuel Ciolac e Luiz Mochizuki, pelas valiosas sugestões

A Faculdade de Medicina da USP tenho muito orgulho de fazer parte da pós-graduação das melhores instituições deste país.

O ideal de cada um.

A essência da realização, indiscutivelmente, é o sonho.

É nele que depositamos nossas energias e nossas maiores vontades.

Por não ter idade, ele se renova e se torna mais vivo a cada dia.

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação: Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de Abreviaturas e símbolos	
Lista de figuras	
Lista de tabelas	
Resumo	
Summary	
1.INTRODUÇÃO.....	2
1.1 Objetivos	4
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1 Fatores antropométricos <i>versus</i> equilíbrio postural	7
2.2 Estudos de Confiabilidade da plataforma.....	16
3. MÉTODOS.....	19
3.1 Tipo de estudo e ética	19
3.2 Local do estudo	19
3.3 Casuística.....	19
3.3.1 critérios de inclusão.....	20
3.3.2 critérios de exclusão.....	20
3.3.3 descrição da casuística.....	21
3.4 Materiais.....	24
3.5 Procedimentos.....	25
3.5.1 Anamnese	25
3.5.2. Avaliação Antropométrica.....	25
3.5.3 Avaliação na Plataforma de força.....	27
3.5.3.1 Posicionamento.....	28
3.5.3.2 Avaliação	29
3.6 Variáveis do estudo	30
3.6.1 Variáveis dependentes.....	30
3.6.2 Variáveis independentes.....	30
3.7 Análises Estatísticas	31
4.RESULTADOS.....	33
4.1 Análises e correlação.....	34
4.2 Análises dos modelos de regressão linear múltipla	42
5.DISSCUSSÃO.....	47
6. CONCLUSÃO	62
7. REFERÊNCIAS	64
8. ANEXOS	73

LISTA DE ABREVIATURAS

AMTI	Advanced Mechanical Technology, Inc
BOS	Base de suporte
CAPpesq	Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CMI	Comprimento dos membros inferiores
CMO	Conteúdo mineral óssea
COP	Centro de pressão
CTC	Comprimento do tronco cefálico
DEXA	Densitometria óssea
DMO	Densidade mineral óssea
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
HC	Hospital das Clínicas
ICC	Índice de coeficiente de correlação
IMC	Índice de massa corporal
IOT	Instituto de Ortopedia e Traumatologia
IPAC	International Physical Activity Questionnaire
ISAK	International Society for the Advancement of Kinanthropometry
LEM	Laboratório do estudo do Movimento
RCQ	Relação cintura quadril
RMS	Raiz quadrática média
WBS	Weigth Bearing Squat

Lista de Símbolos

cm	Centímetros
kg	Quilogramas
g	Gramas
%	Porcentagem
Hz	Hertz
°	Graus
m ²	Metro ao quadrado

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Medidas Antropométricas dos pés e da base de suporte.....	27
Figura 2. Plataforma de Força portátil AccuSway ^{Plus}	28

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Características da população estudada do grupo todo.....	21
Tabela 2. Características da população estudada do grupo feminino.....	22
Tabela 3. Características da população estudada do grupo masculino.....	23
Tabela 4. Comparação do equilíbrio postural entre os gêneros com olhos abertos e fechados.....	33
Tabela 5. Comparação do equilíbrio postural com olhos abertos e fechados dos indivíduos (N=100).....	34
Tabela 6. Correlação entre o equilíbrio postural e as variáveis antropométricas no total de indivíduos (masculino e feminino) (N=100) com os olhos abertos	35
Tabela 7. Correlação entre o equilíbrio postural e as variáveis antropométricas no grupo feminino (N=50) com os olhos abertos	36
Tabela 8. Correlação entre o equilíbrio postural e as variáveis antropométricas no grupo masculino (N=50), com os olhos abertos.....	39
Tabela 9. Correlação entre o equilíbrio postural e as variáveis antropométricas no grupo todo (masculino e feminino) (N=100), com os olhos fechados.....	37
Tabela 10. Correlação entre o equilíbrio e as variáveis antropométricas no grupo feminino (N=50), com os olhos fechados.....	40
Tabela 11. Correlação entre o equilíbrio e as variáveis antropométricas no grupo masculino (N=50), com os olhos fechados.....	41
Tabela 12. Análise de regressão linear do equilíbrio postural e as variáveis antropométricas no grupo todo com os olhos abertos e fechados.....	42
Tabela 13. Análise de regressão linear do equilíbrio postural e as variáveis antropométricas no grupo feminino com os olhos abertos e fechados	43
Tabela 14. Análise de regressão linear do equilíbrio postural e as variáveis antropométricas no grupo masculino com os olhos abertos e fechados	44

Resumo

Alonso AC. **A influência dos fatores antropométricos no equilíbrio postural: a relação entre composição corporal e medidas posturográficas em adultos jovens.** [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2012, p 80.

Introdução: A manutenção da postura é um desafio constante para o corpo humano, pois demanda um sistema capaz de responder com rapidez e eficiência, mesmo em situações instáveis, evitando quedas e mantendo o equilíbrio. **Objetivos:** Avaliar a influência das características antropométricas e gênero no equilíbrio postural de adultos irregularmente ativos, na postura ereta, bipodal, semi-estática com os olhos abertos e fechados. **Métodos:** Foram avaliados 100 indivíduos de ambos os gêneros entre 20 a 40 anos de idade, irregularmente ativos, por meio de uma avaliação antropométrica e composição corporal realizada pela densitometria óssea e o medidas posturográficas com uma plataforma de força. **Resultados:** A análise de correlação apresentou fracas correlações entre o equilíbrio postural e as variáveis antropométricas: estatura, massa corporal, IMC, comprimento dos membros inferiores, superiores e tronco cefálico, base de suporte, porcentagem de gordura, tecido, gordura, massa magra, conteúdo mineral óssea, densidade mineral óssea, relação cintura quadril e a idade. As análises de regressão linear múltipla demonstraram que no grupo todo (feminino e masculino) a estatura explicou 12% do deslocamento medial-lateral, 10% da velocidade de oscilação e 11% da área de deslocamento. O comprimento do tronco cefálico explicou 6% do deslocamento no sentido antero-posterior. Na condição de olhos fechados, a estatura e base de suporte explicaram 18% do deslocamento medial lateral, a estatura explicou 10% da velocidade do deslocamento e 5% da área de deslocamento. **Conclusão:** O equilíbrio postural medido pela posturografia é pouco influenciado pelas variáveis antropométricas com os olhos abertos e fechados. O equilíbrio postural dos homens é mais influenciado pelos fatores antropométricos que os das mulheres. A estatura é a variável antropométrica que mais influenciou o equilíbrio postural nos três grupos estudados, com os olhos abertos e fechados. O equilíbrio de homens e mulheres medido pela posturografia é igual, com exceção do deslocamento médio lateral e a velocidade de oscilação, que são maiores nas mulheres.

Descritores: avaliação, equilíbrio postural, antropometria, desempenho sensório-motor, adulto jovem

Summary

Alonso AC. **The influence of anthropometric factors on postural balance: the relationship between body composition and posturographic measurements in young adults.** [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2012, p 80.

Introduction: The maintenance of posture is a constant challenge for the human body, because it demands a system capable of responding quickly and efficiently, even in unstable situations, avoiding falls and maintaining balance. **Objective:** The present study evaluated the influence of anthropometric characteristics and gender on the postural balance of adults with irregular physical activity, in an erect semi-static position standing on two feet, with eyes open and eyes closed. **Methods:** One hundred individuals aged 20-40 years of both genders underwent anthropometric assessment, body composition measurements (bone densitometry) and a postural balance test (posturography). **Results:** The correlation analysis showed low correlations between postural balance and anthropometric variables: height, weight, BMI, length of limbs: lower and upper and trunk-cephalic length, base of support, percentage of fat, tissue, fat, lean mass, Bone mineral composition, bone mineral density, waist-hip ratio and age. The multiple linear regression analyzes demonstrated that the whole group (female and male) height explained 12% of the medial-lateral displacement, 10% of the speed of oscillation and 11% of the displacement area. The length of the trunk head explained 6% of displacement in the anteroposterior direction. With eyes closed, his support base and height explained 18% of medial displacement of lateral height explained 10% of the speed of displacement and 5% of the scroll area. **Conclusion:** Postural balance measured using posturography was little influenced by anthropometric variables with eyes open and eyes closed. Height was the anthropometric variable that most influenced postural balance, both in the whole group and separated according to gender. Postural balance was more influenced by anthropometric factors among men than among women.

Descriptors: Assessment, postural balance, anthropometry, sensoriomotor performance, young adult

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A manutenção da postura é um desafio constante para o corpo humano, pois demanda um sistema capaz de responder com rapidez e eficiência a perturbações, mesmo em situações instáveis, evitando quedas e mantendo o equilíbrio. A posição do corpo em relação ao espaço é determinada pela integração das funções visual, vestibular e somatossensorial (Riemann et al., 2003; Alonso et al., 2007; Zancheta et al., 2012; Alonso et al., 2008; Alonso et al., 2010).

Uma das tarefas do controle postural é manter a posição ereta, isto é, manter a projeção do centro de gravidade dentro de uma base de suporte definida pela posição dos pés, durante o ortostatismo. A estabilidade é dada pelos momentos de força sobre as articulações, que neutralizam a força da gravidade ou qualquer outra perturbação externa. Para manter o equilíbrio postural, é necessária a percepção dos movimentos do corpo, integrando as informações sensoriomotoras com respostas motoras apropriadas (Duarte 2000; Shumway-cook, Woollacot 2003; Prado, 2008; Alonso et al., 2009).

O estudo da dinâmica postural é importante para o diagnóstico das desordens do equilíbrio, para avaliar os efeitos de intervenções terapêuticas e de programas para prevenção de quedas (Kejonen et al., 2003; Molikova et al., 2006; Alonso et al., 2007).

Muitos são os métodos de avaliação do equilíbrio, que variam desde a observação simples, testes clínicos, escalas, plataformas (medidas posturográficas) até sistemas mais complexos integrados de avaliação. Todos têm vantagens e limitações e podem mostrar resultados distintos com múltiplas interpretações, fato agravado pela falta de dados consensuais sobre quais características individuais precisam ser

controladas para que as avaliações quantitativas sejam confiáveis. Esta falta de consenso impede o uso dos testes na prática clínica, como uma ferramenta segura para avaliar risco de quedas e resultados das intervenções terapêuticas. (Kejonen et al., 2003; Molikova et al., 2006; Alonso et al., 2007; Duarte e Freitas, 2010).

A plataforma de força é uma boa ferramenta para avaliar o equilíbrio postural de forma quantitativa, sendo considerada a melhor avaliação. Ela provê informações sobre as alterações espaciais e temporais para manutenção do equilíbrio nos eixos vertical e horizontal, a partir dos quais é calculado o deslocamento do centro de pressão (COP) nas direções anteroposterior e medial-lateral, bem como a velocidade de oscilação e a área de deslocamento do COP durante a avaliação (Bonfim et al., 2003; Palmieri et al., 2003; Mochizuki et al., 2006; Swanenburg et al., 2008).

As medidas de equilíbrio precisam ser controladas para evitar erros na análise dos resultados e destaca-se a importância do controle dos fatores antropométricos neste tipo de avaliação (Cote et al., 2005; Alonso et al., 2007).

Muitos são os trabalhos, com diferentes instrumentos de avaliação e populações, que mostram que quanto maior a massa corporal pior o equilíbrio pela redução na habilidade de se fazer os ajustes posturais na velocidade necessária. Foram estudados grupos de pré-puberes, adolescentes (McGraw et al., 2000; Goulding et al., 2003), adultos extremamente obesos (Maffiuletti et al., 2005; Berrigan et al., 2006; Hue et al., 2007; Menegoni et al., 2009; Singh et al., 2009) e idosos (Fabbunmi et al., 2008; Mainenti et al., 2011). Em todas as situações avaliadas a massa corporal interferiu na estabilidade postural. Por outro lado, a avaliação em superfície estável de indivíduos com o índice de massa corpórea (IMC) dentro da normalidade ou sobrepeso não afeta o

equilíbrio (Chiari et al., 2002; Molikova et al., 2006; Bankoff et al., 2006). Nas situações de avaliação do equilíbrio instáveis (Greve et al., 2007) e IMC extremos há piora do equilíbrio postural (Goulding et al., 2003).

A predominância de gordura na região de tórax e abdômen (forma andróide) avaliada pela relação cintura quadril (RCQ) piora o equilíbrio (Singh et al., 2009). As variáveis antropométricas que mais se relacionam com o equilíbrio são: base de suporte (quanto maior a base melhor o equilíbrio) (Molikova et al., 2006; Chiari et al., 2002; Mann et al., 2008; Vieira et al., 2009) e estatura (maior estatura pior o equilíbrio) (Berger et al., 1992; Chiari et al., 2002; Vieira et al., 2009).

Algumas questões permanecem sem resposta na literatura: Os fatores antropométricos interferem no equilíbrio postural em adultos jovens com massa corpórea dentro da normalidade ou pouco aumentada? A composição corporal pode explicar melhor as variações encontradas e estas variáveis precisam ser consideradas na avaliação do equilíbrio?

Há espaço para um estudo da relação entre o equilíbrio e variáveis antropométricas com uma amostra representativa e métodos que avaliem a composição corporal, em especial a influência da massa gorda e magra.

1.1 OBJETIVO

Avaliar a influência das características antropométricas e gênero no equilíbrio postural de adultos irregularmente ativos, na postura ereta e semi-estática, com apoio bipodal com os olhos abertos e fechados.

REVISÃO DE LITERATURA

2. REVISÃO DA LITERATURA

A manutenção do equilíbrio e da consciência corporal em humanos é garantida pelo adequado funcionamento do sistema de controle postural. A avaliação do equilíbrio pode ser feita por várias técnicas de medidas e pode mostrar resultados diferentes (Duarte & Freitas, 2010; Alonso et al., 2010). Segundo Duarte (2000), a postura em bipedestação é um desafio para o corpo humano, pela ação da força de gravidade e pela pequena área de suporte dada pelos pés, que causa uma oscilação permanente durante o ortostatismo em posição estática.

A oscilação natural do corpo na postura ereta é representada pela trajetória do centro de massa que é, usualmente, investigada na plataforma de força, na qual o indivíduo permanece estático na posição ortostática enquanto as medidas são realizadas (Duarte, 2000; Mochizuki e Amadio, 2003).

A variável mais utilizada é a posição do COP, ponto de aplicação da resultante das forças que agem na superfície de suporte. O deslocamento do COP representa uma somatória das ações de controle postural e da força de gravidade. (Duarte 2000; Mochizuki e Amadio 2003).

Alonso et al. (2007) referem que os sistemas de manutenção do equilíbrio podem ser comprometidos por lesões e doenças do aparelho locomotor e sistêmicas, cirurgias, fatores antropométricos, envelhecimento biológico, medicamentos, exercícios, condicionamento físico, imobilismo, além de fatores extrínsecos como calçados, palmilhas e tipo de solo.

2.1 Fatores antropométricos *versus* equilíbrio postural

Berger et al.(1992) avaliaram a influência da estatura no equilíbrio em indivíduos de cinco a 45 anos, com altura de 113 a 193 cm, divididos em três grupos. Foi utilizada uma plataforma de força associada à eletromiografia. A perturbação do equilíbrio era dada por um pêndulo que batia na parte posterior do corpo na altura do centro de gravidade pesando 5% da massa corporal de cada voluntário. O deslocamento do tornozelo e a resposta do gastrocnêmio aumentaram com o aumento da estatura dos indivíduos.

Winters e Snow (2000) avaliaram variáveis antropométricas e desempenho físico e os relacionaram com a densidade mineral óssea (DMO) e equilíbrio postural em 59 mulheres pré-menopausa entre 30 e 45 anos. As variáveis avaliadas foram: DMO, composição corporal, força e potência muscular e equilíbrio postural. Os resultados mostraram que a quanto maior a massa gorda pior o equilíbrio postural. Trinta e um por cento da variação do equilíbrio é influenciada pela massa gorda e 7% da massa magra. Nenhuma das medidas de desempenho funcional mostrou-se importante para o equilíbrio postural.

McGraw et al. (2000) examinaram as diferenças na marcha e equilíbrio postural de meninos pré-púberes obesos e não obesos. Para avaliação da marcha utilizaram videografia e para o equilíbrio a plataforma de força. Os meninos obesos tiveram aumento da fase de duplo apoio e do deslocamento médio-lateral dentro da área de oscilação, quando comparados com os não obesos. Os autores concluem que o pior

desempenho em obesos está relacionado ao excesso de peso e não com alterações dos sistemas de controle do equilíbrio postural.

Allardy et al. (2001) avaliaram o equilíbrio postural de 43 adolescentes do gênero feminino divididas em três grupos de acordo com o somatotipo: mesomorfo (predominância gordura), endomorfo (predominância de massa muscular) e ectomorfo (longilíneos). As meninas ectomorfadas apresentaram 72% mais oscilação do que as endomorfadas. Os autores atribuíram os resultados ao baixo componente muscular e à posição mais alta do COM nas ectomorfadas e sugerem que os somatotipos devem ser considerados na avaliação do equilíbrio.

Chiari et al. (2002) investigaram a influência dos fatores antropométricos e do posicionamento dos pés (base de suporte) no equilíbrio postural. Avaliaram 50 indivíduos de ambos os gêneros com idade entre 21 a 30 anos com os olhos abertos e fechados. Referem que, dentre todos os parâmetros avaliados, a massa corpórea, estatura, base de suporte, largura dos pés e o ângulo de abertura dos pés respondem por 84% da variação do equilíbrio.

Duarte e Zatsiorsky (2002) estudaram 11 indivíduos em diferentes posturas (13 alvos para os quais o indivíduo deveria se inclinar sem mover os pés do chão, usando a estratégia de quadril e tornozelo) com os olhos abertos, fechados (após apresentação do alvo) e retorno visual. O deslocamento do COP foi maior quando os indivíduos inclinavam em direção ao alvo independente do tipo de informação visual fornecida. Com os olhos fechados, houve maior desvio do COP, principalmente quando o alvo estava mais distante do centro. Quando o retorno visual foi dado, o sistema melhorou o

equilíbrio, mas não com o mesmo desempenho que com os olhos abertos, mostrando que a informação visual é utilizada para controlar e corrigir a postura ao longo do tempo.

Hertel et al. (2002) investigaram o equilíbrio postural nos diferentes tipos de pé: 19 cavos, 23 normais e 18 planos e demonstraram que a área de deslocamento dos indivíduos com pé cavo foi maior que nos dois outros grupos.

Kejonen et al. (2003) testaram 100 indivíduos (31-80 anos), divididos em cinco grupos por gênero e décadas (cada grupo com 10 homens e 10 mulheres). O IMC, estatura, distância quadril-solo e joelho-solo, comprimento dos pés e largura do calcanhar e pés foram testados. O estudo demonstrou que os movimentos anteroposteriores estão mais relacionados com características dos pés e que os movimentos laterais foram relacionados com estatura e comprimentos dos pés. Concluíram que as características antropométricas têm efeitos leves nos movimentos de equilíbrio estático com os olhos abertos e fechados.

Goulding et al. (2003) testaram as seguintes hipóteses: 1) o equilíbrio postural em meninos com fratura distal de antebraço é pior que de meninos que nunca fraturaram 2) meninos com excesso de peso teriam pior equilíbrio postural que meninos com peso normal, independente de história de fratura prévia. Foram avaliados meninos de 10 a 21 anos, categorizados pelo IMC. A composição corporal foi avaliada pela densitometria óssea (DEXA) e o equilíbrio pelo teste clínico de Bruininks-Oseritsky, pelo teste de organização sensorial Equitest e pelo teste de limite de estabilidade Balance Master. Os resultados mostraram que não houve diferenças entre os grupos com e sem fraturas. Os meninos com excesso de peso tiveram pior equilíbrio pelo teste clínico e as diferenças

foram mais evidentes no apoio unipodal. No Equitest e Balance Master, medidas computadorizadas, não houve diferenças entre os grupos.

Maffiuletti et al. (2005) compararam a estabilidade postural entre indivíduos obesos e magros, antes e depois de um programa de redução de peso corporal de seis semanas associado ou não com um programa de treinamento de equilíbrio específico. Foram avaliados: Tempo de manutenção do equilíbrio e a influência do tronco no deslocamento médio-lateral. O tempo de manutenção do equilíbrio foi menor e a influência do tronco para a estabilidade médio-lateral foi maior no grupo dos obesos. Dentre os obesos, dois subgrupos foram avaliados: grupo A - grupo com programa de redução de peso e grupo B - programa de redução de peso mais seis sessões de treinamento específico de equilíbrio. O grupo B conseguiu manter o equilíbrio por mais tempo e teve menor influência do tronco quando comparado com o grupo A, após a intervenção. Os achados indicam que indivíduos extremamente obesos têm equilíbrio deficiente, que pode ser melhorado com treinamento de equilíbrio específico incorporado ao programa de perda de peso.

Berrigan et al. (2006) compararam nove indivíduos obesos com oito não obesos, a fim de avaliar se a obesidade altera o controle do equilíbrio postural, diminuindo a velocidade e precisão dos movimentos dos membros superiores nos movimentos de alcançar e acertar um alvo à frente de diferentes tamanhos, realizados em postura semi-estática. Os resultados mostraram que os dois grupos tiveram mais dificuldades nas tarefas mais desafiantes (redução do tamanho do alvo), porém, os obesos têm maior deslocamento anteroposterior do COP e movem todo corpo para atingir o alvo enquanto que os não-obesos realizam apenas a extensão do cotovelo e flexão de ombro. Os obesos

demoram mais tempo para realizar o movimento, principalmente na fase de desaceleração, sugerindo que a obesidade piora o equilíbrio e funcionalidade.

Tsai et al. (2006) avaliaram o equilíbrio (uni e bipodal) em três grupos de adultos jovens com pés pronados, supinados e neutros (classificação Jonson e Gross, 1997). Os indivíduos com pés supinados apresentaram maior velocidade e área de deslocamento no sentido anteroposterior e médio-lateral que os indivíduos com pés neutros. Os indivíduos com os pés pronados apresentaram maior deslocamento no sentido anteroposterior que os indivíduos com pés neutros. O grupo de pés pronados precisou de mais ensaios para completar o teste na plataforma e se desequilibraram em tempo menor que os neutros. Os autores referem que os indivíduos com pés pronados e supinados têm pior controle postural que indivíduos com pés neutros.

Molikova et al. (2006) investigaram se as características morfológicas influenciam a estabilidade postural por meio do teste Weight Bearing Squat (WBS) a 0°, 30°, 60° e 90° de flexão de joelho (plataforma Balance Master). Foram avaliados: estatura, massa corpórea, circunferências (tórax inspirado e expirado), abdômen, cintura, glúteos, comprimentos dos membros inferiores e superiores, comprimento dos pés e largura dos pés. A postura ortostática, em extensão total e apoio unipodal foi influenciada pela estatura, massa corpórea, circunferência do tórax, comprimento dos membros superiores e inferiores, largura e comprimento dos pés. Na posição de flexão de joelho (30° e 60°) os membros superiores apresentaram maior influência no equilíbrio postural.

Bankoff et al. (2006) avaliaram o equilíbrio postural de 30 adultos jovens em relação ao gênero, estatura, massa corporal e visão. Não houve diferença entre os

gêneros e nas condições olhos abertos e fechados, embora o grupo masculino diferisse significativamente do grupo feminino nas variáveis antropométricas (estatura e massa corporal). Não houve correlação entre a massa corporal, estatura e oscilações com olhos abertos e fechados. Com apoio bipodálico houve maior oscilação anteroposterior e com apoio unipodálico houve maior oscilação médio-lateral.

Mochizuki et al. (2006) avaliaram a oscilação postural com diferentes bases de apoio em nove indivíduos. Houve mais oscilação com a diminuição da base de apoio. Concluem que mesmo pequenas alterações na base de apoio têm grande influência sobre o equilíbrio corporal.

Hue et al. (2007) investigaram a contribuição da massa corporal, estatura, comprimento dos pés e idade no controle do equilíbrio postural em 59 homens com idade entre 24-61 anos e IMC entre 17,4 a 63,8 kg/m². Na avaliação com os olhos abertos, o modelo de regressão múltipla demonstrou que a massa corpórea foi único fator preditivo significativo na velocidade de oscilação, explicando 52% da variação da velocidade. A idade respondeu por 3% e explicando apenas 55% da variação na velocidade de oscilação. Com os olhos fechados, a massa corpórea explicou 54%, a idade 8% e a estatura 1%, explicando 63% da variação da velocidade de oscilação. Maior massa corporal está fortemente correlacionada com menor estabilidade postural, sugerindo que o aumento da massa corpórea pode ser um importante fator de risco de quedas.

Lee e Lin (2007) avaliaram a influência do somatotipo e o gênero no equilíbrio postural em apoio unipodal em 709 crianças com idade entre 9 a 11 anos. As meninas apresentaram melhor controle postural com olhos abertos e fechados. Na comparação

entre os somatotipos, os ectomorfos (longilíneos) apresentaram maior deslocamento que os endomorfos (prevalência da massa gorda) seguidos pelos mesomorfos (prevalência de maior massa muscular).

Com o objetivo de quantificar a influência relativa da massa corporal e distribuição da pressão plantar no controle postural, Rougier (2007) avaliou nove indivíduos com média de idade de 25 anos em duas plataformas de força. Cinco condições foram escolhidas para avaliação: estática (usada como referência) e deslocamento do COP ao longo dos eixos anteroposterior e médio-lateral no ritmo de um metrônomo com olhos abertos e fechados. Os resultados mostram que o quadril é importante para carga e descarga de peso nos movimentos médio-lateral e o tornozelo para os deslocamentos ao longo do eixo anteroposterior.

Greve et al. (2007) correlacionaram o IMC com o equilíbrio postural em apoio unipodal em 40 homens numa plataforma instável. Os resultados demonstram que quanto maior o valor do IMC, maiores demandas de deslocamento para manter o equilíbrio postural.

Mann et al. (2008) avaliaram o equilíbrio postural de 40 idosas fisicamente ativas mudando a base de apoio e o controle visual. Os indivíduos foram avaliados em P1: pés juntos, P2: pés na largura do quadril e P3: pé direito com afastamento anterior com os olhos abertos e olhos fechados. A mudança da base de apoio influenciou as oscilações corporais. P3 teve os limites de estabilidade aumentados na direção anteroposterior, diferindo das demais. A informação visual não foi determinante nos resultados, pois

apenas a amplitude de deslocamento do centro de força no sentido médio-lateral foi estatisticamente diferente com os olhos fechados.

Fabunmi e Gbiri (2008) investigaram a relação entre variáveis antropométricas e equilíbrio em 203 idosos nigerianos com idade entre 60 a 74 anos. O teste de Romberg e o teste de alcance funcional com olhos abertos e fechados foram utilizados para avaliar o equilíbrio estático e dinâmico, respectivamente. Os resultados demonstraram baixa correlação, porém significativa, do teste de alcance funcional com a estatura, massa corporal, comprimento do tronco e pés, circunferência dos ombros e quadris. Com o teste de Romberg (olhos fechados) também houve baixa correlação, mas significativa, com o comprimento do tronco, dos braços e pés e circunferência dos ombros; com os olhos abertos houve correlação com a circunferência de ombros e comprimentos dos pés. Os autores concluíram que as variáveis antropométricas afetam o desempenho do equilíbrio em idosos aparentemente saudáveis.

Chou et al. (2009) avaliaram a função do hálux na manutenção do equilíbrio estático e dinâmico em 30 mulheres entre 18-24 anos com e sem contenção do hálux a 30° de dorsiflexão com uma órtese. Na condição de apoio bipodal estático não houve diferença no equilíbrio nas duas condições do hálux, mas em apoio unipodal o equilíbrio foi pior com a contenção do hálux. Nos testes dinâmicos, tanto a transferência de peso ritmada nos sentidos anteroposterior e médio-lateral quanto o limite de estabilidade anterior e anterolateral direito e esquerdo foram melhores com o dedo livre. Não houve diferença no sentido posterior. Não houve correlação entre estatura e parâmetros do equilíbrio. Os resultados indicaram que contenção do hálux piora o equilíbrio em apoio unipodal e o controle do deslocamento na direção anteroposterior.

Menegoni et al. (2009) avaliaram o equilíbrio postural em indivíduos de ambos os gêneros entre 19-58 anos com IMC $> 40 \text{ Kg/m}^2$ e IMC normal (18.5 kg/m^2 a 24.9 kg/m^2). Não houve diferenças entre gêneros no grupo de obesos. Comparados com o grupo controle, o aumento da massa corpórea produziu maior instabilidade anteroposterior e médio-lateral e aumento da velocidade de oscilação.

Singh et al.(2009) avaliaram o efeito da obesidade no equilíbrio postural estático prolongado em dois grupos de ambos os gêneros: não obesos - ($18.5 \text{ kg/m}^2 > \text{IMC} < 24.9 \text{ kg/m}^2$); e extremamente obesos ($\text{IMC} > 40 \text{ kg/m}^2$). As medidas antropométricas utilizadas foram: estatura, massa, relação cintura/quadril, circunferência quadril e cintura. Foram feitos o teste de alcance funcional e avaliação na plataforma de força, na qual os indivíduos ficaram por 20 minutos, para avaliar o efeito da fadiga sobre o equilíbrio. O grupo de obesos teve pior desempenho no teste de alcance funcional e na avaliação do equilíbrio, sugerindo que o controle postural piora ao longo da execução de tarefas mais prolongadas.

Vieira et al. (2009) avaliaram o equilíbrio de 57 indivíduos saudáveis divididos em três grupos: jovens, meia idade (44 anos) e idosos. A estatura teve correlação moderada positiva com o equilíbrio nos jovens com olhos abertos e fechados, quanto maior a área de deslocamento, maior a estatura. Nos idosos a correlação foi negativa, isto é, quanto maior a estatura, menor a área de deslocamento. Com os olhos fechados, houve piora dos parâmetros estabilométricos em todos os grupos, sugerindo um efeito menor do envelhecimento no equilíbrio. Apenas dois dos 10 parâmetros avaliados,

modificaram-se com o envelhecimento. Os autores sugerem que o envelhecimento não piora o equilíbrio postural, mas sim as perdas musculares.

Cavalheiro et al. (2009) estudaram os deslocamentos do COP com o envelhecimento. Foram avaliados 59 indivíduos divididos em sete grupos por décadas (de 20 a 89 anos) com os olhos abertos e fechados, pela plataforma de força e pelo método *Linear Discriminant Analysis (LDA)* (classificação de dados e redução dimensional). Houve fraca correlação ($0,1 \leq r < 0,5$) entre idade e equilíbrio pela avaliação da plataforma (velocidade, deslocamentos e área), porém, com o método *Linear Discriminant Analysis* houve alta correlação com ($r=0.914$). O método LDA é um recurso adequado para avaliação das variações do equilíbrio com o envelhecimento.

2.2 Estudos de Confiabilidade da plataforma

Corriveau et al. (2000) avaliaram a confiabilidade da plataforma de força AMTI pelo teste de equilíbrio intra-sessão e determinaram quantos testes são necessários para obter uma mensuração confiável do COP. Em idosos saudáveis, o índice de coeficiente de confiabilidade (ICC) foram 0,79 (direção AP) e 0,69 (direção ML). Quatro testes foram suficientes para se obter uma avaliação confiável de 0,94 (direção AP) e 0,90 (ML).

Swanenburg et al.(2008) avaliaram a confiabilidade da plataforma de força AMTI Accusway na mensuração do equilíbrio. Foram avaliados idosos que sofreram quedas e idosos sem quedas. As mensurações foram feitas em condições simples e dupla tarefa, com olhos abertos e fechados e em bipedestação. O ICC para o interteste e

teste-reteste variou de 0.70 – 0.89. Não houve diferenças no teste-reteste, concluindo que equipamento é confiável.

Pinsault e Vuillerne (2009) avaliaram a confiabilidade dos testes na plataforma de força pelo deslocamento do COP em um grupo de indivíduos de ambos os gêneros, normalizados em relação à massa corporal, estatura e IMC. Os autores obtiveram ICC > 0,75 para o teste–reteste realizando três testes de 30 segundos cada, que consideraram suficientes a avaliação do equilíbrio.

MÉTODOS

3. MÉTODOS

3.1 Tipo de estudo e ética

Trata-se de um estudo descritivo transversal, aprovado pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq) da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), protocolo número 1256/06, de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos. (Anexo A).

3.2 Local do estudo

O estudo foi desenvolvido no Laboratório do Estudo do Movimento (LEM) do Instituto de Ortopedia e Traumatologia (IOT) do Hospital das Clínicas (HC) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP).

A avaliação da densitometria óssea foi realizada no Serviço de Radiologia do IOT- HC-FMUSP.

3.3 Casuística

Foram avaliados 100 indivíduos saudáveis, de ambos os gêneros e média de 27,2 anos (5,7) (variando de 20- 40 anos), irregularmente ativos pelo período mínimo de seis meses, de acordo com o International Physical Activity Questionnaire (IPAC) (anexo B).

3.3.1 Critérios de inclusão

- a) Idade entre 20 e 40 anos;
- b) Sem história de lesão em membros inferiores nos últimos seis meses.
- c) Serem sedentários ou irregularmente ativos (IPAC – anexo B) nos últimos seis meses.
- d) Ausência de doença ou comprometimento funcional dos sistemas: auditivo, vestibular, proprioceptivo, neurológico e mental.
- e) Não ter sofrido qualquer tipo de cirurgia em membros inferiores, superiores e tronco.
- f) Não ter redução da amplitude de movimento articular dos membros inferiores, superiores e tronco.
- g) Não usar medicamentos que possam alterar o equilíbrio postural.
- h) Não apresentar dismetria de membros inferiores superior a um centímetro;
- i) Padrões fisiológicos da curvatura da coluna vertebral.

3.3.2 Critérios de exclusão

- a) Não conseguir, por qualquer motivo, realizar as análises do equilíbrio postural, a densitometria óssea ou os testes físicos.

3.3.3 Descrição da casuística

Grupo total: As características dos 100 voluntários participantes da pesquisa estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características da população estudada do grupo todo

<i>Variável</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mediana</i>	<i>Média (Dp)</i>
Idade (anos)	20	40	26	27,2 (5,7)
Estatura (cm)	141	188	168	168,8 (9,5)
Massa (kg)	38,8	108,8	68,25	69,9 (14,3)
IMC (kg/m²)	17,4	35,1	24,11	24,3 (3,6)
CMS (cm)	139	195,0	168,5	168,9 (11,9)
CTC (cm)	79,0	100,5	90	89,9 (4,4)
CMI (cm)	62,0	97,0	78,5	79,0(6,7)
Base de Suporte (cm²)	196,3	448,8,0	323,26	322,3(59,8)
Gordura (%)	8,20	50,3	30,75	30,2(10,1)
Tecido (g)	37132	105287	65107,5	67231,5(13911,0)
Gordura (g)	4764	47114	19670	20297,1(8029,9)
Massa magra (g)	25728	72090	46541,5	46934,4(11888,3)
CMO(g)	1440	4012	2743,5	2774,6(551,9)
DMO (g/cm²)	1013	1427	1191,5	1198,0(92,3)
RCQ (cm)	65	104	82,5	81,7(7,6)

Legenda: cm-centímetros; kg –quilogramas; g- gramas; %-porcentagem; IMC- Índice de Massa Corporal; CMS- comprimento dos membros superiores; CMI- comprimento dos membros inferiores; CTC- comprimento do tronco cefálico; CMO- Composição Mineral Óssea; DMO- Densidade Mineral Óssea; RCQ- relação cintura quadril, dp - desvio-padrão.

Grupo Feminino: As características das 50 voluntárias do gênero feminino estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Características da população estudada do grupo feminino

<i>Variável</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mediana</i>	<i>Média (Dp)</i>
Idade (anos)	20	40	25	26,4 (5,1)
Estatura (cm)	141	178	162	161,8 (6,8)
Massa (kg)	38,8	100,1	62,5	61,2 (10,9)
IMC (kg/m²)	17,4	34,6	22,63	23,2(3,7)
CMS (cm)	139,0	191,0	161	160,3(8,3)
CTC (cm)	79,0	93,0	88,5	87,6(3,3)
CMI (cm)	62,0	89,0	74	74,3(4,4)
Base de Suporte (cm²)	196,3	444,6	314	306,0(56,7)
Gordura (%)	20,6	50,3	37,1	37,3(6,6)
Tecido (g)	37132	97196	58572	58997,9(10745)
Gordura (g)	9403	47114	21438	22483,4(7515)
Massa magra (g)	25728	50339	36458	36514,6(4963)
CMO(g)	1440	3002	2446	2347,5(333)
DMO (g/cm²)	1013	1298	1141	1142,0(67,9)
RCQ (cm)	65	104	76	77,9(7,6)

Legenda: cm-centímetros; kg –quilogramas; g- gramas; %-porcentagem; IMC- Índice de Massa Corporal; CMS- comprimento dos membros superiores; CMI- comprimento dos membros inferiores; CTC- comprimento do tronco cefálico; CMO- Composição Mineral Óssea; DMO- Densidade Mineral Óssea; RCQ- relação cintura quadril.

Grupo Masculino: As características dos 50 voluntários do gênero masculino estão descritas na Tabela 3.

Tabela 3. Características da população estudada do grupo masculino

<i>Variável</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Mediana</i>	<i>Média(dp)</i>
Idade (anos)	20	40	26	28,0 (6,1)
Estatura (cm)	158,0	188,0	174,5	175,8 (6,2)
Massa (kg)	59,8	108,8	76,4	78,6 (11,8)
IMC (kg/m²)	19,2	35,1	25,06	25,3(3,3)
CMS (cm)	155,0	195,0	175,7	177,4(8,3)
CTC (cm)	81,0	100,5	93,0	83,6(5,3)
CMI (cm)	72,0	97,0	81,5	83,6(5,3)
Base de Suporte (cm²)	232,2	448,8	331,8	338,6(58,9)
Gordura (%)	8,2	46,1	24,0	23,1(7,7)
Tecido (g)	56949	105287	72529,0	75465,2(11711)
Gordura (g)	4764	38281	17572,0	18110,9(8002,6)
Massa magra (g)	44669	72090	55730	57354,3(6271,7)
CMO(g)	2550	4012	3163	3201,7(363,5)
DMO (g/cm²)	1115	1427	1241,5	1254,0(78,8)
RCQ (cm)	77,0	104,0	84,0	86(0,5)

Legenda: cm-centímetros; kg –quilogramas; g- gramas; %-porcentagem; IMC- Índice de Massa Corporal; CMS- comprimento dos membros superiores; CMI- comprimento dos membros inferiores; CTC- comprimento do tronco cefálico; CMO- Composição Mineral Óssea; DMO- Densidade Mineral Óssea; RCQ- relação cintura quadril, dp - desvio-padrão.

3.4 Materiais

- ✓ Fita métrica
- ✓ Balança mecânica
- ✓ Estadiômetro
- ✓ Banco de 50 centímetros,
- ✓ Densitômetro modelo Lunar DPX Plus.
- ✓ Plataforma de força portátil (modelo AccuSway^{Plus}, marca Advanced Mechanical Technology Inc., AMTI, Watertown, Massachusetts).
- ✓ Software Balance Clinic

3.5 Procedimentos

Após a aprovação do projeto, foi realizado contato com os voluntários (por e-mail, telefone e pessoalmente) de pessoas moradoras da cidade de São Paulo e adjacências, com o objetivo de explicar o estudo e verificar o interesse da participação. Após a aceitação, a coleta de dados (avaliação antropométrica, composição corporal e o equilíbrio postural) foi realizada em um único dia, previamente agendado pela pesquisadora. Todos voluntários foram orientados a comparecer com traje confortável. Todos, que aceitaram participar, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (anexo C) para a participação no presente estudo.

3.5.1 Anamnese

Após assinatura do termo de consentimento, os voluntários responderam um questionário com questões relativas à: Identificação (dados pessoais); história pregressa de quedas; atividade física; estado de saúde e medicamentos usados (Anexo D). Este questionário foi usado, também para a inclusão dos voluntários.

3.5.2 Avaliação Antropométrica

Em seguida foram feitas as medidas antropométricas considerando-se o padrão ISAK (*International Society for the Advancement of Kinanthropometry*) (Lohman et al. 1988).

Massa Corporal (kg): Foi utilizada uma balança mecânica com precisão de 100 gramas. O indivíduo trajava roupas leves (calção e camiseta) e estava descalço. Ficava de frente para o avaliador e de costas para o visor da balança.

Estatura (cm): A medida foi realizada considerando-se a distância entre a plataforma do estadiômetro e o vértex da cabeça, tendo como base o plano de Frankfurt. O indivíduo realizou uma inspiração, seguida de um bloqueio respiratório para que a medida fosse tomada.

Comprimento do Tronco-Cefálico (CTC) (cm): O indivíduo sentou-se em um banco de 50 cm de altura, colocado na plataforma do estadiômetro e encostado na escala da fita métrica. A medida foi realizada tendo como base o plano de Frankfurt. Foi subtraída a altura do banco para que a medida fosse anotada na ficha.

Comprimento de membros inferiores (CMI) (cm): Refere-se à diferença entre a medida da estatura e da altura do tronco cefálico.

Comprimento dos membros superiores (CMS) ou envergadura (cm): Foi solicitado ao indivíduo que se encostasse a uma parede vertical e abduzisse os braços horizontalmente. Foi medida a distância do terceiro dedo da mão esquerda ao terceiro dedo da mão direita.

Foram calculados os seguintes índices:

Índice de Massa Corpórea (IMC) (kg/m²): O IMC foi calculado pela equação para cálculo do IMC = massa corporal / altura². (Pitanga, 2005)

Relação cintura-quadril (RCQ) (cm): Foram medidas as circunferências da cintura e do quadril, utilizadas na equação = cintura/quadril. (Pitanga, 2005).

Base de suporte: Indivíduo em posição ortostática, bipodal, pés afastados de forma que estivesse confortável não ultrapassando a largura dos ombros. Foi mensurada pela seguinte fórmula descrita por Chiari et al.(2002) (figura 1).

$$\text{Base de Suporte} = \frac{\text{Dist Hálux} + \text{Dist Maléolos}}{2} * \text{comp. pé}$$

Figura 2. Medidas Antropométricas dos pés e da base de suporte.

Porcentagem de gordura (%); tecido (g); gordura (g); massa magra (g), composição mineral óssea (CMO) (g) e densidade mineral óssea (DMO) (g/cm^2) – avaliadas pela densitometria óssea feita com emissão de raios-X de dupla energia (DEXA) no LUNAR-DPX (Madison, Corporation, USA)], realizadas no Serviço de Radiologia do IOT-HC-FMUSP. Os exames foram realizados por técnicos em radiologia habituados com a metodologia e avaliados pelo médico responsável pelo serviço.

3.5.3 Avaliação na Plataforma de Força

Para análise do equilíbrio postural foram registradas as forças de reação do solo e a oscilação do corpo na posição ortostática. Os participantes permaneceram sobre uma plataforma de força portátil [modelo AccuSway^{Plus}, Advanced Mechanical Technology Inc. (AMTI), Watertown, Massachusetts] medindo 50 x 50 cm (Figura 2). A principal grandeza física avaliada foi o centro de pressão (COP). Foram registrados forças (F) e

momentos (M) em três direções (médio-lateral – X, anteroposterior – Y e vertical – Z). As posições do centro de pressão (COP) foram determinadas pelos registros obtidos nas direções anteroposterior e médio- lateral

Para aquisição dos dados, a plataforma de força foi conectada a amplificador de sinal, caixa de interface (PJB-101) que estava ligado a um computador por meio de um cabo RS-232, os dados foram coletados e armazenados utilizando o *software* Balance Clinic®, configurado na frequência de 100 Hz com um filtro passa-baixa de quarta ordem Butterworth e frequência de corte de 10 Hz.

Figura 2. Plataforma de Força portátil AccuSway^{Plus}

3.5.3.1 Posicionamento

Todos voluntários subiram descalços na plataforma e adotaram uma base de suporte sem ultrapassar a largura dos quadris, que foi mantida em todas as coletas.

Foram feitas marcações dos pés, sobre uma folha de papel fixada na plataforma; foram marcados quatro pontos em cada pé: hálux, cabeça do quinto metatarso, maléolo lateral e medial. Posteriormente, era feito o registro da base de apoio aplicando uma força de 10 lbs em cada um dos pontos marcados na folha de papel. Os voluntários permaneciam em pé sobre a plataforma, com apoio bipodálico, com calcanhares afastados na posição confortável marcada na folha de papel, braços no prolongamento do corpo, cabeça imóvel e com o olhar fixo em um ponto determinado a um metro de distância, 10 cm abaixo da sua estatura medida.

3.5.3.2 Avaliação na plataforma de força

Após o posicionamento e orientação, foi dado o comando verbal de início do teste, que só se iniciava efetivamente, cinco segundos após, para descartar as oscilações iniciais. Foram realizados três testes de olhos abertos e três de olhos fechados. A duração de cada teste foi 60 segundos, com intervalo de 60 segundos entre eles. Depois de cada tentativa, o voluntário sentava-se para prevenir fadiga. No final do teste os dados eram salvos e a plataforma zerada, antes do novo teste. Os resultados foram dados pela média aritmética dos três testes realizados em cada condição e processados automaticamente pelo programa de análise Balance Clinic®.

3.6 Variáveis de estudo

3.6.1 Variáveis dependentes

Parâmetros do equilíbrio postural:

- Amplitude média de deslocamento do centro de pressão (COP) nos planos: anteroposterior (Y) e medial-lateral (X), medida em centímetros. Os deslocamentos dos COP nas respectivas direções foram calculados pela raiz quadrática média (RMS).
- Velocidade média (distância total percorrida pelo COP dividida pelo tempo de coleta) medida em centímetros por segundo.
- Área elíptica de 95% de deslocamento do COP com olhos abertos e fechados medida em centímetros quadrados.

3.6.2 Variáveis independentes

- Idade
- Massa corporal, estatura, comprimento dos membros superiores (CMS), inferiores (CMI) e tronco (CTC);
- IMC, Base de suporte e relação cintura-quadril (RCQ);

- Porcentagem de gordura (% gordura), tecido (soma da massa gorda com massa magra), conteúdo mineral óssea (CMO), densidade mineral óssea (DMO)

3.7 Análises Estatísticas

Os dados foram armazenados e analisados no programa SPSS 17.0. A análise descritiva da amostra foi feita pela média, desvio padrão, mediana, valores mínimos e máximos.

Foi utilizado o teste de Komogorov-Smirnov para verificar se as variáveis contínuas apresentavam distribuição normal e caso não apresentassem distribuição normal, eram transformadas em $\log_{10}$.

Para a comparação entre os olhos abertos e fechados do mesmo grupo foi utilizado o Teste de T de Student e na comparação entre os gêneros foi utilizado o Teste T pareado, com um limiar de significância de $p \leq 0,05$.

O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para correlacionar as variáveis dependentes com as independentes na população total e separadas por gênero.

Para a análise do modelo de regressão linear foram escolhidas todas as variáveis que apresentaram $p \leq 0,20$ na análise do coeficiente de correlação. Em seguida foram ordenadas do menor valor de p para o maior. O processo de modelagem múltipla foi “*stepwise forward selection*” onde as variáveis foram acrescentadas uma a uma, de acordo com sua ordenação. Permaneceram no modelo aquelas com valor de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

4. RESULTADOS

Na comparação do equilíbrio postural entre os gêneros nas condições de olhos abertos, o grupo feminino apresentou valores significativamente maiores no deslocamento médio-lateral e velocidade de oscilação ($p < 0,05$) que o grupo masculino (tabela 4).

Tabela 4. Comparação do equilíbrio postural entre os gêneros com os olhos abertos e fechados.

		Feminino	Masculino	
		Média (dp)	Média (dp)	<i>p</i>
		(log 10)	(log 10)	
Olhos Abertos				
	D. medial-lateral (cm)	-,716(,140)	-,653(,162)	,042*
	D. antero-posterior (cm)	-,429(,139)	-,412(,118)	,505
	Vel. Oscilação (cm/s)	-,153(,096)	-,107(,094)	,017*
	Área deslocamento (cm²)	,106(,250)	,173(,233)	,167
Olhos Fechados				
	D. medial-lateral (cm)	-,629 (,171)	-,594(,159)	,285
	D. antero-posterior (cm)	-,328(,171)	-,337(,123)	,773
	Vel. Oscilação (cm/s)	-,008(,109)	,026(,109)	,118
	Área deslocamento (cm²)	,294(,286)	,317(,232)	,661
<i>Teste T Student</i>				<i>*p ≤ 0,05</i>

Na comparação do equilíbrio nas duas condições: olhos abertos e fechados, todas as variáveis do equilíbrio postural foram significativamente maiores com os olhos fechados ($p \leq 0,05$) (tabela 5).

Tabela 5. Comparação do equilíbrio postural com olhos abertos e fechados dos indivíduos (N=100).

	Olhos abertos	Olhos fechados	
	Média (dp)	Média (dp)	<i>p</i>
	(Log10)	(Log10)	
D. medial-lateral (cm)	-,685 (,154)	-,612(,161)	<0,001*
D. antero-posterior (cm)	-,421(,128)	-,332(,148)	<0,001*
Vel. Oscilação (cm/s)	-,130(,097)	,008 (,110)	<0,001*
Área deslocamento (cm²)	,140 (,243)	,306 (,259)	<0,001*
<i>Teste T Student pareado</i>			<i>* p<0,001</i>

4.1 Análises de Correlação

Grupo todo (N=100)

Os coeficientes de correlação das variáveis do equilíbrio postural (dependentes) com as antropométricas (independentes) no grupo todo (masculino e feminino) e na condição “olhos abertos” estão descritos na Tabela 6.

Tabela 6. Correlação do equilíbrio postural com as variáveis antropométricas no total de indivíduos (masculino e feminino) (N=100) com os olhos abertos

<i>Variáveis</i>	<i>D. Médio</i>		<i>D. Antero</i>		<i>Vel.</i>		<i>Área</i>	
	<i>Lateral</i>		<i>posterior</i>		<i>Oscilação</i>		<i>Desloc</i>	
	<i>(Log10)</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>(Log10)</i>	<i>p</i>	<i>(Log10)</i>	<i>p</i>
	<i>R</i>		<i>r</i>		<i>r</i>		<i>r</i>	
Idade (anos)	,091	,370	,048	,636	,090	,375	,073	,470
Estatura (cm)	,367*	,000	,281*	,005	,333*	,001	,351*	,000
CMS (cm)	,280*	,005	,208*	,038	,299*	,002	,269*	,007
CTC (cm)	,218*	,029	,272*	,006	,242*	,015	,249*	,012
CMI (cm)	,327*	,001	,174	,083	,294*	,003	,283*	,004
RCQ(cm)	,266*	,008	,079	,432	,184	,067	,176	,080
Base de Suporte (cm²)	-,138	,172	,027	,793	-,093	,360	-,087	,389
Massa (kg)	,210*	,036	,240*	,001	,158	,116	,230*	,021
IMC(kg/m²)	,024	,813	,124	,218	-,057	,572	,061	,547
% de Gordura	-,234*	,019	-,035	,731	-,262*	,009	-,143	,155
Tecido (g)	,208*	,038	,245*	,014	,162	,108	,232*	,020
Gordura (g)	-,105	,300	,103	,306	-,142	,160	-,005	,960
Massa magra (g)	,314*	,001	,217*	,030	,285*	,004	,275*	,006
CMO(g)	,263*	,008	,223*	,025	,191*	,057	,245*	,014
DMO (g/cm²)	,124	,219	,007	,948	,023	,818	,042	,675
Coeficiente de Pearson (r)								* $p \leq 0,05$

Legenda: cm-centímetros; kg –quilogramas; g- gramas; %-porcentagem; cm²- centímetro quadrado; IMC- Índice de Massa Corporal; CMS- comprimento dos membros superiores; CMI- comprimento dos membros inferiores; CTC- comprimento do tronco cefálico; CMO- Composição Mineral Óssea; DMO- Densidade Mineral Óssea; RCQ- relação cintura quadril.

- Medidas de comprimento ou lineares:

Estatura, CTC e CMS (centímetros) se relacionaram com todas as variáveis do equilíbrio, o mesmo ocorreu com o comprimento dos membros inferiores (exceto o deslocamento anteroposterior).

- Composição corporal:

A massa corporal (g) e o tecido (g) se relacionaram com todas as variáveis de equilíbrio, (exceto com a velocidade de deslocamento).

- Densidade:

O CMO (g/cm²) se relacionou com todas as variáveis do equilíbrio.

Grupo feminino (N=50)

Os coeficientes de correlação das variáveis antropométricas em relação ao equilíbrio postural no grupo feminino na condição de olhos abertos estão descritos na Tabela 7.

Tabela 7. Correlação do equilíbrio postural com as variáveis antropométricas no grupo feminino (N=50) com os olhos abertos

<i>Variáveis</i>	<i>D. Médio</i>		<i>D. Antero</i>		<i>Vel.</i>		<i>Área</i>	
	<i>Lateral</i>	<i>p</i>	<i>posterior</i>	<i>p</i>	<i>Oscilação</i>	<i>p</i>	<i>Desloc</i>	<i>p</i>
	(Log10) <i>r</i>		(Log10) <i>r</i>		(Log10) <i>r</i>		(Log10) <i>r</i>	
Idade (anos)	,026	,859	-,014	,924	-,029	,840	,003	,985
Estatuta (cm)	,249	,082	,355*	,011	,087	,548	,335*	,017
CMS (cm)	,040	,782	,217	,131	,106	,465	,165	,252
CTC (cm)	,065	,652	,329*	,019	,116	,421	,225	,116
CMI (cm)	,183	,203	,191	,184	,013	,931	,206	,151
RCQ(cm)	,245	,086	,008	,956	-,127	,380	,099	,496
Base de Suporte (cm²)	-,194	,177	,006	,969	-,121	,40	-,102	,481
Massa (kg)	-,047	,747	,073	,614	-,174	,226	,001	,994
IMC(kg/m²)	-,118	,414	-,069	,636	-,245	,087	-,121	,402
% de Gordura	-,260	,068	-,140	,332	-,230	,108	-,215	,134
Tecido (g)	-,043	,767	,084	,561	-,154	,296	,008	,954
Gordura (g)	-,172	,233	-,025	,863	-,200	,163	-,112	,441
Massa magra (g)	,167	,247	,220	,124	-,029	,839	,187	,193
CMO(g)	,011	,938	,198	,169	-,151	,294	,108	,453
DMO(g/cm²)	-,016	,910	-,156	,278	-,255	,074	-,122	,398
Coeficiente de Pearson (r)								* $p \leq 0,05$

Legenda: cm-centímetros; kg –quilogramas; g- gramas; %-porcentagem; IMC- Índice de Massa Corporal; CMS- comprimento dos membros superiores; CMI- comprimento dos membros inferiores; CTC- comprimento do tronco cefálico; CMO- Composição Mineral Óssea; DMO- Densidade Mineral Óssea; RCQ- relação cintura quadril.

Nenhuma variável antropométrica se correlacionou com todas as variáveis do equilíbrio. A estatura (cm) e o CTC (cm) se correlacionaram com o deslocamento anteroposterior.

Grupo masculino (N=50)

Os coeficientes de correlação das variáveis antropométricas em relação ao equilíbrio postural no grupo masculino na condição de “olhos abertos” estão descritos na Tabela 8.

Tabela 8. Correlação do equilíbrio postural com as variáveis antropométricas no grupo masculino (N=50), com os olhos abertos

<i>Variáveis</i>	<i>D. Médio Lateral</i> (Log10)		<i>D. Antero posterior</i> (Log10)		<i>Vel. Oscilação</i> (Log10)		<i>Área Desloc</i> (Log10)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Idade (anos)	,092	,526	,092	,525	,134	,355	,107	,459
Estatura (cm)	,405*	,004	,325*	,021	,409*	,003	,412*	,003
CMS (cm)	,330*	,019	,246	,085	,274*	,054	,330*	,019
CTC (cm)	,181	,207	,242	,090	,164	,257	,200	,163
CMI (cm)	,321*	,023	,168	,243	,329*	,019	,313*	,027
Base de Suporte (cm²)	-,216	,133	,012	,935	-,216	,131	,162	,260
RCQ(cm)	,122	,398	,100	,488	,242	,091	,134	,353
Massa (kg)	,236	,098	,450*	,001	,195	,176	,368*	,009
IMC(Kg/m²)	,038	,791	,341*	,015	-,015	,917	,190	,185
% de Gordura	,032	,824	,178	,216	-,054	,711	,074	,609
Tecido (g)	,232	,104	,446*	,001	,193	,180	,364*	,009
Gordura (g)	,046	,753	,296*	,037	,032	,828	,182	,205
Massa magra (g)	,376*	,007	,454*	,001	,319*	,024	,448*	,001
CMO(g)	,295*	,037	,358*	,011	,157	,276	,329*	,020
DMO(g/cm²)	,011	,939	,070	,630	-,075	,604	,009	,953
Coeficiente de Pearson (r)								* $p \leq 0,05$

Legenda: cm-centímetros; kg –quilogramas; g- gramas; %-porcentagem; IMC- Índice de Massa Corporal; CMS- comprimento dos membros superiores; CMI- comprimento dos membros inferiores; CTC- comprimento do tronco cefálico; CMO- Composição Mineral Óssea; DMO- Densidade Mineral Óssea; RCQ- relação cintura quadril.

- Medidas de comprimento ou lineares:

A estatura se correlacionou com todas as variáveis do equilíbrio, o mesmo ocorreu com o comprimento dos membros inferiores e superiores com exceção do deslocamento anteroposterior.

- Composição corporal:

A massa magra (g) se correlacionou com todas as variáveis do equilíbrio.

- Densidade:

CMO (g/cm^2) se relacionou com todas as variáveis de equilíbrio, exceto a velocidade da oscilação.

Grupo todo (N=100) com olhos fechados

Os coeficientes de correlação das variáveis antropométricas em relação ao equilíbrio postural no grupo todo na condição de “olhos fechados” estão descritos na Tabela 9.

Tabela 9. Correlação do equilíbrio postural com as variáveis antropométricas no grupo todo (masculino e feminino) (N=100), com os olhos fechados

<i>Variáveis</i>	<i>D. Médio Lateral</i> (Log10)		<i>D. Antero posterior</i> (Log10)		<i>Vel. Oscilação</i> (Log10)		<i>Área Desloc</i> (Log10)	
	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Idade (anos)	,105	,300	-,109	,281	,092	,364	-,002	,986
Estatura (cm)	,350*	,000	,058	,564	,319*	,001	,250*	,012
CMS (cm)	,326*	,001	,039	,702	,296*	,003	,212*	,034
CTC (cm)	,215*	,031	,053	,601	,169	,092	,163	,105
CMI (cm)	,328*	,001	,023	,817	,321*	,001	,204*	,042
Base de Suporte (cm²)	-,153	,127	,027	,792	-,023	,824	-,094	,350
RCQ(cm)	,258*	,010	,024	,811	,188	,061	,166	,098
% de Gordura	-,122	,227	-,002	,985	-,188	,061	-,055	,590
Massa (kg)	,221*	,027	,080	,429	,174	,083	,182	,070
IMC(kg/m²)	,040	,692	,063	,536	-,020	,844	,067	,508
Tecido (g)	,221*	,027	,088	,386	,179	,074	,186	,064
Gordura (g)	016	,873	,061	,545	-,061	,546	,062	,540
Massa magra (g)	,247*	,013	,061	,545	,251*	,012	,176	,080
CMO(g)	,229*	,022	-,002	,982	,167	,098	,136	,177
DMO(g/cm²)	0,72	,478	-,116	,249	,037	,718	-,021	,833

Coefficiente de Pearson (r)

* $p \leq 0,05$

Legenda: cm-centímetros; kg –quilogramas; g- gramas; %-porcentagem; IMC- Índice de Massa Corporal; CMS- comprimento dos membros superiores; CMI- comprimento dos membros inferiores; CTC- comprimento do tronco cefálico; CMO- Composição Mineral Óssea; DMO- Densidade Mineral Óssea; RCQ- relação cintura quadril

- Medidas de comprimento ou lineares:

A estatura, o comprimento dos membros inferiores e superiores se correlacionaram com todas as variáveis do equilíbrio, com exceção do deslocamento anteroposterior.

- Composição corporal:

A massa magra (g) se correlacionou com os deslocamentos: médio-lateral e velocidade de deslocamento.

Grupo feminino (N=50) com olhos fechados

Os coeficientes de correlação das variáveis antropométricas em relação ao equilíbrio postural no grupo feminino na condição de olhos fechados estão descritos na Tabela 10.

Tabela 10. Correlação entre o equilíbrio e as variáveis antropométricas no grupo feminino (N=50), com os olhos fechados

<i>Variáveis</i>	<i>D. Médio</i>		<i>D. Antero</i>		<i>Vel.</i>		<i>Área</i>	
	<i>Lateral</i>		<i>posterior</i>		<i>Oscilação</i>		<i>Desloc</i>	
		<i>p</i>		<i>p</i>		<i>p</i>		<i>p</i>
	<i>R</i>		<i>R</i>		<i>r</i>		<i>r</i>	
Idade (anos)	-,052	,722	-,276*	,053	-,149	,302	-,164	,256
Estatura (cm)	,377*	,007	,077	,594	,186	,195	,262	,066
CMS (cm)	,419*	,002	,056	,701	,263	,065	,253	,077
CTC (cm)	,199	,167	,160	,267	,166	,249	,218	,128
CMI (cm)	,383*	,006	-,031	,833	,103	,477	,189	,188
RCQ(cm)	-,021	,887	,040	,785	-,010	,946	,020	,889
Base de Suporte (cm²)	,212	,139	,054	,712	-,060	,679	,159	,269
Massa (kg)	,048	,739	-,037	,797	-,090	,536	,061	,673
IMC(kg/m²)	-,137	,344	-,078	,589	-,218	,129	-,056	,697
% de Gordura	-,222	,121	-,135	,350	-,238	,096	-,122	,397
Tecido (g)	,046	,749	-,024	,868	-,069	,635	,069	,633
Gordura (g)	-,061	,675	-,069	,636	-,130	,366	-,009	,949
Massa magra (g)	,192	,181	,052	,722	,048	,738	,164	,256
CMO(g)	,198	,168	-,027	,852	-,120	,405	,125	,389
DMO(g/cm²)	,060	,680	-,181	,209	-,187	,195	-,038	,792

Coeficiente de Pearson (r)

* $p \leq 0,05$

Legenda: cm-centímetros; Kg –quilogramas; gr- gramas; %-porcentagem; IMC- Índice de Massa Corporal; CMS- comprimento dos membros superiores; CMI- comprimento dos membros inferiores; CTC- comprimento do tronco cefálico; CMO- Composição Mineral Óssea; DMO- Densidade Mineral Óssea; RCQ- relação cintura quadril.

- Medidas de comprimento ou lineares:

A estatura e o comprimento dos membros inferiores e superiores se correlacionaram com o deslocamento médio-lateral.

Grupo masculino (N=50) com olhos fechados

Os coeficientes de correlação das variáveis antropométricas em relação ao equilíbrio postural no grupo masculino na condição de olhos fechados estão descritos na Tabela 11.

Tabela 11. Correlação entre o equilíbrio e as variáveis antropométricas no grupo masculino (N=50), com os olhos fechados

<i>Variáveis</i>	<i>D. Médio Lateral (Log10)</i>	<i>p</i>	<i>D. Antero posterior (Log10)</i>	<i>p</i>	<i>Vel. Oscilação (Log10)</i>	<i>p</i>	<i>Área Desloc (Log10)</i>	<i>p</i>
	<i>r</i>		<i>r</i>		<i>r</i>		<i>r</i>	
Idade (anos)	,185	,198	,084	,560	,258	,071	,152	,293
Estatura (cm)	,401*	,004	,158	,274	,441*	,001	,359*	,010
CMS (cm)	,308*	,030	,130	,367	,269*	,059	,271*	,057
CTC (cm)	,148	,304	-,002	,991	,055	,703	,120	,405
CMI (cm)	,328*	,020	,171	,235	,465*	,001	,302*	,033
RCQ(cm)	-,384*	,006	,033	,820	-,127	,380	-,268	,060
Base de Suporte (cm²)	,238	,097	,071	,625	,325*	,021	,216	,132
Massa (kg)	,267	,060	,335*	,017	,275*	,053	,352*	,012
IMC(kg/m²)	,076	,600	,291*	,040	,066	,649	,196	,172
% de Gordura	-,017	,909	,077	,593	-,011	,937	,046	,754
Tecido (g)	,265	,063	,335*	,017	,271*	,057	,350*	,013
Gordura (g)	,082	,573	,220	,126	,087	,549	,178	,215
Massa magra (g)	,390*	,005	,345*	,014	,396*	,004	,426*	,002
CMO(g)	,220	,125	,120	,407	,240	,093	,211	,141
DMO(g/cm²)	-,094	,517	-,064	,658	,020	,890	-,087	,547
Coeficiente de Pearson (r)								
* $p \leq 0,05$								

Legenda: cm-centímetros; kg –quilogramas; g- gramas; %-porcentagem; IMC- Índice de Massa Corporal; CMS- comprimento dos membros superiores; CMI- comprimento dos membros inferiores; CTC- comprimento do tronco cefálico; CMO- Composição Mineral Óssea; DMO- Densidade Mineral Óssea; RCQ- relação cintura quadril

- Medidas de comprimento ou lineares:

A estatura e o comprimento dos membros inferiores e superiores se correlacionaram com todas as variáveis do equilíbrio com exceção do deslocamento anteroposterior.

- Composição corporal:

A massa magra (g) se correlacionou com todas as variáveis do equilíbrio, o mesmo ocorreu com a massa corporal (kg) e tecido (g) com exceção do deslocamento médio-lateral.

4.2 Análises dos modelos de regressão linear múltipla

Grupo todo (n=100)

A análise de regressão das variáveis antropométricas em relação ao equilíbrio postural no grupo todo com os olhos abertos e fechados estão descritos na Tabela 12.

Tabela 12. Análise de regressão linear do equilíbrio postural e as variáveis antropométricas no grupo todo com os olhos abertos e fechados

Condições	Variáveis	Estatura β (p)	Tronco β (p)	Bos β (p)	r^2 ajustado
Olhos abertos	<i>D. medial- lateral</i>	+0,006 (<0,001)	-	-	0,12
	<i>D. Antero-posterior</i>	-	+0,008 (0,006)	-	0,06
	<i>Veloc Oscilação</i>	+0,003 (0,001)	-	-	0,10
	<i>Área Deslocamento</i>	+0,009 (<0,001)	-	-	0,11
Olhos fechados	<i>D. medial- lateral</i>	+0,007(<0,001)	-	+0,001(0,004)	0,18
	<i>D. Antero-posterior</i>	-	-	-	
	<i>Veloc Oscilação</i>	-	+0,004(0,001)	-	0,10
	<i>Área Deslocamento</i>	-	+0,007(0,012)	-	0,05

Legenda: r^2 : Coeficiente de regressão linear

D- deslocamento; β –valor de beta; Bos- base de suporte; veloc - velocidade

Grupo total (N=100) - Das 15 variáveis antropométricas somente duas permaneceram no modelo na condição de olhos abertos. A estatura explicou 12% do deslocamento médio-lateral, 10% da velocidade de oscilação e 11% da área de deslocamento. O comprimento do tronco cefálico explicou 6% do deslocamento no sentido anteroposterior. Na condição de olhos fechados, a estatura e base de suporte explicaram 18% do deslocamento medial lateral, o comprimento do tronco cefálico explicou 10% da velocidade do deslocamento e 5% da área de deslocamento.

Grupo feminino (N=50)

A análise de regressão das variáveis antropométricas em relação ao equilíbrio postural no grupo feminino com os olhos abertos e fechados está descritos na Tabela 13.

Tabela 13. Análise de regressão linear do equilíbrio postural e as variáveis antropométricas no grupo feminino com os olhos abertos e fechados

Condições	Variáveis	<i>Estatuta</i> β (p)	DMO β (p)	<i>CMS</i> β (p)	<i>Idade</i> β (p)	r^2 <i>Ajustado</i>
Olhos abertos						
	<i>D. medial- lateral</i>	-	-	-	-	-
	<i>D. Antero-posterior</i>	+2,396(0,01)	-,001(0,04)	-	-	0,16
	<i>Velocidade Oscilação</i>	-	-	-	-	-
	<i>Área Deslocamento</i>	-	-	-	-	-
Olhos fechados						
	<i>D. Medial- lateral</i>	-	-	,004(0,00)	-	0,15
	<i>D. Antero-posterior</i>	-	-	-	0,009(0,05)	0,05
	<i>Velocidade Oscilação</i>	-	-	-	-	-
	<i>Área Deslocamento</i>	-	-	-	-	-

Legenda: r^2 Coeficiente de regressão linear

D- deslocamento; β –valor de beta; DMO- densidade mineral óssea; CMS –comprimento membro superior

Das 15 variáveis antropométricas somente duas permaneceram no modelo na condição de olhos abertos. Juntas a estatura e a DMO explicaram 16% do deslocamento anteroposterior. Na condição de olhos fechados também permaneceram duas variáveis. O comprimento dos membros superiores explicou 15% do deslocamento no sentido medial-lateral, a idade explicou 5% do deslocamento anteroposterior.

Grupo Masculino (N=50)

A análise de regressão das variáveis antropométricas em relação ao equilíbrio postural no grupo masculino com os olhos abertos e fechados está descritos na Tabela 14.

Tabela 14. Análise de regressão linear do equilíbrio postural e as variáveis antropométricas no grupo masculino com os olhos abertos e fechados

<i>Variáveis</i>	<i>Estatuta</i> β (p)	<i>Massa Magra</i> β (p)	<i>Bos</i> β (p)	<i>CMI</i> β (p)	<i>RCQ</i> β (p)	r^2 <i>Ajustado</i>
<i>Olhos abertos</i>						
<i>D. Medial- lateral</i>	+0,011(0,00)	-	-	-	-	0,14
<i>D. Antero-posterior</i>	-	+8,562(0,00)	-	-	-	0,18
<i>Veloc Oscilação</i>	+0,006(0,00)	-	-	-	-	0,15
<i>Área Deslocamento</i>	-	+1,665(0,00)	-	-	-	0,18
<i>Olhos fechados</i>						
<i>D. Medial-lateral</i>	+0,010(0,00)	-	-,001(0,00)	-	-	0,28
<i>D. Antero-posterior</i>	-	+6,788(0,01)	-	-	-	0,10
<i>Veloc Oscilação</i>	-	-	-	+0,009(0,00)	+0,537(0,30)	0,26
<i>Área Deslocamento</i>	-	+1,731(<0,001)	-,001(0,12)	-	-	0,25

Legenda: r^2 Coeficiente de regressão linear

D- deslocamento; β –valor de beta; BOS- base de suporte; CMI–comprimento membro inferior; RCQ- relação cintura quadril.

Na condição de olhos abertos a estatura explicou 14% do deslocamento medial-lateral e 15% da velocidade de oscilação, a massa magra explicou 18% do deslocamento anteroposterior e 18% da área de deslocamento. Na condição de olhos fechados juntas a estatura e a base de suporte explicaram 28% do deslocamento no sentido medial-lateral, a massa magra explicou 10% do deslocamento anteroposterior e juntos o comprimento dos membros inferiores e a relação cintura quadril explicaram 26% da velocidade de oscilação. A massa magra e a base de suporte explicaram 25% da área de oscilação.

DISCUSSÃO

5. DISCUSSÃO

A avaliação do equilíbrio é complexa, pois envolve vários sistemas e ainda é um tema controverso na área da saúde. Pela grande variação metodológica de avaliação do equilíbrio, nem sempre a comparação entre os resultados é fácil, dificultando a aplicação clínica mais ampla.

A maioria dos estudos (McGraw et al., 2000; Goulding et al., 2003; Maffiuletti et al., 2005; Berrigan et al., 2006; Hue et al., 2007; Menegoni et al., 2009; Singh et al., 2009; Fabbunmi et al., 2008; Mainenti et al., 2011) que avaliaram a influência das variáveis antropométricas no equilíbrio, a fez em condições especiais: Pessoas obesas e idosos. Poucos avaliaram o efeito da composição corporal (Mainenti et al., 2011, Winters e Snow, 2000). Alguns estudos mostram que as variáveis antropométricas têm interferência no equilíbrio, principalmente quando avaliam o deslocamento do centro de pressão e a correção do corpo em superfícies instáveis (Winters e Snow, 2000; Greve et al. 2007). Por este motivo, ainda cabem estudos sobre a relação das variáveis antropométricas, em especial da composição corporal, com o equilíbrio, usando métodos rigorosos de inclusão e avaliação.

A técnica mais utilizada para medir as variáveis da oscilação do corpo é a posturografia e a variável COP, que representa o ponto de aplicação da resultante das forças verticais que agem sobre a superfície de suporte. O equipamento mais utilizado avaliar o COP é a plataforma de força, que também foi usada no presente estudo. A plataforma de força portátil (AMTI) é considerada confiável para o teste de equilíbrio

com $ICC > 0,75$ nos trabalhos publicados (Corriveau et al., 2000; Swanenburg et al., 2008; Pinsault e Vuillerne 2009).

A literatura recomenda que sejam feitas três ou quatro coletas da oscilação do COP, com período de aquisitivos de 30 a 120 segundos. Períodos curtos não são adequados pela grande oscilação do COP durante a adaptação inicial do corpo à posição estática e períodos muito longos causam fadiga (Corriveau et al. 2000; Pinsault e Vuillerne, 2009; Duarte e Freitas, 2010). Este estudo fez uma coleta de 60 segundos e , descartou as medidas dos primeiros cinco segundos. Ainda, seguindo recomendações da literatura, os dados foram coletados com olhos abertos e fechados, pois a visão é muito importante na manutenção do equilíbrio e há grande variação dos resultados dos testes feitos com os olhos fechados.

O programa Balance Clinic[®], configurado na frequência de 100 Hz e processado por um filtro passa-baixa de quarta ordem Butterworth com frequência de corte de 10 Hz, foi usado para a aquisição do sinal do COP na postura ereta estática em indivíduos normais, segundo a metodologia preconizada por Duarte e Freitas, 2010.

Na comparação entre gêneros, desconsiderando os fatores antropométricos, o deslocamento médio-lateral e a velocidade de oscilação foram maiores no gênero feminino com os olhos abertos, o que significa um pior equilíbrio. Não houve diferenças nas demais variáveis de equilíbrio, assim como na avaliação com os olhos fechados. A distribuição ginóide (massa e carga concentrada nos quadris) pode causar maior excursão do COP no sentido médio-lateral (equilíbrio pior) que nos homens. Estes dados são discordantes dos de Bankoff et al. (2006) que não encontraram diferenças entre os gêneros e Lee e Lin (2007) que mostram pior equilíbrio nos homens. Poder-se-ia esperar

melhor desempenho do equilíbrio nas mulheres pela menor estatura e fatores neuromusculares (flexibilidade) e neurofisiológicos (processamento de aferências), além do hábito de usar saltos altos, fatores que poderiam ajudar no melhor desempenho. Na avaliação realizada na postura estática, sem sapatos as mulheres apresentaram pior equilíbrio que os homens, caracterizado pelo deslocamento médio-lateral do COP.

A aferência visual é muito importante para o equilíbrio e sua supressão causa alterações no controle postural e sobrecarrega os outros dois sistemas (vestibular e proprioceptivo). Na avaliação com os olhos abertos, neste estudo atual, houve menor oscilação anteroposterior e médio-lateral, com menor velocidade, mas com área de deslocamento maior, na comparação com os olhos fechados. Bankoff et al. (2006) não demonstraram diferenças nas condições olhos abertos e fechados em um grupo de adultos jovens. Duarte e Zatsiorsky (2002) demonstraram maior deslocamento do COP para alcançar um alvo no teste feito com os olhos fechados, porém quando se permitiu reabrir os olhos e realizar o teste seguinte houve melhora o equilíbrio, mas sem o mesmo desempenho do teste feito com os olhos abertos. A visão corrige e controla o equilíbrio postural durante todo o tempo do teste. No presente estudo os resultados dos testes com olhos abertos e fechados diferiram pouco, possivelmente pelo efeito de aprendizado, pois o teste com olhos abertos era sempre feito antes, mas também pela avaliação do equilíbrio estático, onde a demanda pelo controle visual é menor que em estes dinâmicos ou com superfícies instáveis.

A idade não é uma variável antropométrica, porém é importante na avaliação do equilíbrio postural, mas não interferiu no estudo atual que avaliou adultos jovens dados

concordantes com outros estudos (Kejonen et al., 2003; Hue et al., 2007; Vieira et al., 2009; Cavalheiro et al., 2009).

Na análise de regressão, o aumento da idade se relacionou com a maior oscilação anteroposterior nas mulheres com os olhos fechados e explicou 5% do desempenho do COP. Hue et al. (2007) afirma que em condições mais desafiadoras, o envelhecimento piora o equilíbrio, mas Cavalheiro et al. (2009) mostrou correlação fraca entre o deslocamento do COP e envelhecimento, porém em uma amostra pequena. A supressão da visão demanda mais ação dos demais sistemas (sensório-motor e vestibular) e pode explicar a necessidade de maiores ajustes para manter o equilíbrio, mesmo em situações estáticas estáveis e pouco desafiadoras.

O aumento da massa corpórea e de tecido (soma das massas gorda e magra) traz aumento da oscilação médio-lateral (olhos abertos e fechados) e anteroposterior e área de deslocamento (olhos abertos) no grupo todo, mas com uma correlação fraca das variáveis com o equilíbrio. Quando se analisa homens e mulheres separadamente, observa-se que a massa corpórea total ou do tecido somente interferiu no equilíbrio do grupo masculino e mesmo assim com uma correlação fraca, que pode indicar que a maior massa corporal dos homens interfere mais no equilíbrio, dados concordantes com outros estudos que avaliaram indivíduos com IMC normal ou pouco aumentado. (Chiari et al., 2002; Molikova et al., 2006; Bankoff et al., 2006). A fraca correlação vista em algumas variáveis e condições, pode indicar que o equilíbrio semi-estático, em pessoas com IMC e composição corporal dentro da normalidade, não depende da massa corpórea e de tecido. Quando a avaliação é feita com os olhos fechados, uma situação mais desafiadora, há aumento da velocidade de deslocamento (apenas no grupo masculino),

que pode estar relacionado com a massa corporal maior, dados semelhantes aos de Menegoni et al.(2009) que avaliou homens com IMC alto.

Como já afirmamos, a literatura é pródiga em trabalhos que mostram que o aumento da massa corporal piora o equilíbrio e aumenta o risco de quedas, (McGraw et al., 2000; Winters e Snow, 2000; Goulding et al., 2003; Maffiuletti et al., 2005; Berrigan et al., 2006; Hue et al., 2007; Menegoni et al., 2009; Singh et al., 2009; Fabunmi e Gbiri, 2008; Mainenti et al., 2011) mas todos foram feitos com pessoas muito obesas ou idosas, em situações extremas, onde a integração sistêmica não consegue responder de forma adequada com a precisão e velocidade necessária. A integração sensório-motora consegue manter a estabilidade postural estática e se adapta ao ganho de peso, que ocorre de forma gradativa. As alterações só são percebidas em situações desafiadoras de manutenção do equilíbrio ou em pessoas muito obesas. Ledin e Odkvist (1993) demonstraram que o aumento de 20% na massa corporal (utilizando um colete com pesos) reduziu a habilidade de fazer ajustes às perturbações externas e aumentou a instabilidade postural ortostática. Como aumento da massa corpórea, há necessidade de maiores ajustes para manutenção da postura e aumento do risco de quedas. As alterações rápidas de massa corporal podem afetar o equilíbrio, pela falta de tempo de adaptação à nova situação.

O IMC apresentou uma correlação fraca positiva com o deslocamento anteroposterior no grupo masculino com olhos abertos e fechados, achados discordantes de Greve et al.(2007) que demonstraram uma correlação positiva entre o IMC e equilíbrio em adultos jovens em uma plataforma instável e Singh et al. (2009) que

afirmam que em condições extremas ($\text{IMC} > 40 \text{ kg/m}^2$) há comprometimento do equilíbrio em atividades prolongadas.

Esta correlação mais fraca pode ser devida ao teste estático, pouco desafiador para o grupo avaliado. A plataforma instável, usada nos estudos acima citados, cria uma condição de avaliação mais desafiadora para o sistema de integração neuromuscular, que possivelmente seja o mais afetado pelo aumento da massa corporal. O grande obeso carrega uma massa gorda inerte alta, que afeta os ajustes para manutenção do equilíbrio postural. Os resultados do atual estudo indicam que há uma adaptação significativa dos sistemas de manutenção do equilíbrio ao aumento da massa corporal, mas certamente há um risco maior de quedas em situações mais instáveis e em pessoas muito obesas. Outros estudos, feitos com indivíduos com IMC normal ou pouco aumentados, mostraram correlações baixas entre a massa corpórea e equilíbrio, resultados mais próximos aos do presente estudo (Chiari et al., 2002; Molikova et al., 2006; Bankoff et al., 2006).

Há um consenso que a obesidade piora o equilíbrio, mas Winters e Snow (2000) e Mainenti et al. (2011) demonstraram que o DEXA e a bioimpedância são importantes para dirimir controvérsias, já que a massa corporal e IMC são medidas menos refinadas que a análise da composição corporal (Macedo, 2008). A porcentagem de gordura demonstrou fraca correlação negativa ($r = -.23$ $p = .01$) com a oscilação médio-lateral e velocidade de deslocamento ($r = -.26$ $p = .009$) na avaliação com os olhos abertos. Somente no grupo masculino, a medida da gordura em gramas se correlacionou com o deslocamento anteroposterior. Novamente, as variáveis antropométricas não tiveram variações extremas e não afetaram o equilíbrio semi-estático. O equilíbrio é mantido por

um sistema integrado por várias aferências e eferências e pequenos desvios podem ser compensados por adaptações de outros sistemas. Ainda que faltem outros estudos com as variáveis de composição corporal para comparação com este atual, os resultados indicam que as correlações só são significativas em pessoas obesas com grande quantidade de tecido adiposo (mais inércia) e possivelmente em condições mais desafiadoras de avaliação. Singh et al. (2009) refere que a obesidade piora o equilíbrio pelo comprometimento do sistema sensório-motor e aumento da demanda biomecânica causada pela massa extra de gordura que precisa ser carregada.

No grupo feminino, não houve correlação entre as medidas de massa gorda e parâmetros de equilíbrio com olhos abertos e fechados, diferente dos achados de Mainenti et al.(2011) onde mulheres idosas com maior massa de gordura tiveram desempenho pior na avaliação do equilíbrio e de Winter e Snow (2000), que referem que 31% da variação do equilíbrio é causada pela massa gorda em mulheres pré-menopausa, quando avaliadas em uma plataforma de instabilidade multidirecional. A avaliação em superfícies instáveis requer maior controle motor e pode ser mais sensível para pequenas variações de composição corporal, que não afetam a avaliação estática (Greve et al. 2007).

A maior massa magra está correlacionada com um aumento significativo da atividade de controle postural de todas as variáveis do equilíbrio (olhos abertos) e no sentido médio-lateral e na velocidade (olhos fechados) em todo grupo. Quando se separam os grupos pelo gênero, observa-se um comportamento muito diferente nos homens e mulheres. Nos grupo masculino, há correlação de todas as variáveis com a massa magra com os olhos abertos e fechados e no grupo feminino não há nenhuma

correlação nas duas condições. Pode se especular se a diferença de comportamento ocorre pela composição corporal ou pela distribuição de gordura distinta de homens de mulheres. As mulheres poderiam ter maior aptidão no controle postural: Treinamento, hábitos, calçados, ainda que na comparação direta, mulheres tiveram pior desempenho que os homens. Também pode se indagar se as mulheres se adaptam à menor massa magra e desenvolvem outras estratégias para manter o equilíbrio que depende menos da composição corporal (aferência visual e proprioceptiva).

A massa magra explicou 18% do deslocamento anteroposterior e 18% da área de deslocamento nos homens. Possivelmente, a maior quantidade de massa magra com musculatura mais desenvolvida seja o fator responsável por este efeito, além da influência da estatura. Pode se especular que nos homens o equilíbrio postural é mais dependente da ação dos efetores articulares e musculares, que poderia explicar a maior atividade. Na condição olhos fechados, a massa magra explicou 10% do deslocamento e junto com a base de suporte 25% da área de deslocamento. Aparentemente, as variáveis de composição corporal têm mais relação com um aumento de atividade do controle postural estático, isto é há necessidade de mais ajustes para manter o equilíbrio.

A complexidade e multiplicidade do controle postural e equilíbrio pode explicar esta correlação, isto é quanto mais massa magra e diminuição da base de suporte, maior o deslocamento e área de oscilação, mas que são capazes de manter o indivíduo equilibrado. Estes achados, possivelmente, não podem ser definidos como pior equilíbrio e risco de queda, mas sim como uma das estratégias utilizadas para manter o COP dentro da área de estabilidade.

Quanto maior a RCQ, pior o equilíbrio postural no sentido médio-lateral nas duas condições avaliadas, em toda amostra. Novamente, no grupo feminino nenhuma correlação foi encontrada enquanto no grupo masculino, com os olhos fechados, quanto maior a RCQ maior a velocidade de oscilação. A RCQ juntamente com o comprimento dos membros superiores explicou 26% do equilíbrio postural, resultados semelhante aos de Menegoni et al.(2009). Possivelmente, a concentração de massa gorda no tórax e abdômen (forma andróide) aumenta a carga nos quadris, explicando o maior deslocamento no sentido médio-lateral. A distribuição centrípeta da gordura altera o centro de massas, que acaba sendo maior nos andróides que ginóides.

No grupo estudado não houve correlação entre equilíbrio e DMO, fato esperado pela faixa etária estudada, porém a DMO e a estatura explicam 16% do equilíbrio postural no sentido anteroposterior. A DMO está relacionada com atividades de carga e impacto sobre ossos e parece razoável que tenha algum tipo de influência sobre o equilíbrio. Winters e Snow (2000) correlacionaram a DMO com variáveis antropométricas e encontrou uma inter-relação entre estas variáveis, mas não relata interferência no equilíbrio postural.

O CMO teve correlação positiva com todas as variáveis no grupo todo e no grupo masculino, exceto com a velocidade de oscilação com olhos abertos. Com os olhos fechados, correlacionou-se positivamente com os deslocamentos médio-lateral no grupo todo. O aumento de massa magra e CMO maior podem piorar o equilíbrio. Baixos valores de DMO e CMO associados com equilíbrio ruim aumentam o risco de fraturas associado às quedas, mas não se encontrou uma relação destas medidas com o equilíbrio neste trabalho e na literatura.

Quanto menor a base de suporte, maior a oscilação médio-lateral no grupo masculino com os olhos fechados, mostrando uma correlação negativa entre as variáveis. O aumento da base de suporte melhora o equilíbrio e diminui a atividade de controle postural achados concordantes com outros autores (Chiari et al., 2002; Mochizuki et al., 2006; Mann et al., 2008; Chou et al., 2009).

A base de suporte e a estatura explicaram 18% da variação do equilíbrio no sentido médio-lateral no grupo todo e 28% no masculino. A relação entre a estatura e base de suporte no grupo masculino (medidas maiores que no grupo feminino), pode ser entendida pela relação inversa entre a estabilidade postural e altura do centro de gravidade. O alargamento da base diminui a distância do centro de gravidade da base e melhora a estabilidade. A estabilidade médio-lateral é dada pelos movimentos de quadril e tronco e menos pela atividade do tornozelo. O movimento médio-lateral primário do corpo ocorre na pelve e requer adução de uma perna e abdução da outra e a estratégia do tornozelo é acionada apenas quando há necessidade de movimentos mais estreitos.

Chiari et al. (2002) e Duarte e Freitas (2010) sugerem que se padronize o posicionamento dos pés (posição dos pés em função da distância dos calcanhares e hálux e ângulo de abertura formado entre os pés) para que sejam realizadas interpretação dos dados e comparação entre diferentes indivíduos, porém o uso de tal padronização não leva em consideração as características particulares de cada indivíduo e pode interferir nos resultados. Uma posição confortável sem ultrapassar a largura dos ombros pode ser considerada uma posição mais adequada para testes mais próximos de uma situação real. A base de suporte juntamente com a massa magra explicou 25% da área de

deslocamento, fato esperado, pois a base e área de deslocamento representam a mesma variável clínica.

Outro dado consensual na literatura e neste estudo é que quanto maior a estatura, pior o equilíbrio. Houve correlação positiva da estatura com todas as variáveis do equilíbrio (olhos abertos) no grupo todo e masculino e com o deslocamento anteroposterior no grupo feminino. Com os olhos fechados, a correlação foi com o deslocamento médio-lateral, velocidade e área no grupo todo e masculino e com o deslocamento anteroposterior no grupo feminino. Berger et al.(1992) afirma que os deslocamentos do tornozelo e a resposta do gastrocnêmio aumenta com o aumento da estatura. Allardy et al.(2001) e Lee e Lin (2007) referem que indivíduos ectomorfos (longilíneos) apresentam maior oscilação postural que os indivíduos endomorfos e mesomorfos e atribuem à posição mais alta do centro de massas. Outros estudos (Kejonen et al., 2003; Hue et al., 2007; Fabunmi e Gbiri, 2008) mostraram resultados semelhantes ao presente estudo, pela correlação positiva e significativa, ainda que fraca, da estatura com os parâmetros de equilíbrio. A estabilidade corporal depende do centro de gravidade e pode-se afirmar que as medidas da posturografia são afetadas pela estatura (Duarte e Freitas, 2010). A maior estatura do grupo masculino pode ser a razão da maior influência deste parâmetro no equilíbrio, quando comparada com o grupo feminino.

Na análise de regressão, a estatura foi a variável com maior influência no equilíbrio de forma isolada ou associada à base de suporte. Teve influência no deslocamento médio-lateral, na velocidade de oscilação e na área de deslocamento com os olhos abertos. Com os olhos fechados, a estatura e base de suporte influenciaram o

deslocamento médio-lateral, quando avaliadas no grupo todo. Estes achados são concordantes com os de Kejonen et al.(2003) onde que mostra a grande influência da estatura nos deslocamentos. No grupo masculino, com os olhos abertos e fechados a estatura isolada ou associada com a base de suporte influenciaram o deslocamento médio-lateral e velocidade de oscilação e 15% da velocidade de oscilação.

A estatura e a massa corpórea contribuem para o efeito do “pêndulo invertido”, tendo como pivô a articulação do tornozelo na postural bipodal e a base é a interface do corpo com o solo (Chiari et al., 2002; Kejonen et al., 2003). Alguns autores recomendam que estas duas variáveis sejam avaliadas em conjunto. Duarte e Freitas (2010) e Chiari et al. (2002) sugerem que medidas posturográficas sejam normalizadas em relação à estatura, dividindo as medidas de variação do COP pela altura do indivíduo.

Os comprimentos de membros inferiores e superiores se correlacionaram positivamente com o deslocamento médio-lateral, velocidade de oscilação e área de deslocamento com olhos abertos e fechados no grupo todo e no masculino. No grupo masculino, o comprimento dos membros inferiores junto com a RCQ explicou 26% do equilíbrio postural. No grupo feminino, com os olhos fechados, houve correlação entre o deslocamento médio-lateral e o comprimento dos membros superiores, explicando 15% do equilíbrio postural. Molikova et al., 2006) referem que na posição de flexão de joelho (30° e 60°) os membros superiores apresentaram maior influência no equilíbrio postural (Molikova et al., 2006; Fabunmi e Gbiri, 2008). Os membros acompanham de uma forma geral o formato do corpo, e na maioria dos indivíduos tem a mesma medida, assim pessoas mais altas tendem a ter membros mais longos e desta forma esta correlação seria derivada desta associação. O comprimento dos membros inferiores esta

relacionado à maior distância do centro de massa da base de suporte, semelhante à estatura (Kejonen et al., 2003; Molikova et al., 2006; Fabunmi e Gbiri, 2008).

Quanto maior o comprimento do tronco cefálico pior o equilíbrio em todas as variáveis no grupo todo com olhos abertos, dados semelhantes à de Fabunmi e Gbiri (2008). Foi encontrada correlação positiva no grupo feminino com o deslocamento anteroposterior, mas não no grupo masculino. Com os olhos fechados, houve correlação com o deslocamento médio-lateral no grupo todo. Esta variável está, possivelmente, relacionada com a altura. A maior oscilação antero-posterior no grupo feminino pode estar relatada com a forma ginóide e tronco mais comprido, dificultando a manutenção do equilíbrio nas mulheres com tronco mais longo e necessidade de maiores ajustes.

A manutenção do equilíbrio é uma aptidão adquirida e aprimorada durante toda vida e, portanto, há uma adaptação natural aos parâmetros antropométricos, isto é, o indivíduo aprende a manter o controle postural sobre seu corpo e somente as variações extremas de medidas interferem de forma significativa o equilíbrio.

Na população estudada de adultos jovens, sem doenças e outras alterações, os parâmetros antropométricos influenciaram pouco o equilíbrio. Considerar variáveis antropométricas em estudos do equilíbrio estático com posturografia, numa população jovem, parece não ser necessário, com exceção da estatura, podendo se desconsiderar a massa corpórea e IMC, quando dentro de valores normais. Em outras populações, no entanto, mais idosas e com obesidade, os parâmetros antropométricos podem interferir na avaliação do equilíbrio.

As limitações metodológicas são dadas pelas próprias características multifatoriais do equilíbrio. Os sistemas que avaliam de forma integrada a visão, atividade labiríntica e as respostas neuro-motoras associados com posturografia e análise do COP podem ser mais adequados para avaliar o equilíbrio: avaliação de outros sistemas e situações de avaliação mais desafiadoras. Porém, os resultados encontrados mostram de forma bastante segura que os fatores antropométricos de uma população normal (sem extremos) têm pouca influência nos resultados da posturografia, exceção feita à estatura.

CONCLUSÃO

6. CONCLUSÃO

O equilíbrio postural medido pela posturografia é pouco influenciado pelas variáveis antropométricas com os olhos abertos e fechados.

O equilíbrio postural dos homens é mais influenciado pelos fatores antropométricos que os das mulheres.

A estatura é a variável antropométrica que mais influenciou o equilíbrio postural nos três grupos estudados, com os olhos abertos e fechados.

O equilíbrio de homens e mulheres medido pela posturografia é igual, com exceção do deslocamento médio lateral e a velocidade de oscilação, que são maiores nas mulheres.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allardy P, Naulty ML, S. Hinsey S, LeBlanc R, Labelle H Relationship between morphologic somatotypes and standing posture equilibrium. Ann. hum. biol. 2001; 28(6): 624-633.

Alonso AC; Vieira PR, Macedo OG. Avaliação e Reeducação Proprioceptiva. In: Greve JMD. Tratado Medicina de Reabilitação. São Paulo: Roca, 2007, Cap. 131, p. 997-1004.

Alonso AC, Bronzatto Filho E, Brech GC, Moscoli FV. Estudo comparativo do equilíbrio postural entre atletas de judô e indivíduos sedentários. Rev. Bras. Biomec. 2008; 9(17): 130-7.

Alonso AC, Greve JMDA, Camanho GL. Evaluating the center of gravity of dislocations in soccer players with and without reconstruction of the anterior cruciate ligament using a balance platform. Clinics. 2009; 64(3):163-70.

Alonso AC, Brech GC, Greve JMDA. Técnicas de avaliação proprioceptiva do ligamento cruzado anterior do joelho. Acta Fisiatr. 2010; 17(3): 134 – 140.

Bankoff ADP, Bekedorf RG, Schmidt A, Ciol P, Zanai CA. Análise do equilíbrio corporal estático através de um baropodômetro eletrônico. Rev Conexões. 2006; 4(2): 19-29.

Berger W, Trippel M, Discher M, Dietz V. Influence of subjects' height on the stabilization of posture. *Acta Otolaryngol.* 1992;112(1):22-30.

Berrigan F, Simoneau M, Tremblay A, Hue O, Teasdale N. Influence of obesity on accurate and rapid arm movement performed from a standing posture. *Int. j Obes.* 2006; 30: 1750–7.

Bonfim TR, Pacolla CAJ, Barela JA. Proprioceptive and behavior impairments in individuals with anterior cruciate ligament reconstructed knees. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003; 84:1217-23.

Cavalheiro GL, Almeida MFS, Pereira AAP, Andrade AO. Study of age-related changes in postural control during quiet standing through Linear Discriminant Analysis. *BioMedical Engineering.* 2009, 8(35): 1-13.

Chiari L, Rocchi L, Capello A. Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement. *Clin Biomech.* 2002; 17: 666–677.

Chou SW, Cheng HK, Chen JH, Ju YY, Lin YC, Wong MKA. The Role of the Great Toe in Balance Performance. *J Orthop Res.* 2009; 27(4):549-54.

Corriveau H, Hébert R, Prince F. Intrasection reliability of the [quot]center of pressure minus center of mass[quot] variable of postural control in the healthy elderly. *Phys Med Rehabil.* 2000; 81(1):45-8.

Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J. Athl. Train.* 2005;40(1):41–46.

Duarte, M. Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática. Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, 2000.

Duarte M e Zatsiorsky VM. Effects of body lean and visual information on the equilibrium maintenance during stance. *Exp Brain Res.* 2002; 146:60–69.

Duarte M e Freitas SMSF. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Rev Bras Fisioter.* 2010; 14(3); 183-92.

Fabunmi AA, Gbiri CA. Relationship between balance performance in the elderly and some anthropometric variables. *Afr Med J Med Sci.* 2008; 37(4):321-6.

Goulding A, Jones IE, Taylor RW, Piggot JM, Taylor D. Dynamic and static tests of balance and postural sway in boys: effects of previous wrist bone fractures and high adiposity. *Gait Posture.* 2003; 17:136- 141.

Greve J, Alonso AC, Bordini ACPG, Camanho, GL. Correlation between body mass index and postural balance. *Clinics*. 2007; 62(6):717-20.

Hertel J, Gay MR, Denegar CR. Differences in postural control during single-leg stance among healthy individuals with different foot types. *J. Athl. Train*. 2002; 37(2):129-132.

Hue, O, Simineau M, Marcotte J, Berrigan F, Dore J, Marceau P, Marceau S, Tremblay A, Teasdale N. Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait Posture*. 2007; 26(1):32-8.

Kejonen P, Kauranen K, Vaharanta H. The relationship between anthropometric factors and body-balancing movements in postural balance. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003; 84:17-22.

Ledin T, Odkvist LM. Effects of increased inertial load in dynamic and randomized perturbed posturography. *Acta Otolaryngol*. 1993; 113: 249-252.

Lee AJ, Lin WH. The influence of gender and somatotype on single-leg upright standing postural stability in children. *J Appl Biomech*. 2007; 23(3):173-9.

Lohman TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standartization reference manual. Champaign IL: USA, Human Kinectics Books 1988, 177p.

Macedo, OG. Estudo comparativo da composição corporal através da densitometria óssea com emissão de raios-X de dupla energia nos hemisférios dominante e não dominante entre pessoas com paralisia cerebral - hemiplegia espástica e pessoas normais [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2008.

Maffiuletti NA, Agosti F, Riva D, Resnik M, LaFortuna CL. Postural instability of extremely obese individuals improves after a body weight reduction program entailing specific balance training. J Endocrinol invest. 2005;28:2-7.

McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. Gait and postural stability in obese and non obese prepubertal boys. Arch Phys Med Rehabil. 2000;81: 484-9.

Mainenti MRM, Rodrigues EC, Oliveira JF, Ferreira AS, Dias CM, Silva ALS. Adiposity and postural balance control: Correlations between bioelectrical impedance and stabilometric signals in elderly Brazilian women. Clinics. 2011;66(9):1513-1518.

Mann L, Kleinpaul JF, Teixeira CS, Lopes LFD, Mota CB. A utilização de diferentes bases de apoio com e sem informação visual na manutenção do equilíbrio corporal de idosos. ACTA ORL/Técnicas em Otorrinolaringologia – 2008; 26 (4): 216-21.

Menegoni F, Galli M, Tacchini E, Vismara L, Caviglioli, Capodaglio P. Gender-specific Effect of Obesity on Balance. *Obesity*. 2009;17(10):1951-6.

Mochizuki L, Amadio AC. Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa e o centro de pressão. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 2003;. 3(3): 77–83.

Mochizuki L, Duarte M, Amadio AC, Zatsiorsky VM, Latash ML. Changes in Postural Sway and Its Fractions in Conditions of Postural Instability. *J. Appl. Biomech*. 2006; 22:51-60.

Molikova R, Bezdicikova M, Langova K, Holibka ,V David O, Michalikova Z, Rehorova J. The relationship between morphological indicators of human body and posture. *Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc Czech Repub*. 2006, 150(2):261–265.

Palmieri RM, Ingersoll CI, Cordova ML, Kinzey SJ, Stone, MB, Krause A. The effect of a Simulated Knee Joint Effusion on Postural Control in Healthy Subjects. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003; 84: 1076-79.

Pinsault N, Vuillerme N. Test-retest reliability of centre of foot pressure measures to assess postural control during unperturbed stance. Med Eng Phys. 2009; 31(2): 276-86.

Pitanga, FJG. Testes Medidas e Avaliação em educação física e esportes. São Paulo. 4ª ed: Phorte Editora, 2005, 200p.

Prado JM. Controle postural em adultos e idosos durante tarefas duais.[dissertação]. São Paulo: Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo; 2008.

Riemann BL, Myers JB, Lephart SM. Comparison of the ankle, knee, hip, and trunk corrective action shown during single-leg stance on firm, foam, and multi-axial surfaces. Arch Phys Med Rehabil, 2003; 84: 90-5.

Rougier PR. Relative contribution of the pressure variations under the feet and body weight distribution over both legs in the control of upright stance. J Biomech. 2007; 40: 2477-2482.

Shumway-cook A & Woollacott MH. Controle Postural Normal. In: Shumway-cook A & Woollacott MH. Controle motor: teoria e aplicações práticas. 2ªed., São Paulo: Manole, 2003, Cap. 7, p.153-178.

Singh D, Park W, Levy MS, Jung ES. The effects of obesity and standing time on postural sway during prolonged quiet standing. Ergonomics. 2009;52(8):977-86.

Swanenburg J, Bruin ED, Favero K, Uebelhart D, Mulder T. The reliability of postural balance measures in single and dual tasking in elderly fallers and non-fallers. BMC Musculoskeletal Disorders 2008, 9:162.

Tsai LC, Yu B, Mercer VS, Gross MT. Comparison of different structural foot types for measures of standing postural control. J Orthop Sports Phys Ther. 2006; 36(12):942-53.

Vieira TMM, Oliveira LF, NadalJ..An overview of age-related changes in postural control during quiet standing tasks using classical and modern stabilometric descriptors. J Electromyogr Kinesiol. 2009; 19(6):513-9.

Winters KM, Snow CM. Body composition predicts bone mineral density and balance in premenopausal women. J Womens Health Gend Based Med. 2000; 9(8):865-72.

Zancheta SC, Alonso AC, Pedalini MEB, Greve JMDA. Análise do equilíbrio postural em idosos saudáveis praticantes e não praticantes de corrida de longa distância. Rev Geriatr Gerontol. 2012; 5(4):196-200.

ANEXOS

Anexo A

APROVAÇÃO

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 14/03/2007, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **1256/06**, intitulado: **“A RELAÇÃO ENTRE OS FATORES ANTROPOMÉTRICOS E O EQUILÍBRIO POSTURAL”** apresentado pelo Departamento **de Ortopedia**, inclusive o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10.10.1996, inciso IX. 2, letra “c”)

Pesquisador(a) Responsável: Prof^a. Dr^a. Júlia Maria D'Andrea Greve

Pesquisador(a) Executante: Angélica Castilho Alonso

CAPPesq, 14 de março de 2007.

PROF. DR. EDUARDO MASSAD
Presidente da Comissão de Ética para Análise
de Projetos de Pesquisa

ANEXO B. QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ VERSÃO CURTA, ÚLTIMA SEMANA + e últimos seis meses

Nome: _____

Data: ____/____/____ **Idade :** ____ **Sexo:** F () M ()

Para responder às questões lembre que:
o Atividades físicas VIGOROSAS são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
o Atividades físicas MODERADAS são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

Para responder às perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez:

1a Em quantos dias da última semana você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

☐ Dias por semana

☐ Não faz caminhadas

Tempo em cada Dia ?	Dia	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
	Tempo							

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades MODERADAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (POR FAVOR, NÃO INCLUA CAMINHADA)

☐ Dias por semana

☐ Não faz AF Moderada

Tempo em cada Dia ?	Dia	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
	Tempo							

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades VIGOROSAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar MUITO sua respiração ou batimentos do coração.

☐ Dias por semana

☐ Não faz AF Vigorosa

Tempo em cada Dia ?	Dia	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
	Tempo							

ATIVIDADE FÍSICA:

4a Pratica alguma atividade física nos últimos 6 meses?

1.Sim () 2. Não ()

Qual(is)?

Freqüência

4b Anteriormente, já praticou alguma atividade física com regularidade (2x/sem, no mínimo)? 1.Sim () 2. Não ()

Qual (is)? _____

Por quanto tempo? _____

ANEXO C

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

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

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

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. **TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA:** A RELAÇÃO ENTRE OS FATORES ANTROPOMÉTRICOS E O EQUILÍBRIO POSTURAL.
2. PESQUISADORA: JULIA MARIA D'ANDRÉA GREVE
CARGO/FUNÇÃO: Professora Associada da FMUSP. NSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 26.970
UNIDADE DO HCFMUSP: IOT
3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:
SEM RISCO RISCO MÍNIMO ☒ RISCO MÉDIO
RISCO BAIXO RISCO MAIOR
- (probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)
4. DURAÇÃO DA PESQUISA : 48 MESES

III - REGISTRO DAS EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO PACIENTE OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, CONSIGNANDO:

1. Explicação do estudo

Este estudo é um projeto de pesquisa que tem como objetivo avaliar os fatores antropométricos (peso, altura, sexo, idade, tamanho das pernas, dos pés, a massa gorda, massa magra e ossos) com o equilíbrio postural em adultos com idade entre 20 e 40 anos através de um equipamento chamado plataforma de força.

Se o(a) Sr(a). concordar em participar deste estudo inicialmente responderá a um questionário e faremos todas as medidas citadas acima com balança, fita métrica e um compasso depois será realizado o exame de densitometria óssea e por fim o teste de equilíbrio na plataforma de força. onde o(a) sr(a) posicionará em pé, descalço, sobre uma plataforma de força e realizará os protocolos a seguir:

- a) uma posição parada com os dois pés em: 1. I com olhos abertos; 2. com olhos fechados;

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

1. acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas.
2. liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência.
3. salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade.
4. disponibilidade de assistência no HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.

V. INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Angelica castilho Alonso – Rua Aquiráz, 24 V. Granada SP – tel: 6682-4889

Júlia Maria D'Andreá Greve – Rua Dr. Gabriel dos Santos, 405 – SP – tel: 3069-6041

OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES:

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Protocolo de Pesquisa

São Paulo, de de 2006. .

assinatura do sujeito da pesquisa ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome Legível)

ANEXO D- QUESTIONÁRIO

DADOS PESSOAIS

Nome: _____	sexo: () M () F
Data de Nascimento: ____/____/____	Idade: ____ Membro Dominante ____
Endereço: _____	
____ Cidade: _____	CEP: _____ Telefone: _____
____ Celular: _____	
e-mail: _____	

EXAME CLÍNICO

Problemas de Saúde	Sim	Não	Observações
Pressão Arterial Alta			
Pressão Arterial Baixa			
Problema Cardíaco			
Triglicérides Alto			
Tireóide			
Diabetes			
Osteoporose			
Artrite			
Osteoartrose			
Tendinite			
Problemas Musculares			
Deficiência Visual			
Aparelho Óculos ou lentes			
Deficiência Auditiva			
Aparelho Auditivo			
Doenças Neurológica			
Crises Convulsivas			
Deficiência Física			
Órtese			
Prótese			
Labirintite			
Outros			

Sintomas	Sim	Não	Observações
Dores de cabeça			
Tonturas			
Vertigem			
Nistagmo			
Dor muscular			
Fraqueza Muscular			
Fraqueza Generalizada			
Enrijecimento Articular			
Dor na coluna Cervical			
Dor na Coluna Torácica			
Dor na coluna Lombar			
Outros			

MEDICAMENTOS

Usa medicamentos regularmente: () sim () não

Tipos	Sim	Não	Posologia	Observações
Anti-depressivo				
Diurético				
Estimulante				
Calmante				
Analgésico				
Anti-inflamatório				
Outros				
Hábitos COMUNS	Sim	Não	Tipo	Quanto
Tabagismo				
Etilismo				
Outros				

HISTÓRIA DE QUEDAS

Característica	Sim	Não	Frequência	Como
Dificuldade para realizar movimentos rápidos				
Dificuldade em equilibrar-se				
Perde o equilíbrio fácil				
Tropeça facilmente				
Sente alguma coisa quando se levanta rapidamente				
Dificuldade para sentir a forma, textura, temperatura de objetos nos pés				
Sofre quedas				
Sente tontura durante a queda				
Quando ocorreu a queda mais recente				
Sofreu fraturas				
Outras lesões				
Fez cirurgias				
Outros				