

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

Juliana Teles Tavares

**ENVELHECIMENTO, EXERCÍCIO FÍSICO E CONTROLE POSTURAL: UMA
ANÁLISE SOBRE A AÇÃO DO EXERCÍCIO FÍSICO NA PRESERVAÇÃO DO
CONTROLE POSTURAL EM IDOSAS**

**São Paulo, SP
2016**

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

**ENVELHECIMENTO, EXERCÍCIO FÍSICO E CONTROLE POSTURAL: UMA
ANÁLISE SOBRE A AÇÃO DO EXERCÍCIO FÍSICO NA PRESERVAÇÃO DO
CONTROLE POSTURAL EM IDOSAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em
Ciências da Reabilitação da Universidade Nove de Julho como
parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em
Ciências da Reabilitação

Aluna: Juliana Teles Tavares

Orientador: Prof. Dr. Fabiano Politti

Coorientador: Prof^a. Dra. Daniela Ap Biasotto-Gonzalez

São Paulo, SP

2016

Tavares, Juliana Teles.

Envelhecimento, exercício físico e controle postural: uma análise sobre a ação do exercício físico na preservação do controle postural em idosas. / Juliana Teles Tavares. 2016.

71 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2016.

Orientador (a): Prof. Dr. Fabiano Politti.

1. Controle postural. 2. Destreinamento. 3. Exercício físico. 4. Estabilometria.
 5. Idosos
- I. Politti, Fabiano. II. Titulo

CDU 615.8

São Paulo, 16 de dezembro de 2016.

TERMO DE APROVAÇÃO

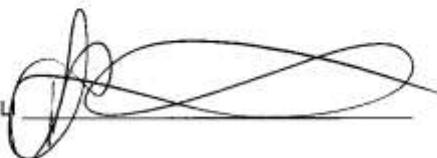
Aluno(a): Juliana Teles Tavares

Título da Dissertação: "ENVELHECIMENTO, EXERCÍCIO FÍSICO E CONTROLE POSTURAL: UMA ANÁLISE SOBRE A AÇÃO DO EXERCÍCIO FÍSICO NA PRESERVAÇÃO DO CONTROLE POSTURAL EM IDOSAS".

Presidente: PROF. DR. FABIANO POLITTI



Membro: PROF. DR. PAULO ROBERTO GARCIA LUCARELLI



Membro: PROF. DR. DANILO SALES BOCALINI



DEDICATÓRIA

Aos amados da minha vida, meus pais, minhas filhas, meu esposo, meus irmãos e meu sobrinho.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por me ter concedido a oportunidade de estar aqui mais uma vez, com saúde e com vontade de me superar a cada dia.

A meus pais **Antero** e **Maria da Luz**, por terem me dado amor, carinho, por compreender meus defeitos, e por ter me ensinado a como ser uma pessoa melhor. Obrigada por compartilhar comigo as tristezas, alegrias e principalmente, por ter me dado a oportunidade de ser o que sou hoje.

Aos meus irmãos, **Aline**, **Gabriel** e **Guilherme**, por estarem sempre ao meu lado e acreditarem em mim.

As minhas filhas, **Gabriella** e **Larissa** e **Nathallya** pelo amor e compreensão, e peço perdão por minhas várias horas de ausência. Agradeço por serem minha inspiração, amo vocês.

Ao meu companheiro de todos os dias e todos os momentos, **Rodrigo**, por todo amor, carinho, apoio, companheirismo e paciência, sem você meus dias teriam se tornado cinzas. Obrigada pelas palavras de apoio, pelos gestos simples que deram a oportunidade da realização de mais este projeto.

A minha sogra, **Maria da Conceição** e cunhada **Patrícia Miranda**, pelo apoio, compreensão, carinho e força.

Agradeço aos amigos, **Nárlon** e **José Celestino**, por acreditarem em mim e me apoiarem sempre. Obrigada pelo amizade e companheirismo, pelo apoio, pelas noites em claro, pelos estudos, pela dedicação e pelo auxílio neste projeto. Vocês são parte de minha família.

Não poderia deixar de agradecer aos meus Mestres do Curso de Educação Física, Frank Suzuki, Myriam, André, César, Rui, Erinaldo, Osmar, Silvinho, Paloma, Jarbas, Danilo, Gerson, Roberto, Marcelo, Tita, Larissa, Tatiane, Melissa, João Paulo, Dalton, Adriana, Caio, Aletha, Anderson e vários outros que com toda dedicação, carinho, respeito e atenção me deram a oportunidade de finalizar mais uma etapa.

Ao meu querido Professor **Frank Suzuki**, responsável pelo grupo de estudos Grepafeneve, que me deu a oportunidade de integrar este maravilhoso grupo durante cinco anos,

sempre me incentivando a ir mais longe, buscar conhecimento e percorrer voos mais altos.
Não tenho palavras para lhe agradecer, muito obrigada por tudo!

Aos amigos do Grepafe-nove **Andréia, Elisângela, Stella, Celestino, Nárlon, Iago** e Anderson, pelo carinho, oportunidade, parceria, amizade, aprendizados e companheirismo.

As idosas voluntárias pela paciência e dedicação durante as coletas, sem a colaboração de todas, este projeto não seria possível.

Agradeço a todos os professores, funcionário e principalmente ao diretor **Flávio Marquiori** da Escola Ademar Hiroshi, pelo apoio, amizade e compreensão durante este período.

Aos amigos **Reny, Andréa, Carolina, Karina e Marcelo**, pela ajuda e companheirismo, passamos muitos momentos de aprendizados e alegrias.

A minha querida co-orientadora **Daniela Aparecida Biasotto-Gonzalez** que colaborou da melhor maneira possível, nunca medindo esforços para me auxiliar, ensinar e orientar, muito obrigado pelo carinho, pela preocupação e por acreditar em mim.

Um agradecimento mais do que especial vai à pessoa a qual eu devo este momento, **Fabiano Politti**, obrigada, principalmente, pela oportunidade que você me deu para que eu pudesse me desenvolver profissionalmente e como ser humano. Obrigado por ter me ensinado, por ter me orientado, pela paciência e por ter me feito mudar. Um simples parágrafo é muito pouco para eu expressar a gratidão e a enorme admiração que tenho por você. Desejo de coração que você possa alcançar todos os seus sonhos e seja muito feliz.

Agradeço à **Universidade Nove de Julho** pela oportunidade, representada pelo Reitor Prof. Eduardo Estorópoli e ao programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação.

Agradeço aos membros da banca, **Profº Dr. Paulo Lucarelli, Profº Dr. Danilo Bocalini** pelas sugestões que melhoraram a qualidade deste trabalho.

Essa dissertação é resultado de esforço e dedicação de pessoas queridas e essenciais para meu crescimento e para o cumprimento dessa jornada.

“Cada pergunta ensaiada por uma criança revela o fascínio dessa nossa condição humana em querer saber qual é o sentido da vida. Certamente, cada uma das conquistas que atingimos é um passo nesta caminhada em direção a este sentido, onde estará resposta para todas as perguntas. Muito embora não se saiba em qual direção caminhamos e nem quando deixaremos de caminhar, o essencial é não parar nunca. É preciso não parar nunca”.

Nárlon Cássio Boa Sorte

RESUMO

A prática de exercícios físicos tem sido uma alternativa importante para minimizar os efeitos da idade sobre o controle postural, porém, existe a possibilidade de que a interrupção do treinamento (destreino) possa contribuir para que o desempenho do equilíbrio estático retorne aos valores de pré-treinamento. O objetivo deste estudo foi analisar a ação do exercício físico multicomponente no controle postural de idosas e seus efeitos após período de destreino. O controle postural de 31 mulheres com idade entre 60 e 80 anos foi avaliado em seis diferentes condições sobre uma plataforma de força nas seguintes condições: posição estática com e sem aferência visual (olho aberto e olho fechado); posição estática com o uso de uma espuma sobre a plataforma com e sem aferência visual; posição estática com estímulo visual e auditivo com e sem o uso de espuma sobre a plataforma de força. Estas variáveis foram utilizadas para as análises dos efeitos de dois tipos de treinamento para idosas, sendo essas divididas em dois grupos: Grupo Multicomponente (GM): treinamento com exercícios de força, aeróbio, equilíbrio e flexibilidade e Grupo Controle (GC): treinamento com exercícios aeróbios e flexibilidade. Todos os participantes foram submetidos à um período de 16 semanas de treinamento, sendo estes realizados três vezes por semana (total de 48 sessões). O controle postural foi analisado pré e pós período de treinamento e com 6 semanas de destreino. Na análise de variância (ANOVA) foi possível verificar que o treinamento proporcionou diferença significativa ($F=24,72$; $p < 0,0001$) na freqüência de oscilação, entre os grupos estudados (grupo multicomponente *vs* grupo controle). O grupo multicomponente apresentou diminuição significativa na frequência de oscilação após o período de treinamento ($p < 0,05$) porém, os valores observados após o período de destreino não foram diferentes dos observados no pré-treinamento ($p>0,05$). Nesse estudo foi possível observar que o treinamento de dezesseis semanas com exercícios multicomponentes melhora o controle postural de mulheres idosas. No entanto, esses efeitos não são mantidos após um período de destreino de seis semanas.

Palavras-chaves: Controle postural, destreinamento, exercício físico, estabilometria, idosos.

ABSTRACT

The practice of physical exercise has been an important alternative to minimize the effects of age on postural control, however, there is a possibility that interruption of training (detraining) may contribute to the performance of static balance return to pre-training. The objective of this study was to analyze the action of multicomponent physical exercise on the postural control of the elderly and its effects after the period of detraining. The postural control of 31 women aged 60 to 80 years was evaluated in six different conditions on a force platform in the following conditions: static position with and without visual afferent (open eye and closed eye); Static position with the use of a foam on the platform with and without visual gauge; Static position with visual and auditory stimulation with and without the use of foam on the force platform. These variables were used to analyze the effects of two types of training for the elderly, being divided into two groups: Multicomponent Group (GM): training with strength, aerobic, balance and flexibility exercises and Control Group (CG): training with Aerobic exercise and flexibility. All participants underwent a 16-week training period, three times a week (total of 48 sessions). The postural control was analyzed before and after the training period and with 6 weeks of training. In the analysis of variance (ANOVA) it was possible to verify that the training provided significant ($F = 24.72, p < 0.0001$) in the oscillation frequency between the groups (multicomponent group vs control group). The multicomponent group showed a significant decrease in the oscillation frequency after the training period ($p < 0.05$), but the values observed after the training period were not different from those observed in the pre-training ($p > 0.05$). In this study it was possible to observe that sixteen-week training with multi-component exercises improves the postural control of elderly women. However, these effects are not maintained after a six-week period of detraining.

Keywords: Postural control, detraining, exercise, stabilometry, elderly.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. Revisão de literatura.....	16
2.1 Controle Postural	16
2.2 Sistema Sensorial	17
2.3 Envelhecimento e controle postural.....	18
2.4 Influência do exercício físico no envelhecimento	20
2.5 Destreinamento	21
3. JUSTIFICATIVA	23
4. OBJETIVOS.....	23
5. MATERIAL E MÉTODOS	24
5.1 Desenho do estudo	24
5.2 Amostra.....	24
5.3 Aspectos éticos.....	24
5.5 Programa de treinamento dos idosos.....	25
5.5.1 Treinamento de força.....	25
5.5.2 Treinamento aeróbio	26
5.5.3 Treinamento de flexibilidade	26
5.5.4 Exercícios de equilíbrio “Slackline”	26
5.6 Instrumentação	27
5.7 Procedimentos	27
5.8 Processamento dos sinais	30
6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	31
7. RESULTADOS	31
8. DISCUSSÃO	33
9. CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
ANEXO I Artigo	47
ANEXO II. Termo de Consentimento para Participação em Pesquisa Clínica:	65
ANEXO III Anamnese.....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados demográficos apresentados em média e desvio padrão.....31

Tabela 2. Interações observadas na ANOVA.....32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Plataforma de força	27
Figura 2. Fluxograma do estudo	28
Figura 3. Espiral de Arquimedes.....	30
Figura 4. Comparação entre os momentos pré, pós treinamento e destreino.....	33
Figura 5. Frequência Mediana nas direções anteroposterior e médio lateral.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS

AP: Anteroposterior

ML: Médio-lateral

VO₂max: Volume máximo de oxigênio

RM: Repetições máximas

PSE: Percepção subjetiva de esforço

CoP: Centro de oscilação de pressão

OA: Controle postural olhos abertos

OF: Controle postural olhos fechados

OAE: Controle postural olhos abertos com espuma

OFE: Controle postural olhos fechados com espuma

DT: Dupla tarefa

DTE: Dupla tarefa com espuma

GC: Grupo Controle

GM: Grupo Multicomponente

1. INTRODUÇÃO

O avanço nos estudos acerca do envelhecimento é decorrente da estimativa do aumento desta população, que nos últimos 60 anos, passou de 4% para 9%, correspondendo a um acréscimo de 15 milhões de indivíduos. A estimativa para 2025 é de um aumento de mais de 33 milhões, tornando o Brasil o sexto país com maior percentual populacional de idosos no mundo¹. De acordo com a Organização Mundial de Saúde, em países em desenvolvimento o indivíduo é considerado idoso quando tem idade igual ou superior a 60 anos².

Com o envelhecimento, o declínio da capacidade física se acentua consideravelmente. De fato, um em cada quatro idosos possui alguma doença crônica³. As doenças infecciosas e os acidentes são fatores importantes quando tratamos de envelhecimento, porém, a maior parte das doenças em idosos no Brasil são causadas por doenças crônicas não transmissíveis, tendo como o diabetes mellitus a hipertensão arterial, a insuficiência cardíaca ou cardiorrespiratória, o acidente vascular cerebral, a doença de Alzheimer dentre outras demências⁴.

As alterações sensório motoras ocorridas com o envelhecimento incluem o declínio da força muscular, pois no sistema muscular nota-se uma diminuição das fibras musculares tipo I e tipo II, porém, nas do tipo II esta diminuição é mais acentuada, sendo mais evidente a redução em seu tamanho⁵. Além disso, pode-se observar a diminuição do tempo de reação, reflexos diminuídos especialmente nos tornozelos, e alterações proprioceptivas⁶. Estas mudanças causam consequências funcionais que podem comprometer o equilíbrio e o controle postural do idoso, com a presença de movimentos lentos e menos precisos⁶.

Em geral, várias modificações ocorrem no mecanismo de controle postural do idoso, como as alterações relacionadas com a locomoção, a posição estática e o centro de massa. O idoso ao se locomover, necessita de um maior tempo para adaptar-se às mudanças do ambiente, sua passada é reduzida e os movimentos são lentos⁷. O centro de massa e pressão também sofrem modificações, como menor área de estabilidade sobre a base de suporte, o que pode torná-lo mais suscetíveis a ocorrências de quedas⁸.

Desta forma, a capacidade de se manter em equilíbrio tem sido o objetivo de estudo de muitos pesquisadores⁹⁻¹², pois cerca de 30% dos idosos sofrem alguma queda pelo menos uma vez por ano o que reflete de 10% a 20% de custos médicos significativos¹³, sendo um agravante para as causas de morte na população idosa.

Os benefícios do exercício físico têm sido muito evidenciados dentre os estudos acerca do envelhecimento^{7,14-16} pois demonstram que apesar de não cessar o processo do envelhecimento biológico, o exercício regular pode minimizar os efeitos fisiológicos, aumentar a expectativa de vida, limitar a progressão de doenças crônicas e promover a independência para a realização das atividades diárias¹⁷⁻²⁰. Há também evidências de benefícios psicológicos e cognitivos significantes, resultantes da participação do idoso em programas de exercícios físicos regulares^{7,14,21,22}. Em contrapartida a interrupção no programa de exercícios físicos pode acarretar em graves consequências, como a perda dos benefícios adquiridos durante sua participação, retornando aos níveis iniciais do treinamento^{23,24}.

Portanto, as alterações ocorridas no idoso, sejam elas pelo processo de envelhecimento ou por doenças que são mais evidentes nesta população, podem gerar distúrbios no equilíbrio, tornar os idosos mais propensos a quedas o que compromete sua saúde e aumenta seu grau de dependência na realização de atividades da vida diária²⁵. Diante disso, com o crescimento no número da população idosa, podemos notar aumento no número de estudos com o propósito de reduzir a incidência de quedas em idosos²⁶, uma vez que lesões decorrentes das quedas instituem um grave problema de saúde pública²⁷ associado a alta taxa de mortalidade¹⁷.

2. Revisão de literatura

2.1 Controle Postural

O controle postural é definido como um processo pelo qual o sistema nervoso central gera padrões de atividade muscular requeridos para regular a relação entre o centro de massa corporal e a base de suporte²⁸. Esse controle depende da integração dos sistemas visual, vestibular e proprioceptivo²⁹. Em ação conjunta, estes sistemas auxiliam o controle do centro de massa dentro da base de apoio, que é definida pela zona delimitada pelos

pés³⁰. Portanto, uma alteração em qualquer um desses sistemas²⁹, bem como, na posição dos pés, pode refletir em uma alteração do controle postural³¹.

Em geral, as ações musculares controladas pelo sistema nervoso proporcionam uma relação contínua e dinâmica entre o centro de massa e a base de suporte para manutenção do controle postural³². Dois tipos principais de estratégia têm sido utilizados no ajuste do controle postural: o controle de circuito aberto e do circuito fechado, ou seja, de feedback. No circuito aberto defende-se a idéia de que a postura ereta é mantida pelo controle de rigidez passiva, em que o controle neural atua principalmente para definir a rigidez das articulações do tornozelo sem regular continuamente a geração de um controle de torque em resposta a oscilação que o corpo sentiu^{33,34}. Já no sistema de feedback o controle postural acontece a partir de retroalimentações sensoriais sobre a posição do corpo e de movimento para gerar torques corretivos³⁵⁻³⁹.

Mesmo na posição estática os seres humanos estão em contínuo movimento que são compostos por pequenas oscilações do corpo em ântero-posterior (AP) e em direção médio-lateral (ML). Quando o centro de massa migra para os limites da base de apoio, a estabilidade postural é reduzida. Uma vez que estes desvios ultrapassam a base de apoio, esta estabilidade é perdida e as estratégias são necessárias para recuperar o equilíbrio, fazendo com que o centro de massa volte para dentro da base de apoio⁴⁰. Em indivíduos saudáveis, durante as pequenas perturbações, essas estratégias são facilmente utilizadas, no entanto, em idosos e em pacientes que tenham alguma doença que afetem o sistema sensório motor esse tipo de perturbação pode levar a quedas⁴¹.

O centro de oscilação de pressão está sob controle contínuo e move-se para manter a projeção vertical do corpo dentro da base de suporte. A oscilação na direção AP é controlada principalmente por torques gerados em torno das articulações do tornozelo, enquanto o balanço ML é controlado por torques gerados ao redor do quadril³⁰.

2.2 Sistema Sensorial

O controle postural envolve a integração de informações sensoriais dos receptores visuais, vestibulares e proprioceptivos que estimulam respostas motoras para manter o equilíbrio através de várias partes do cérebro, incluindo o cerebelo, tronco cerebral, gânglios basais e no córtex sensório motor⁴². Após a integração das informações sensoriais,

respostas motoras adequadas são enviadas para os músculos com o objetivo de manter a postura. Estes movimentos de correção implicam a possibilidade de escolher as respostas motoras apropriadas, com base na experiência do passado para modificar estas respostas e produzir a contração muscular necessária para estabilizar a postura⁴³.

Propriocepção, visão e entradas vestibulares são as principais fontes de informação sensorial para orientar a postura e o controle de movimento. Esta informação é fornecida através de receptores cenestésicos localizados nos músculos, tendões, articulações, pele os olhos e os receptores vestibulares⁴². Os receptores periféricos, localizados em dois principais órgãos sensoriais, o fuso muscular e o órgão tendinoso de Golgi, enviam impulsos para a medula espinhal, e proporcionam a entrada sensorial mais importante na manutenção do controle postural^{43,44}. Quando há uma redução na resposta sensorial, os sistemas vestibular e visual tem maior contribuição no sistema de controle postural, esta situação se evidencia em algumas condições patológicas e de envelhecimento^{43,45}.

Os fusos musculares são distribuídos por todo o tecido muscular, e são responsáveis por detectar a quantidade absoluta de estiramento e a taxa de mudança de estiramento em um músculo específico⁴⁶. A resposta à mudança do comprimento muscular, conhecido como reflexo de estiramento, desempenha um papel importante na manutenção da postura ereta agindo contra a gravidade⁴⁷.

O aparelho vestibular é centralmente envolvido no equilíbrio do corpo e tem conexões reflexas estreitas com o sistema visual⁴⁸. Um reflexo vestibular diminuído tem um impacto sobre a manutenção da postura quando ambas informações proprioceptivas e visuais não estão disponíveis^{32,48–50}.

2.3 Envelhecimento e controle postural

Envelhecimento é o termo utilizado para referir-se a um conjunto de processos que ocorrem em um organismo vivo, e que com o passar do tempo pode influenciar na perda de função e adaptação que podem contribuir para que o indivíduo seja levado à morte⁷. As influências ambientais e as doenças podem alterar o ritmo de deterioração, tornando o idoso mais vulnerável e com menor capacidade de adaptar-se eficientemente a desafios físicos, agressões como exposição a vírus e a temperaturas extremas⁷.

As alterações fisiológicas que surgem com o envelhecimento refletem um declínio das funções e dos sistemas do corpo. Estas alterações resultam no declínio de vários sistemas, dentre eles o sistema muscular e o neurológico que resultam na redução da capacidade física. No sistema muscular ocorre uma diminuição na força muscular, sendo essa relacionada com a redução no tamanho e na perda das fibras musculares. Associado a esta perda de força percebe-se um declínio no tempo de reação que é frequentemente relacionado a perda da fibra muscular tipo II, enquanto as fibras do tipo I permanecem relativamente inalteradas⁶.

Com o envelhecimento a redução da amplitude articular, ocorre de maneira gradual, o que está relacionado com aumento na quantidade de colágeno nos tecidos conectivos, e degeneração das fibras de elastina dos músculos⁴². A redução na flexibilidade, possivelmente dificulta a recuperação do equilíbrio postural em resposta a perturbações externas, o que aumenta o risco de quedas⁵⁴.

As alterações estruturais neurológicas incluem a perda de neurônios, tanto no cérebro quanto na medula espinhal e afetam diretamente o idoso na execução das atividades da vida diária. A atrofia do dendrito do neurônio é outra importante mudança que ocorre no sistema nervoso uma vez que proporciona conexões sinápticas com deficiência e reações eletroquímicas diminuídas que levam à desaceleração de muitos processos neuronais⁵⁵.

Nas alterações associadas ao sistema sensório motor é observado a diminuição da força muscular, do tempo de reação, dos reflexos (especialmente nos tornozelos) assim como alterações proprioceptivas⁵⁵. Essas alterações, em muitos casos, podem comprometer o controle postural ao tornar os movimentos mais lentos e imprecisos⁵⁶. Contudo, a capacidade de controlar a postura diminui o que está associado a um aumento na incidência de quedas e uma diminuição na mobilidade⁵⁷.

Desta maneira, as alterações decorrentes do envelhecimento que acometem o controle postural de idosos tem sido atribuído a diversas causas, incluindo a deterioração dos sistemas sensoriais e motores. Por exemplo, o envelhecimento provoca a deterioração do sistema visual⁵⁸ propriocepção das pernas⁵⁹, a informação somatossensorial das plantas dos pés⁶⁰, sistema vestibular⁶¹ e reduz a força muscular dos membros inferiores⁶. Tarefas com demanda cognitiva ou de atenção também são afetadas pelo processo de

envelhecimento o que indica que, as mudanças relacionadas à idade nos sistemas sensoriais e motores parecem aumentar a exigência de recursos cognitivos ou atenção para a atividade sensório motor⁶².

2.4 Influência do exercício físico no envelhecimento

O envelhecimento é um processo complexo e multifatorial que inclui processos primários, secundários (efeitos de doenças crônicas e estilo de vida) e fatores genéticos⁵⁵. Como os processos de envelhecimento celular e mecanismos da doença são interligados, os estudos do impacto do exercício físico sobre processos de envelhecimento é complexo⁶³. Contudo, existem evidências de que a inatividade física seja uma importante causa da mortalidade e do surgimento da maioria das doenças crônicas, o que sugere que estas doenças podem ser prevenidas ao longo da vida^{64,65}.

Até esse momento, nenhum estudo foi encontrado sobre os efeitos de intervenções com exercícios físicos a um aumento do tempo de vida média da população^{61,66}. Porém, sabe-se que exercícios físicos regulares melhoram a capacidade funcional de idosos, o que limita o impacto do envelhecimento secundário e aumenta a expectativa de maior qualidade de vida. As recomendações de atividade física para os idosos incluem um total de 150 minutos de exercício aeróbico com intensidade moderada a vigorosa por semana, juntamente com exercícios de força duas vezes por semana⁶⁷.

O declínio progressivo da força muscular no envelhecimento não pode ser totalmente interrompido, no entanto, alguns estudos já demonstraram que esses efeitos podem ser retardados por meio de exercícios físicos específicos^{26,68}.

Nas alterações induzidas pelos exercícios aeróbicos, nota-se semelhança entre jovens e idosos com relação as principais exigências do exercício, que incluem o controle da pressão arterial e perfusão dos órgãos vitais, aumento de oxigênio e entrega de substrato e utilização dentro das fibras musculares ativas, manutenção da homeostase arterial e dissipação de calor⁶⁹. Os ajustes cardiovasculares e neuromusculares agudos ao exercício de resistência (tanto isométricos e dinâmicos) também são bem preservados em idosos saudáveis⁷⁰. Assim, as reduções na capacidade funcional associadas a idade, não devem limitar a participação de idosos em programas de exercícios aeróbicos ou de resistência.

Além disso, a adaptação ou resposta ao treinamento a longo prazo comparando adultos de meia idade e adultos mais velhos nos programas de exercício aeróbico ou exercício de resistência com intensidade relativa e sobrecarga progressiva são semelhantes aos observados em adultos jovens. Apesar das melhorias absolutas serem menos aparentes em adultos velhos do que em jovens, os aumentos relativos em muitas variáveis, incluindo VO_{2max}⁷¹, respostas metabólicas submáximas⁶⁹ e tolerância ao exercício aeróbico, a integridade física do músculo⁷², resistência⁷³, e tamanho⁷⁴ em resposta ao treinamento resistido, são semelhantes. Programas de treinamento aeróbico e resistidos podem aumentar em 20% a capacidade aeróbica e 30% a força muscular em indivíduos idosos^{72,75}.

Os efeitos do exercício físico no controle postural de idosos têm sido observados em diversos protocolos^{76,77}. A partir da participação de idosos em programas de exercícios sensório motores observou-se uma redução da latência e redução do desequilíbrio postural causada por uma perturbação externa. Sendo assim, conclui-se que a prática de exercícios proprioceptivos melhorou a recepção e processamentos sensoriais, otimizando a integração central o que é muito importante para manter o equilíbrio adequado durante a execução das atividades da vida diária⁷⁸. Melhorias significativas foram observadas no equilíbrio de idosos após a participação em programas de treinamento de força^{79,80}.

No intuito de verificar os efeitos dos programas de exercícios físicos sobre a prevenção de quedas, vários estudos foram realizados utilizando diferentes tipos de intervenções direcionados aos múltiplos fatores que aumentam o risco de queda^{81,82}. Uma meta-análise observou pessoas idosas que vivem em uma comunidade e relataram que a taxa de quedas após o exercício multicomponente foi reduzida de maneira significativa⁸¹, o que proporcionou a sugestão de que programas de exercícios multicomponentes devem incluir treinamento de força, equilíbrio, coordenação e deve ter duração mínima de 12 semanas para que o objetivo de reduzir o índice de quedas seja efetivo^{26,83}.

De forma geral, é evidente que programas de exercícios físicos para idosos, promovem benefícios fisiológicos, psicológicos, na função cognitiva e aspectos sociais¹⁴. No entanto, quando o idoso participa de programas de exercícios físicos combinados, entre aeróbio, resistidos, flexibilidade e equilíbrio, os resultados são mais evidentes do que os programas que utilizam apenas um tipo de exercício^{84,85}.

2.5 Destreinamento

Conforme já descrito, o exercício físico é um componente que deve estar presente no estilo de vida do idoso¹⁴. Contudo, sabe-se que os períodos de inatividade são muito comuns na população idosa,⁷² em razão de doenças, lesões, férias dentre outros fatores que resultam em uma redução ou interrupção no nível de atividade física habitual²⁴. Os efeitos causados pelo destreinamento podem ser influenciados por fatores como o período de inatividade^{23,86}, a periodização do treino, a modalidade, o tipo de treinamento, e o tipo de avaliação executada⁸⁷.

Alguns estudos examinaram o efeito do destreinamento e concluíram que a interrupção de treinamento gera um efeito negativo por proporcionar queda no desempenho físico^{88,89}. Após um período de treinamento de força, indivíduos idosos podem perder desempenho neuromuscular após um período de destreinamento de curto prazo⁹⁰ assim como, após oito semanas de destreinamento⁸⁹.

Além disso, também foi demonstrado que o destreinamento de três meses após oito meses de treinamento multicomponente também reduz a capacidade funcional obtida após o treinamento, sendo a força o componente mais afetado⁸⁹.

Bocalini et al. (2010), investigaram os efeitos de um programa de exercícios na água após doze semanas sobre a aptidão funcional de idosas e concluíram que após o treinamento proposto os níveis de aptidão física aumentaram significativamente, porém, o período de quatro a seis semanas de destreino foram suficientes para que os componentes de força, flexibilidade, agilidade, equilíbrio estático e qualidade de vida retornassem para os níveis de pré-treinamento⁹¹.

Em um programa de 16 semanas de treinamento de resistência, os ganhos de força e capacidade de resistência máxima tiveram progressão, que não foram totalmente perdidos após o mesmo período de destreinamento, porém, os ganhos em mobilidade funcional foram completamente revertidos aos valores pré treinamento após o período de 16 semanas de destreino⁹².

Em relação aos efeitos do destreinamento sobre o risco de quedas, um estudo com idosos, demonstrou que um programa de exercícios de 12 semanas pode reduzir os fatores de risco de queda desses indivíduos, porém, estes benefícios podem ser perdidos após 12 semanas da interrupção das intervenções⁹³. Estes efeitos sugerem que a participação

contínua em programas de exercícios é fundamental para reduzir o risco de quedas em idosos^{93,94}.

Contudo, os resultados destes estudos indicam que os exercícios físicos para idosos devem fazer parte do cotidiano desses indivíduos e que, o período sem atividade deve ser evitado ou, muito bem controlado nessa população.

Sendo assim, uma análise sobre o comportamento desses sistemas após um período de treino e destreinamento, pode contribuir para melhor entendimento sobre os efeitos deletérios inerentes ao processo de envelhecimento, em relação ao controle postural e ao risco de quedas. Além disso, um entendimento sobre qual desses sistemas pode ser mais ou menos afetado, quando o idoso interrompe sua atividade física habitual, pode contribuir para uma nova perspectiva em relação ao tipo e ao período de treinamento no qual esses indivíduos devem realizar.

3. JUSTIFICATIVA

A redução da sensibilidade visual, proprioceptivo e vestibular com o avanço da idade, exige mais atenção para manter a estabilidade postural durante a posição ortostática e o andar. Desta forma, o risco de quedas em idosos pode ser aumentado se a capacidade de manter a estabilidade postural não for mantida.

Diante destas informações, diminuir o risco para quedas em idosos parece ser primordial. Dentre as alternativas não-farmacológicas para prevenir deterioração do controle postural, o exercício físico regular recebe um destaque especial. De maneira interessante, pessoas idosas com maior nível de atividade física regular parecem demonstrar um melhor controle da postura quando comparados com idosos sedentários. Contudo, o efeito do destreinamento no controle postural de idosos submetidos a um programa de exercício físico multicomponente ainda não foi inteiramente entendido. Em tese, um programa de exercício multicomponente promoveria maiores benefícios aos indivíduos por sua dimensão multifatorial, o que geraria maior efeito protetor contra o destreinamento.

4. OBJETIVOS

Analisar a ação do exercício físico multicomponente na preservação do controle postural em idosas e seus efeitos após período de destreino.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Desenho do estudo

Este estudo será um ensaio clínico não randomizado com um programa de intervenção que terá duração de 16 semanas, sucedido por um período de acompanhamento de 6 semanas sem contato com os participantes. O programa de intervenção foi realizado no prédio da Faculdade de Educação Física da Universidade Nove de Julho, em São Paulo, SP. As avaliações físicas foram realizadas no Núcleo de Apoio a Pesquisa em Análise do Movimento (NAPAM), unidade da Vila Maria, localizada na Rua Profº Maria José Baroni Fernandez, 300, Vila Maria, São Paulo.

Hipótese de pesquisa: o exercício físico multicomponente contribui para melhora do controle postural de idosas e seus efeitos se mantém após o destreino.

Hipótese nula: exercício físico multicomponente com treinamento de força, contribui para melhora do controle postural de idosas e seus efeitos não se mantém após o destreino.

5.2 Amostra

A amostra deste estudo foi por conveniência.

5.3 Aspectos éticos

O estudo será realizado seguindo as normas que regulamentam a pesquisa em seres humanos contida na resolução no 196/97 do Conselho Nacional de Saúde. O presente projeto possui a aprovação do COEP/UNINOVE processo: 394875/2011 (Anexo I). Os participantes que concordaram em participar do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) de participação em duas vias (uma para o voluntário e outra para o pesquisador responsável), mediante a explicação previa dos objetivos e dos procedimentos pelos pesquisadores (Anexo II).

5.4 Critérios de Inclusão e Exclusão

Inclusão: Mulheres idosas: Foram incluídos neste estudo indivíduos que apresentarem idade entre 60 e 80 anos, insuficientemente ativas, desprovidas de alterações cognitivas e do sistema vestibular (que apresentam tonturas), que possuam habilidade física e disponibilidade para participar de três diferentes modalidades de treinamento físico, 3 vezes na semana, num total de 48 sessões, durante 4 meses.

Exclusão: Mulheres idosas: Foram excluídos os indivíduos com doenças sistêmicas (artrite e artroses) alterações no sistema vestibular, doenças sistêmicas neuromusculares, com uso de prótese articular, tratamento fisioterapêutico, que não possuam habilidade física para desempenhar os exercícios físicas previamente determinados.

5.5 Programa de treinamento dos idosos

As idosas recrutadas foram divididas em dois grupos Grupo Multicomponente (GM) (n=16) e Grupo Controle (GC) (n=15). Para o grupo multicomponente o treinamento será realizado da seguinte forma: força (musculação e peso livre), aeróbio (dança, caminhada e recreação), equilíbrio (Slackline) e flexibilidade, sendo estes divididos entre segunda-feira (treinamento de força) quarta-feira (treinamento de equilíbrio e flexibilidade) e sexta-feira (treinamento aeróbio). No grupo controle (GC), foram realizados exercícios de flexibilidade (quarta-feira) e aeróbio (segundas e sextas-feiras). As sessões de treinamento terão um tempo previsto de aproximadamente 60 minutos, sendo que os primeiros 10 minutos foram voltados para exercícios de alongamento. Os exercícios foram ministrados por professores de Educação física com o auxílio de estudantes da Universidade Nove de Julho.

5.5.1 Treinamento de força

Para o treinamento neuromuscular, os voluntários foram divididos em dois grupos para que todos possam executar o treinamento em um mesmo horário e dia da semana. Sendo assim, enquanto um grupo recebe um treinamento resistido com peso livre o outro grupo deverá receber treinamento resistido com máquina.

- a) Treinamento com peso livres: foi realizado por meio da utilização de pesos livres (halteres, caneleiras, bastões e etc.). Contudo são realizados exercícios primordialmente com recrutamento de grandes grupos musculares (para maior otimização do treino para grupos musculares mais recrutados nas atividades da vida diária). Os exercícios são compostos por: crucifixo; remada baixa com halteres; elevação lateral, rosca direta, tríceps testa; agachamento com halteres, abdominais, gastrocnêmio em pé e abdução e adução de quadril com caneleiras. São realizadas 2 séries de 10 repetições o equivalente entre 65% e 75% da RM¹⁰¹, obtidas no teste de repetições máximas propostas por Baechle et al. as sobrecargas foram ajustadas a cada 12 sessões de treinamento⁹⁸.
- b) Treinamento com máquina: foi realizado na sala de musculação, priorizando exercícios predominantemente para grandes grupos musculares, executados em máquinas comerciais de resistência variável por pesos. Os aparelhos mais utilizados durante a intervenção são: peck deck, pulley costas, desenvolvimento maquina, rosca scotch, tríceps pulley, cadeira flexora, cadeira extensora, gastrocnêmio sentado, cadeira adutora e abdutora e abdominais. São realizados 2 séries de 10 repetições a o equivalente a 65% e 75% da RM (101), obtidas no teste de repetições máximas propostos por Baechle et al.⁹⁸.

5.5.2 Treinamento aeróbio

Os exercícios de predominância aeróbia foram compostos por intervenções variadas (dança, caminhada, atividades recreativas e exercícios ginásticos). Para avaliar a intensidade do exercício proposto, foi utilizado a percepção subjetiva de esforço (PSE) através da Escala de Borg CR10⁹⁹ por possuir uma correlação direta com frequência cardíaca¹⁰⁰. As participantes foram instruídas a permanecer dentro da faixa de intensidade de 5 a 8 (intensidade moderada a vigorosa) segundo as diretrizes da American College of Sport Medicine¹⁰¹, em uma escala que varia entre 0 (nenhum esforço) a 10 (extremamente intenso).

5.5.3 Treinamento de flexibilidade

Os exercícios de flexibilidade foram realizados através de alongamentos com movimentos estáticos, para os grandes grupos musculares. As idosas mantiveram a posição entre 30 e 60 segundos. A intensidade foi moderada de (5-6) em uma escala de 0 a 10⁽¹⁰¹⁾.

5.5.4 Exercícios de equilíbrio

As intervenções foram realizadas com a utilização da fita de slackline. As intervenções foram conduzidas com processos pedagógicos de aprendizagem e direcionadas para uma evolução de contextos e de movimentos mais complexos, exemplo disso exercício de equilíbrio unilateral no solo, após utiliza-se uma trave de equilíbrio a aproximadamente 20 cm do chão, em seguida evolui-se para a fita de slackline com distância entre 30 cm e 40 cm do chão.

5.6 Instrumentação

Para verificar o efeito do destreinamento no controle postural em mulheres idosas foi utilizado como ferramentas de estudo uma plataforma de força (BIOMECH 400 v1.1, EMG System Ltda®) composta por quatro células de carga (dimensões de 1m x 1m), com frequência amostragem de 100Hz (Figura 1).



Fig 1. Plataforma de força

5.7 Procedimentos

Por se tratar de um ensaio clínico nesse estudo foram seguidas as recomendações CONSORT (Consolidat Standards of Reporting Trials¹⁰² como indicado no fluxograma abaixo (Figura 2):

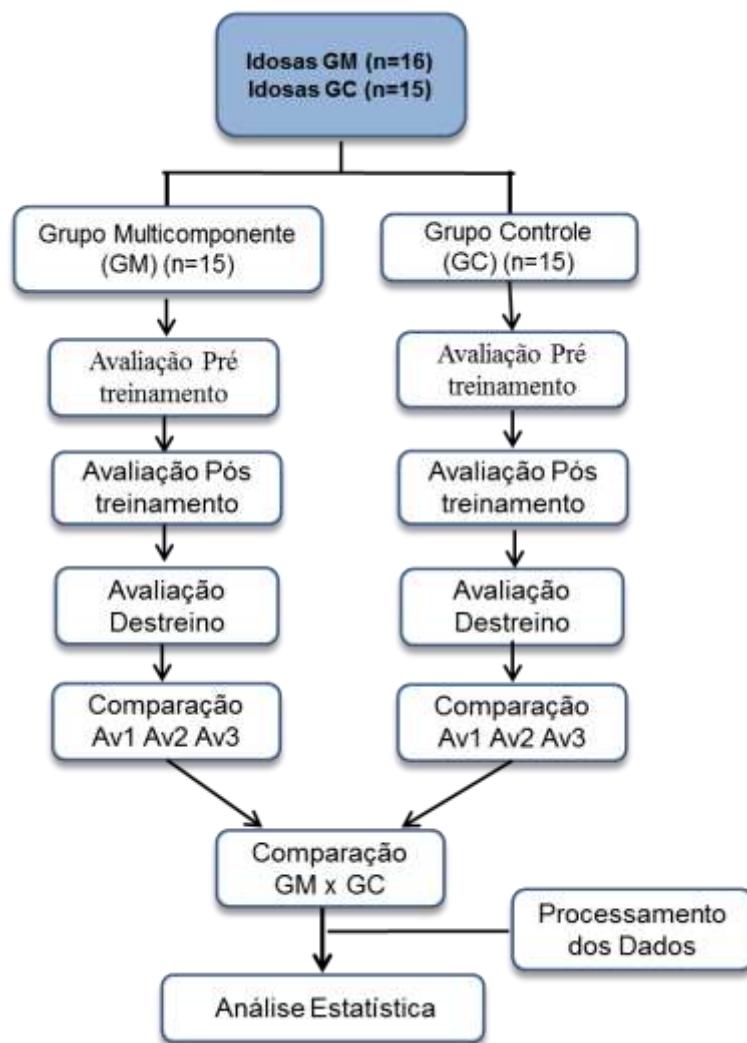


Fig 2. Fluxograma de execução do projeto

Para avaliar o controle postural nas idosas, foram realizadas seis diferentes avaliações na plataforma, sendo que para o grupo de idosas que deverá receber o treinamento, essas avaliações ocorreram pré e pós 16 semanas de treino e após período de 6 semanas de destreino. Abaixo seguem as descrições das avaliações a serem realizadas:

- i) Controle postural com olho aberto (CPOA): Os voluntários foram orientados a permanecerem em posição ortostática, descalços sobre a plataforma, com braços ao longo do corpo e olhar fixo a um alvo de forma circular (5 cm de diâmetro) na altura da região glabella a uma distância de 2 metros;
- ii) Controle postural com olho fechado (CPOF): O indivíduo deverá permanecer na mesma posição que na CPOA porém, os dados foram coletados sem a aferência visual (olho fechado)

iii) Controle postural com uso de espuma e com olho aberto (CPOAE): O indivíduo deverá permanecer na mesma posição que na CPOA, porém, será colocado uma espuma de 8 a 100 por 100 cm (altura, largura e comprimento) sobre a plataforma sendo os dados coletados com o indivíduo pisando sobre a espuma (aferência proprioceptiva);

iv) Controle postural com uso de espuma com olho fechado (CPOFE): Esse teste será igual ao descrito no CPOAE, porém sem a aferência visual (olho fechado);

v) Controle postural com dupla tarefa, proporcionado com estímulo visual e auditivo (CPDT): Os voluntários foram orientados a permanecerem em posição ortostática, descalços sobre a plataforma, com braços ao longo do corpo e olhar um espiral, fixado a distância de 2 metros e na altura da região glabella de cada paciente (Fig. 3). Nesse espiral será traçada uma linha horizontal e outra vertical (formando uma cruz) e, cada ponto de interseção entre as linhas do espiral e as linhas horizontais e verticais da figura, foram demarcados círculos de cores diferentes para cada nível do espiral. Durante a coleta dos dados, será solicitado que os participantes olhem de forma fixa na marcação (bola) mais externa do espiral (azul). A partir desse posicionamento, será utilizado um metrônomo ajustado com ritmo de 60 batidas por minuto que, servirá de orientação para que voluntário mirem seu olhar nas marcações subsequentes, acompanhando as linhas do espiral até chegarem ao ponto central (bola azul claro). Ao chegarem ao ponto central, os voluntários retornaram para o ponto inicial e continuaram a atividade visual até o teste ser encerrado.

vi) Controle postural com dupla tarefa, proporcionado com estímulo visual e auditivo e sobre uma espuma (CPDTE): O indivíduo deverá permanecer na mesma posição que na CPDT, porém, foi colocado uma espuma de 8 a 100 por 100 cm (altura, largura e comprimento) sobre a plataforma sendo os dados coletados com o indivíduo pisando sobre a espuma (aferência proprioceptiva);

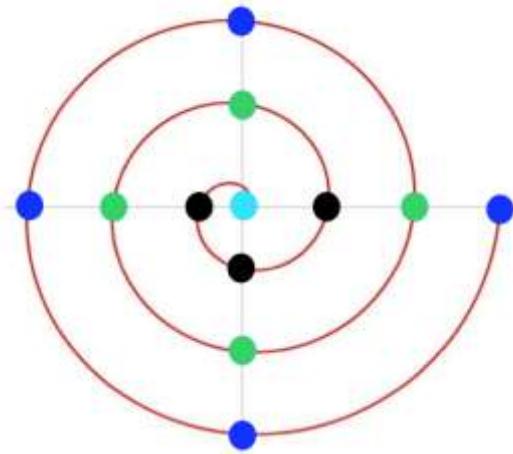


Fig. 3. Espiral de Arquimedes demarcado nos pontos de interseção com uma linha horizontal e vertical. As cores auxiliam para a orientação de cada do espiral.

Nos testes sem o uso de espuma, as voluntárias foram posicionadas em posição ortostática com os pés descalços em 30° separados em 3 cm. Com o uso da espuma, os pacientes foram orientados a ficarem em pé sobre a mesma, da forma mais confortável e segura.

O tempo para cada coleta foi de 40 s (total de 18 coletas), para evitar possíveis efeitos de fadiga entre cada tipo de avaliação (total de 6 coletas), será solicitado que o voluntário descanse 2 minutos sentado em uma cadeira.

Todos esses procedimentos forma realizados antes dos indivíduos iniciarem o treinamento (AV1), após 40 sessões (16 semanas) de treinamento (AV2) e após 6 semanas sem nenhum tipo de treinamento (AV3) denominada fase de destreino.

5.8 Processamento dos sinais

Os deslocamentos do centro de pressão (CoP) nas direções ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) foram utilizados para analisar a oscilação corporal durante todas as tarefas previamente descritas (CPOA, CPOF, CPOAE, CPOFE, CPDT, CPDTE). Os dados do CoP inicialmente foram filtrados por um filtro Butterworth passa baixa com frequência de corte de 10Hz. Os 10 segundos iniciais de cada coleta foram desconsiderados uma vez que podem refletir somente os efeitos de adaptação postural inicial. A oscilação postural

foi quantificada por meio da frequência (Hz) do deslocamento do CoP, determinada pela banda de frequência com 80% da potência do espectro do sinal (F80)¹¹⁷.

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a coleta e processamento dos dados, os valores obtidos foram comparados no momento pré e pós treinamento e após 6 semanas de destreino. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para testar a normalidade da distribuição dos dados. A comparação dos dados antropométricos foi realizada pelo test *t* independente. Os efeitos do treinamento foram verificados pela análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas considerando dois fatores grupo (Grupo Multicomponente vs Controle) e treinamento (pré, pós e destreino), com correção de Bonferroni e teste post hoc de Tukey.

Cohen *d* foi usado para calcular o tamanho do efeito (Cohen, 1988). A interpretação foi baseada nos valores estabelecidos por Cohen sendo: efeito pequeno (menor que *d* = 0,2); efeito moderado (aproximadamente *d* = 0,5), grande efeito (maior que *d* = 0,8).

O nível de significância adotado foi de *p* < 0,05. Todos os dados foram analisados usando o software SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, EUA).

7. RESULTADOS

Variáveis	Grupo		A s caracte rísticas dos partici pantes estão demon stradas
	Multicomponente (n=16)	Grupo Controle (n=15)	
Idade, ano, média (DS)	67.2 (6.7)	66 (7.5)	
Peso, kg, média (DS)	64.7 (10.6)	67.4 (14.2)	
Altura, m, média (DS)	1.51 (0.04)	1.58 (0.04)	
IMC, kg/m ² , média (DS)	28.4 (4.0)	26.7 (4.8)	

na Tabela 1.

Tabela 1. Dados antropométricos apresentados em média e desvio padrão

A tabela 2 demonstra as interações observadas na ANOVA. Na comparação entre os grupos foi possível observar que o treinamento proporcionou diferença significativa na freqüência de oscilação (F80), entre os grupos estudados (grupo multicomponente vs grupo controle). O tipo de tarefa (OA, OF, OAE, OFE, DT e DTE) e o ao eixo de movimento

	F	Valor de p	Cohen d
Treinamento	32,25	<0,0001*	>1,00
Treinamento vs Grupo	24,72	<0,0001*	>1,00
Treinamento vs Eixo de movimento	1,53	0,21	0,32
Treinamento vs Tarefa	0,36	0,96	0,19

(CoP AP e CoP ML) não foi influenciado pelo treinamento.

Tabela 2. Interações observadas na ANOVA.

*Diferença significativa

A figura 4. demonstra as comparações entre os momentos pré, pós treinamento e destreino. Na análise post hoc foi possível observar que o grupo multicomponente proporcionou diminuição da frequência de oscilação no eixo ânteroposterior (CoP AP) para o grupo multicomponente, pós treino para todas as tarefas (OA, OF, OAE, OFE, DT e DTE) assim como no período de destreino para as tarefas (OA, OF, OAE, OFE).

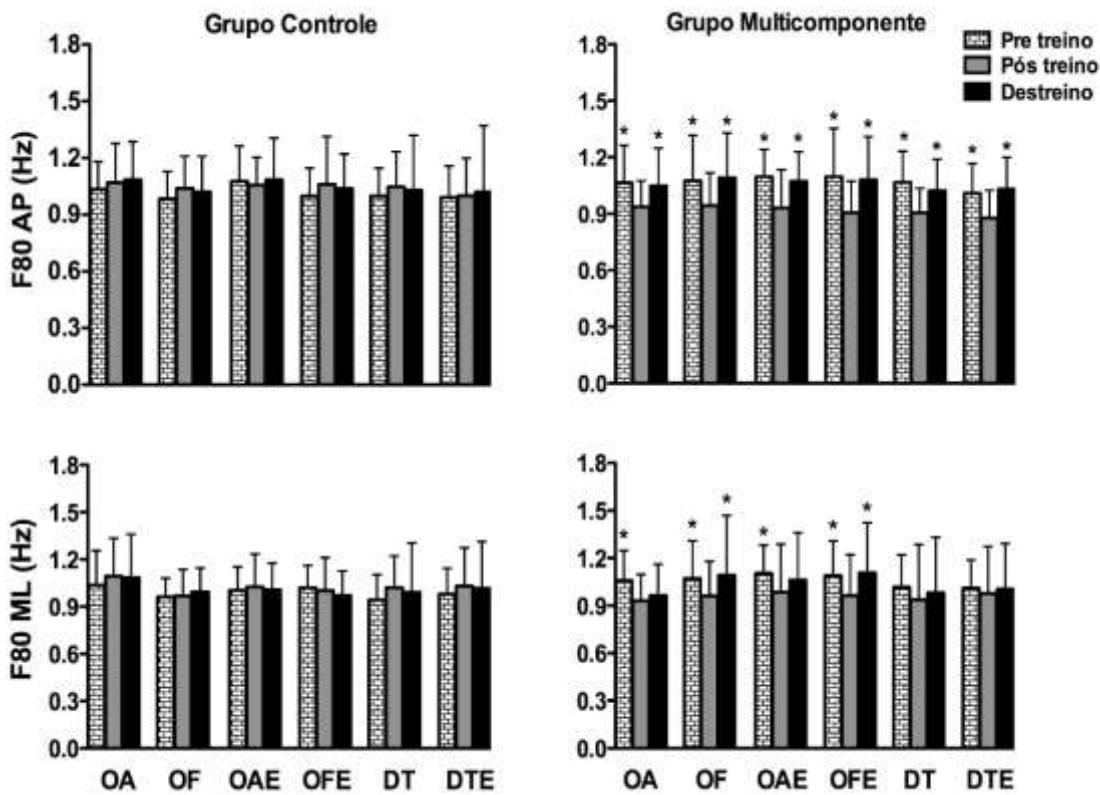


Figura 4. Demonstra o valor da freqüência mediana (F80) nos eixos anteroposterior (AP) e médio lateral (ML) obtidas nas condições pré treino, pós treino e destreino em diferentes tarefas: OA (olho aberto), OF (olho fechado), OAE (olho aberto com espuma), OFE (olho fechado com espuma), DT (dupla tarefa) e DTE (dupla tarefa com espuma).

8. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi investigar a ação do exercício físico multicomponente na preservação do controle postural em idosas e seus efeitos após período de destreino. Neste estudo, verificou-se as diferenças entre os grupos de treinamento multicomponente e o grupo controle, onde o grupo multicomponente apresentou diminuição significativa do controle postural, após as 16 semanas de treinamento. No entanto, na análise intra grupo foram observadas que após o período de destreino de 6 semanas as idosas oscilaram mais sobre a plataforma de força, indicando que os níveis que melhoraram após o período de treinamento foram diminuídos após o período de interrupção, aproximando assim dos níveis de pré treinamento. No entanto, verificou-se

que não houve diferença significativa com relação a complexidade da tarefa, olhos abertos com e sem o uso de espuma, olhos fechados com e sem o uso de espuma e dupla tarefa, com e sem o uso de espuma.

Dessa forma, os achados do presente estudo sugerem que a adição de um treinamento com múltiplas modalidades parece promover melhoria no equilíbrio quando comparada ao exercício de modalidade única. Porém mesmo com todos os benefícios proporcionados pelo exercício físico sobre o controle postural, a redução da oscilação postural não foi mantida após o período de interrupção do treinamento. Durante o período de destreino todos os participantes do estudo receberam orientação para se manterem inativos após o desfecho da intervenção, entretanto nenhum contato foi feito com os participantes até suas avaliações finais.

Os resultados desse estudo, corroboram com estudos anteriores que avaliaram o exercício multicomponente como sendo o mais adequado para idosos por trabalhar as diferentes capacidades, pois o treinamento de resistência regular limita a atrofia muscular¹⁰⁴, enquanto que os exercícios aeróbios restabelecem e melhoram a capacidade cardiovascular e controlam melhor a pressão sanguínea elevada¹¹⁸ e minimizam o risco de doenças coronárias¹⁰⁵. Os exercícios de equilíbrio não só reduzem significativamente o risco de queda, como já mencionado, como também melhoram o equilíbrio dinâmico e melhoram o medo da queda¹⁰⁷. A atividade relacionada à flexibilidade facilita uma maior amplitude de movimento nas articulações e aumenta o comprimento do músculo para além do normalmente utilizado na atividade normal¹⁰⁶.

No estudo de Cadore et.al (2014), um grupo com 24 idosas realizou um programa de exercícios com duração de 12 semanas, composto por treinamento multicomponente, baseado em treinamento de força muscular (8-10 repetições, 40-60% do máximo de uma repetição), equilíbrio e caminhada¹⁰⁸. Após o treinamento multicomponente os idosos aumentaram a força muscular, melhoraram o equilíbrio, e a incidência de quedas foi reduzida, sendo que estes resultados também foram apoiados por Gillespie et. al. (2012), que aplicou um programa 12 meses de intervenção de exercício multicomponente, verificando uma redução na incidência de quedas em (31%) e maior desempenho de força e equilíbrio¹¹². Assim como um estudo de 16 semanas de treinamento multicomponente os resultados concluíram que o exercício induziu efeitos positivos na velocidade da caminhada e melhorou significativamente a capacidade funcional¹⁰⁹.

O programa de exercícios deste estudo incluiu treinamento de força, equilíbrio, resistência aeróbia e flexibilidade, e assim como estudos anteriores que concluíram que o exercício multicomponente melhora o controle do equilíbrio¹¹¹⁻¹¹⁰ e diminui o risco de queda¹¹²⁻¹¹³ para as populações idosas. Em contrapartida, uma revisão sistemática concluiu que exercícios de resistência e fortalecimento melhorou força de membros inferiores, mas não melhorou o controle de equilíbrio¹¹¹. Assim, acredita-se que é necessário desenvolver um programa de treinamento de força, porém este treinamento deve ser combinado com outros componentes como equilíbrio, flexibilidade e resistência aeróbia para melhorar o equilíbrio e aptidão física de indivíduos idosos.

Neste estudo também foi verificado a alteração do controle postural após o período de destreinamento, ou seja, na interrupção do treinamento após 6 semanas, e observou-se um aumento da oscilação postural, voltando aos níveis de pré treino, indicando que o equilíbrio foi prejudicado o que aumenta o risco de quedas. Em um estudo que objetivou investigar o efeito de um treinamento multicomponente de 8 semanas com 3 meses de destreinamento, destacou os efeitos negativos de interromper o exercício de vários parâmetros físicos da aptidão funcional¹¹⁴. Outros estudos corroboram com nossos achados, Carvalho et. al. investigou o efeito do treinamento multicomponente de 8 meses e 3 meses de destreinamento sobre a aptidão funcional de mulheres mais velhas, foram realizadas 2 sessões semanais aeróbica, força, equilíbrio e flexibilidade exercícios. Foram observadas mudanças significativas na força e flexibilidade, como resultado do treinamento físico, contudo, essas capacidades foram diminuídas após o período de destreinamento⁸⁹. Um estudo que comparou jovens e idosos após um período de treinamento de 9 semanas observou que após 6 semanas ocorreram perdas nos níveis de aptidão física obtidas com o treinamento, e após 52 semanas esses níveis mostraram-se mais elevados do que no pré treinamento¹¹⁶.

Sendo assim, para que os benefícios do exercício físico sejam mantidos é importante que indivíduos idosos permaneçam ativos, sem interrupção ou afastamento do treinamento. Para tanto, faz-se necessário que programas de exercícios para idosos possuam diversos componentes, para que a prática de exercícios seja eficaz e motivadora, criando assim estratégias para que o idoso insira o treinamento em sua rotina diária.

9. CONCLUSÃO

Nesse estudo foi possível observar que o treinamento de dezesseis semanas com exercícios multicomponentes melhora o controle postural de mulheres idosas. No entanto, esses efeitos não são mantidos após um período de destreino de seis semanas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Freitas EV de, Py L. Tratado de Geriatria e Gerontologia. Uma ética para quantos? 2013. 2360 p.
2. Hill JH, Burge S, Haring a., Young R a., Duarte R, Costa SA, et al. Estatuto do idoso: avanços com contradições. *J Am Geriatr Soc*. 2013;12(5):889–94.
3. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira 2010. Estudos & Pesquisas: Informação Demográfica e Socieconômica, número 29. 2012. 293 p.
4. Szwarcwald CL, Malta DC, Pereira CA, Vieira MLFP, Conde WL, Souza Junior PRB De, et al. Pesquisa Nacional de Saude no Brasil: concepcao e metodologia de aplicacao. *Cien Saude Colet*. 2014;19(2):333–42.
5. Lexell J. Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. novembro de 1995;50 Spec No:11–6.
6. Weinert BT, Timiras PS. Invited review: Theories of aging. *J Appl Physiol*. 2003;95(4):1706–16.
7. Spirduso W. Physical dimensions of aging. Karen L. Francis PGM, organizador. Human Kinetics, 2005; 2005. 374 p.
8. Horak FB, Shupert CL, Mirka A. Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. Vol. 10, *Neurobiology of Aging*. 1989. p. 727–38.
9. Toebees MJP, Hoozemans MJM, Furrer R, Dekker J, Van Die??n JH. Local dynamic stability and variability of gait are associated with fall history in elderly subjects. *Gait Posture*. 2012;36(3):527–31.
10. Daly RM, Duckham RL, Tait JL, Rantalainen T, Nowson CA, Taaffe DR, et al. Effectiveness of dual-task functional power training for preventing falls in older people: study protocol for a cluster randomised controlled trial. *Trials*. janeiro de 2015;16:120.
11. Young WR, Mark Williams A. How fear of falling can increase fall-risk in older adults: Applying psychological theory to practical observations. Vol. 41, *Gait and Posture*. 2015. p. 7–12.
12. Jacobs J V. A review of stairway falls and stair negotiation: Lessons learned and future needs to reduce injury. *Gait Posture*. 2016;
13. Rubenstein LZ. Falls in older people: Epidemiology, risk factors and strategies for

- prevention. In: Age and Ageing. 2006.
14. Matsudo SM. Envelhecimento, atividade física e saúde. Bol do Inst Saúde. 2009;(47):76–9.
 15. Martins WR, Safons MP, Bottaro M, Blaszczyk JC, Diniz LR, Fonseca RMC, et al. Effects of short term elastic resistance training on muscle mass and strength in untrained older adults: a randomized clinical trial. *BMC Geriatr.* 2015;15:99.
 16. Cavalcante PAM, Rica RL, Evangelista AL, Serra AJ, Figueira A, Pontes FL, et al. Effects of exercise intensity on postexercise hypotension after resistance training session in overweight hypertensive patients. *Clin Interv Aging.* 2015;10:1487–95.
 17. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh M a, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(7):1510–30.
 18. Hanson ED, Srivatsan SR, Agrawal S, Menon KS, Delmonico MJ, Wang MQ, et al. Effects of strength training on physical function: influence of power, strength, and body composition. *J Strength Cond Res.* dezembro de 2009;23(9):2627–37.
 19. Bird M-L, Hill K, Ball M, Williams AD. Effects of resistance- and flexibility-exercise interventions on balance and related measures in older adults. *J Aging Phys Act.* outubro de 2009;17(4):444–54.
 20. Marsh AP, Miller ME, Rejeski WJ, Hutton SL, Kritchevsky SB. Lower extremity muscle function after strength or power training in older adults. *J Aging Phys Act.* outubro de 2009;17(4):416–43.
 21. Eggenberger P, Theill N, Holenstein S, Schumacher V, de Bruin ED. Multicomponent physical exercise with simultaneous cognitive training to enhance dual-task walking of older adults: a secondary analysis of a 6-month randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Clin Interv Aging.* 2015;10:1711–32.
 22. Muscari A, Giannoni C, Pierpaoli L, Berzigotti A, Maietta P, Foschi E, et al. Chronic endurance exercise training prevents aging-related cognitive decline in healthy older adults: a randomized controlled trial. *Int J Geriatr Psychiatry.* outubro de 2010;25(10):1055–64.
 23. Toraman NF. Short term and long term detraining: is there any difference between young-old and old people? *Br J Sports Med.* agosto de 2005;39(8):561–4.
 24. Carvalho MJ, Marques E, Mota J. Training and detraining effects on functional fitness after a multicomponent training in older women. *Gerontology.*

- 2009;55(1):41–8.
25. Lim SC, Chb MB, Uk M. Elderly Fallers : What Do We Need To Do ? Proc Singapore Healthc. 2010;19(2):154–8.
 26. Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, Close JCT, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. N S W Public Health Bull. 2011;22(3–4):78–83.
 27. Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Effects of regular walking on postural stability in the elderly. Gerontology. 2003;49(4):240–5.
 28. Maki BE, McIlroy WE. Postural control in the older adult. Clin Geriatr Med. 1996;12(4):635–58.
 29. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? In: Age and Ageing. 2006. p. ii7-ii11.
 30. Winter DA, Prince F, Frank JS, Powell C, Zabjek KF. Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. J Neurophysiol. 1996;75(6):2334–43.
 31. Chiari L, Rocchi L, Cappello A. Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement. Clin Biomech. 2002;17(9–10):666–77.
 32. Horak FB, Diener HC, Nashner LM. Influence of central set on human postural responses. J Neurophysiol. 1989;62(4):841–53.
 33. Winter D a, Patla a E, Rietdyk S, Ishac MG. Ankle muscle stiffness in the control of balance during quiet standing. J Neurophysiol. 2001;85(6):2630–3.
 34. Winter DA, Patla AE, Prince F, Ishac M, Gielo-Perczak K. Stiffness Control of Balance in Quiet Standing. J Neurophysiol. 1998;80(3):1211–21.
 35. Morasso PG, Schieppati M. Can muscle stiffness alone stabilize upright standing? J Neurophysiol. 1999;82(3):1622–6.
 36. Johansson R, Magnusson M, Akesson M. Identification of human postural dynamics. IEEE Trans Biomed Eng. 1988;35(10):858–69.
 37. Ishida A, Miyazaki S. Maximum Likelihood Identification of a Posture Control System. IEEE Trans Biomed Eng. 1987;BME-34(1):1–5.
 38. Cenciarini M, Loughlin PJ, Sparto PJ, Redfern MS. Stiffness and damping in postural control increase with age. IEEE Trans Biomed Eng. 2010;57(2):267–75.
 39. Peterka RJ, Loughlin PJ. Dynamic regulation of sensorimotor integration in human postural control. J Neurophysiol. 2004;91:410–23.
 40. Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. Phys Ther.

- 1987;67(12):1881–5.
41. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. 1995;3:193–214.
 42. Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural Stability and Associated Physiological Factors in a Population of Aged Persons. *J Gerontol*. Oxford University Press; 1 de maio de 1991;46(3):M69–76.
 43. Era P, Schroll M, Ytting H, Gause-Nilsson I, Heikkinen E, Steen B. Postural balance and its sensory-motor correlates in 75-year-old men and women: a cross-national comparative study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. março de 1996;51(2):M53–63.
 44. Benjuya N, Melzer I, Kaplanski J. Aging-Induced Shifts From a Reliance on Sensory Input to Muscle Cocontraction During Balanced Standing. *Journals Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci*. Oxford University Press; 1 de fevereiro de 2004;59(2):M166–71.
 45. Winter JA, Allen TJ, Proske U. Muscle spindle signals combine with the sense of effort to indicate limb position. *J Physiol*. 1 de novembro de 2005;568(Pt 3):1035–46.
 46. Mynark RG, Koceja DM. Effects of Age on the Spinal Stretch Reflex. *J Appl Biomech*. 2001;17:188–203.
 47. Insausti R, Amaral DG. The Human Nervous System. *Hum Nerv Syst*. 2004;871–914.
 48. Horak FB, Earhart GM, Dietz V. Postural responses to combinations of head and body displacements: vestibular-somatosensory interactions. *Exp brain Res*. dezembro de 2001;141(3):410–4.
 49. Bacsi AM, Colebatch JG. Evidence for reflex and perceptual vestibular contributions to postural control. *Exp Brain Res*. Springer-Verlag; 18 de janeiro de 2005;160(1):22–8.
 50. Nashner LM, Black FO, Wall C. Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits. *J Neurosci*. Society for Neuroscience; maio de 1982;2(5):536–44.
 51. Dean JC, Kuo AD, Alexander NB. Age-Related Changes in Maximal Hip Strength and Movement Speed. *Journals Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci*. Oxford University Press; 1 de março de 2004;59(3):M286–92.

52. Laughton CA, Slavin M, Katdare K, Nolan L, Bean JF, Kerrigan DC, et al. Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait Posture.* 2003;18(2):101–8.
53. Freyler K, Weltin E, Gollhofer A, Ritzmann R. Improved postural control in response to a 4-week balance training with partially unloaded bodyweight. *Gait Posture.* Elsevier; junho de 2014;40(2):291–6.
54. Vandervoort AA. Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve.* John Wiley & Sons, Inc.; janeiro de 2002;25(1):17–25.
55. Weinert BT, Timiras PS. Invited review: Theories of aging. *J Appl Physiol.* American Physiological Society; outubro de 2003;95(4):1706–16.
56. Porth C, Matfin G, Porth C. *Pathophysiology : concepts of altered health states.* Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2009. 1688 p.
57. Brown L a, Shumway-Cook a, Woollacott MH. Attentional demands and postural recovery: the effects of aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1999;54(4):M165–71.
58. Lord SR. Visual risk factors for falls in older people. In: *Age and Ageing.* 2006.
59. Lord SR, Ward J a. Age-associated differences in sensori-motor function and balance in community dwelling women. Vol. 23, *Age and ageing.* 1994. p. 452–60.
60. Peterka RJ. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *J Neurophysiol.* 1 de setembro de 2002;88(3):1097–118.
61. Scialfa CT, Fernie GR. Handbook of the Psychology of Aging. *Handbook of the Psychology of Aging.* 2006. p. 425–41.
62. Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: A review of an emerging area of research. Vol. 16, *Gait and Posture.* 2002. p. 1–14.
63. Lakatta EG. Arterial and cardiac aging: major shareholders in cardiovascular disease enterprises: Part III: cellular and molecular clues to heart and arterial aging. *Circulation.* American Heart Association Journals; 28 de janeiro de 2003;107(3):490–7.
64. Sun Q, Townsend MK, Okereke OI, Franco OH, Hu FB, Grodstein F. Physical activity at midlife in relation to successful survival in women at age 70 years or older. *Arch Intern Med.* NIH Public Access; 25 de janeiro de 2010;170(2):194–201.
65. Ding D, Rogers K, van der Ploeg H, Stamatakis E, Bauman AE. Traditional and Emerging Lifestyle Risk Behaviors and All-Cause Mortality in Middle-Aged and Older Adults: Evidence from a Large Population-Based Australian Cohort. *PLoS*

- Med. dezembro de 2015;12(12):e1001917.
66. Olshansky SJ, Hayflick L, Carnes BA. Position statement on human aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002;57(8):B292-7.
 67. VanBeveren PJ, Avers D. Exercise and physical activity for older adults. *Geriatr Phys Ther.* Elsevier; 2012;64–85.
 68. Carter ND, Khan KM, McKay HA, Petit MA, Waterman C, Heinonen A, et al. Community-based exercise program reduces risk factors for falls in 65- to 75-year-old women with osteoporosis: Randomized controlled trial. *CMAJ.* 2002;167(9):997–1004.
 69. Sseals DR, Taylor JA, Ng A V, Esler MD. Exercise and aging: autonomic control of the circulation. *Med Sci Sports Exerc.* 1994;26(5):568–76.
 70. Sseals DR, Hurley BF, Schultz J, Hagberg JM. Endurance training in older men and women II. Blood lactate response to submaximal exercise. *J Appl Physiol.* 1984;57(4):1030–3.
 71. Huang G, Gibson CA, Tran Z V, Osness WH. Controlled endurance exercise training and VO₂max changes in older adults: a meta-analysis. *Prev Cardiol.* 2005;8(4):217–25.
 72. Lemmer JT, Hurlbut DE, Martel GF, Tracy BL, Ivey FM, Metter EJ, et al. Age and gender responses to strength training and detraining. *Med Sci Sports Exerc.* agosto de 2000;32(8):1505–12.
 73. Vincent KR, Braith RW, Feldman RA, Magyari PM, Cutler RB, Persin SA, et al. Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50(6):1100–7.
 74. Roth SM, Ivey FM, Martel GF, Lemmer JT, Hurlbut DE, Siegel EL, et al. Muscle size responses to strength training in young and older men and women. *J Am Geriatr Soc.* 2001;49:1428–33.
 75. Huang G, Shi X, Davis-Brezette JA, Osness WH. Resting Heart Rate Changes after Endurance Training in Older Adults: A Meta-Analysis. *Med Sci Sport Exerc.* 2005;37(8):1381–6.
 76. Mesquita LS de A, de Carvalho FT, Freire LS de A, Neto OP, Zângaro RA. Effects of two exercise protocols on postural balance of elderly women: a randomized controlled trial. *BMC Geriatr.* janeiro de 2015;15:61.
 77. Lelard T, Ahmadi S. Effects of physical training on age-related balance and

- postural control. *Neurophysiologie Clinique*. 2015;
78. Granacher U, Gollhofer A, Strass D. Training induced adaptations in characteristics of postural reflexes in elderly men. *Gait Posture*. 2006;24(4):459–66.
 79. Ettinger WH, Burns R, Messier SP, Applegate W, Rejeski WJ, Morgan T, et al. A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis. The Fitness Arthritis and Seniors Trial (FAST). *JAMA*. 1997;277(1):25–31.
 80. Seguin R, Nelson ME. The benefits of strength training for older adults. Vol. 25, *American Journal of Preventive Medicine*. 2003. p. 141–9.
 81. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane database Syst Rev*. 2012;(9):CD007146.
 82. Campbell AJ, Robertson MC. Rethinking individual and community fall prevention strategies: a meta-regression comparing single and multifactorial interventions. *Age Ageing*. novembro de 2007;36(6):656–62.
 83. Gardner MM, Robertson MC, Campbell AJ. Exercise in preventing falls and fall related injuries in older people: a review of randomised controlled trials. *Br J Sports Med*. fevereiro de 2000;34(1):7–17.
 84. Gauchard GC, Jeandel C, Tessier A, Perrin PP. Beneficial effect of proprioceptive physical activities on balance control in elderly human subjects. *Neurosci Lett*. 1999;273(2):81–4.
 85. Eggenberger P, Schumacher V, Angst M, Theill N, de Bruin ED. Does multicomponent physical exercise with simultaneous cognitive training boost cognitive performance in older adults? A 6-month randomized controlled trial with a 1-year follow-up. *Clin Interv Aging*. 2015;10:1335–49.
 86. Izquierdo M, Ibañez J, González-Badillo JJ, Ratamess NA, Kraemer WJ, Häkkinen K, et al. Detraining and tapering effects on hormonal responses and strength performance. *J Strength Cond Res*. agosto de 2007;21(3):768–75.
 87. Sink KM, Espeland MA, Castro CM, Church T, Cohen R, Dodson JA, et al. Effect of a 24-Month Physical Activity Intervention vs Health Education on Cognitive Outcomes in Sedentary Older Adults: The LIFE Randomized Trial. *JAMA*. 25 de agosto de 2015;314(8):781–90.
 88. Elliott KJ, Sale C, Cable NT. Effects of resistance training and detraining on muscle

- strength and blood lipid profiles in postmenopausal women. *Br J Sports Med.* outubro de 2002;36(5):340–4.
89. Carvalho MJ, Marques E, Mota J. Training and detraining effects on functional fitness after a multicomponent training in older women. *Gerontology.* 19 de junho de 2009;55(1):41–8.
 90. Lovell DI, Cuneo R, Gass GC. Can aerobic training improve muscle strength and power in older men? *J Aging Phys Act.* janeiro de 2010;18(1):14–26.
 91. Bocalini DS, Serra AJ, Rica RL, Dos Santos L. Repercussions of training and detraining by water-based exercise on functional fitness and quality of life: a short-term follow-up in healthy older women. *Clin (São Paulo, Brazil).* 2010;65(12):1305–9.
 92. Coetsee C, Terblanche E. The time course of changes induced by resistance training and detraining on muscular and physical function in older adults. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2015;12(1):1–8.
 93. Vogler CM, Menant JC, Sherrington C, Ogle SJ, Lord SR. Evidence of detraining after 12-week home-based exercise programs designed to reduce fall-risk factors in older people recently discharged from hospital. *Arch Phys Med Rehabil.* outubro de 2012;93(10):1685–91.
 94. Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, Close JCT, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *N S W Public Health Bull.* junho de 2011;22(3–4):78–83.
 95. Ruhe A, Fejer R, Walker B. The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions--a systematic review of the literature. *Gait Posture.* outubro de 2010;32(4):436–45.
 96. Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, Buchner A. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods.* maio de 2007;39(2):175–91.
 97. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, Andrade D, Andrade E, Oliveira LC, et al. Questionário Internacional De Atividade Física (Ipaq): Estudo De Validade E Reprodutibilidade No Brasil. *Rev Bras Atividade Física Saúde.* 2012;6(2):5–18.
 98. Baechle, T R; Earle RW. Essentials of Strength Training and Conditioning - Thomas R. Baechle, Roger W. Earle. Vol. 3 ed., Human Kinetics. 2010.
 99. Borg G a. Psychophysical bases of perceived exertion. Vol. 14, Medicine and

- science in sports and exercise. 1982. p. 377–81.
100. Kesaniemi YK, Danforth E, Jensen MD, Kopelman PG, Lefèvre P, Reeder BA. Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Med Sci Sports Exerc.* junho de 2001;33(6 Suppl):S351-8.
 102. Consort - Bem-vindo ao site CONSORT [Internet]. Recuperado de: <http://www.consort-statement.org/>
 104. Rice J, Keogh J. Power Training: Can it Improve Functional Performance in Older Adults? A Systematic Review. *Int J Exerc Sci.* 2009;2:131–51.
 105. Rydwik E, Frändin K, Akner G. Effects of physical training on physical performance in institutionalised elderly patients (70+) with multiple diagnoses. *Age Ageing.* janeiro de 2004;33(1):13–23.
 106. Nied RJ, Franklin B. Promoting and prescribing exercise for the elderly. *Am Fam Physician.* 1 de fevereiro de 2002;65(3):419–26.
 107. Gusi N, Carmelo Adsuar J, Corzo H, del Pozo-Cruz B, Olivares PR, Parraca JA. Balance training reduces fear of falling and improves dynamic balance and isometric strength in institutionalised older people: a randomised trial. *J Physiother.* junho de 2012;58(2):97–104.
 108. Cadore EL, Casas-Herrero A, Zambom-Ferraresi F, Idoate F, Millor N, Gómez M, et al. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age (Dordr).* Springer; abril de 2014;36(2):773–85.
 109. Freiberger E, Häberle L, Spirduso WW, Rixt Zijlstra GA. Long-Term Effects of Three Multicomponent Exercise Interventions on Physical Performance and Fall-Related Psychological Outcomes in Community-Dwelling Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *J Am Geriatr Soc.* março de 2012;60(3):437–46.
 110. Bulat T, Hart-Hughes S, Ahmed S, Quigley P, Palacios P, Werner DC, et al. Effect of a group-based exercise program on balance in elderly. *Clin Interv Aging.* Dove Press; 2007;2(4):655–60.
 111. Liu C-J, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane database Syst Rev.* NIH Public Access; 8 de julho de 2009;(3):CD002759.
 112. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. In:

- Gillespie LD, organizador. Cochrane Database of Systematic Reviews. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2012. p. CD007146.
113. Kim W-J, Chang M, An D-H. Effects of a Community-based Fall Prevention Exercise Program on Activity Participation. *J Phys Ther Sci. Society of Physical Therapy Science*; maio de 2014;26(5):651–3.
 114. Ansai JH, Aurichio TR, Gonçalves R, Rebelatto JR. Effects of two physical exercise protocols on physical performance related to falls in the oldest old: A randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int.* abril de 2016;16(4):492–9.
 116. Doyle TL, Newton RU, Burnett AF. Reliability of traditional and fractal dimension measures of quiet stance center of pressure in young, healthy people. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(10):2034–40.
 117. Baratto L, Morasso PG, Re C, Spada G. A new look at posturographic analysis in the clinical context: sway-density versus other parameterization techniques. *Motor Control.* 2002;6(3):246–70.
 118. Bouaziz W, Lang PO, Schmitt E, Kaltenbach G, Geny B, Vogel T. Health benefits of multicomponent training programmes in seniors: a systematic review. *Int J Clin*

ANEXO I

ARTIGO

Age-related changes in postural control of sedentary older women

Authors: Juliana Teles Tavares, MSc¹, Daniela Aparecida Biasotto-Gonzalez, PhD ¹, Nárlon Cássio Boa Sorte Silva, MSc², Frank Shiguemitsu Suzuki, PhD ¹, Paulo Roberto Garcia Lucareli PhD¹, Fabiano Politti, PhD, ^{1*}

¹Universidade Nove de Julho, Postgraduate Program in Rehabilitation Sciences, Physical Therapy Department, São Paulo, Brazil.

² School of Kinesiology, Faculty of Health Sciences, Western University, London, ON, Canada

*** Corresponding Author**

Fabiano Politti

Rua Vergueiro, 2355 – Liberdade, São Paulo 01504-001, SP, Brazil.

Telephone/Fax: +55 11 3665-9325

Email: fabianopolitti@gmail.com

Abstract: 241

Manuscript: 2694 words

Key-words: postural control, old age, stabilometry, task complexity.

ABSTRACT

Background: Maintenance of postural control is influenced by the complexity of the task the greater the degree of attention and cognitive involvement, the greater the risk of falls in older individuals. **Objective:** The aim of the present study was to verify the adaptation of postural sway in different levels of task complexity of young and older sedentary women. **Methods:** This study included 27 young (mean age: 23.02 ± 4.43) and 27 older sedentary women (mean age: 68.14 ± 4.43). The center of pressure was obtained using data collected from a force plate to assess the postural sway of young and older sedentary women in six conditions: standing on the force plate or on foam with their eyes open or closed and task complexity with and without foam. Sway velocity (cm/s) of the center of pressure in anterior-posterior and medial-lateral directions was calculated to assess postural sway of the volunteers. **Results:** Two-way analysis of variances revealed that both groups increased their postural sway when the task conditions were altered. The young group presented significantly better performance ($P > 0.05$) than the older group in all tasks. However, the patterns of postural control adaptation to the different levels of complexity were similar between subjects. **Conclusions:** Adaption of the postural control system to different levels of task complexity is not different between young and older sedentary women. These results indicate that the aging process does not alter the adaptation strategy of the postural control system.

Key-words: postural control, old age, stabilometry, task complexity.

INTRODUCTION

Postural control in daily activities requires complex sensorimotor functions since it depends on the integration of information from the vestibular, visual, somatosensory, and central nervous systems (Horak and Kuo, 2000; Horak et al., 1989). This integration between systems may be impaired during the human aging process and generate alterations in the neuromuscular control required during maintenance of postural control (Sturnieks et al., 2008; Woollacott and Shumway-Cook, 2002).

The consequence of these alterations is an increased risk of falls in the older population which may reach one fall per year in at least a third of this population (Deandrea et al., 2010; Rubenstein, 2006a). In addition, each year, falls represent up to five times more injury-related hospitalizations than any other cause (Deandrea et al., 2013), accounting for a significant increase in the cost of health care (Burns et al., 2016; Stevens et al., 2006). After a fall, an average of 10 to 20% of older individuals are hospitalized with serious injuries (Rubenstein, 2006b; World Health Organization, 2007), and many of these, through fear of further falls, restrict their activities (Lamster et al., 2016; Moylan and Binder, 2007). The consequences of this condition are loss of independence to perform daily activities, inactivity, and a greater susceptibility to the presence of chronic diseases (Moylan and Binder, 2007; Stel et al., 2004; Uriz-Otano et al., 2015).

The causes of loss of balance and increased susceptibility to falls in the older are still not fully understood, however, deterioration in physical and motor capacities in this population may be the main factors (Weinert and Timiras, 2003). In addition to the decline in muscle strength due to decreased motor units and atrophy of muscle fibers (Campbell et al., 1973; Lexell, 1995), it is possible to observe a decrease in reaction time and reflexes, especially in the ankles, as well as proprioceptive alterations (Weinert e Timiras, 2003).

Age-related changes that occur in sensory and motor systems seem to increase the requirement for cognitive resources or attention to the sensory-motor activity (Horak, 2006; Woollacott and Shumway-Cook, 2002). Tasks that require greater cognitive or attention demand (dual tasks) are also affected by the aging process since they increase the difficulty of postural control (Faulkner et al., 2007; Horak, 2006; Montero-Odasso et al., 2012).

Thus, knowing the cost of different tasks on the postural control of the older could contribute to the development of new strategies to prevent falls in this population. This

information can be verified by quantifying the postural sway in the anterior-posterior (AP) and medial-lateral (ML) directions during the quasi-static position on a force platform.

Given these observations, the hypothesis of this study was that the aging process would alter the strategy of adaptation of postural control according to task complexity in a different way in older and young people.

The aim of this study was to evaluate the adaptation of the postural control system in different levels of task complexity of young and older sedentary women.

METHODS

Subjects

This was a cross-sectional study carried out with 27 young and 27 older sedentary women, recruited at the University of Nove de Julho and in locations close to the university. The study was approved by the local Ethics Committee (number: 394875/2011). All participants signed the Free and Informed Consent Form, prior to the start of data collection.

The sample size was calculated from a pilot study with healthy sedentary women, 9 young (mean age: 23.02 ± 4.43) and 9 older women (mean age: 68.14 ± 4.43), considering the same experimental conditions described in the procedures section. The calculation was performed based on the difference in the mean velocity of oscillation between the groups, considering the AP and ML axes of oscillation, since this is the stabilometry variable with the best reproducibility (Ruhe et al., 2010). Considering $\alpha = 0.05$ (5% chance of a type I error) and $1-\beta = 0.90$ (% power of the sample), the data collected in the closed eye condition in the ML axis presented the highest sample value, with mean values of 0.67 ± 0.02 and 0.79 ± 0.17 for the groups of young and older women respectively, giving an estimated number of 27 individuals per group. The calculation was performed using G*Power software according to (Faul et al., 2007).

Young women aged 20 to 30 years and older women aged 60 to 80 years were included in this study, sedentary, assessed according to the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ), without cognitive or vestibular alterations, and who agreed to participate in the study.

Physically active women and those with articular diseases (arthritis and/or arthrosis) diabetes, vestibular disorder (dizziness), neuromuscular diseases, orthodontic or joint prosthesis, and those under physiotherapeutic treatment were excluded.

Instrumentation

To verify the postural control in the young and older women, a force platform was used (BIOMEC 400 v1.1, EMG System Ltda®), composed of four load cells (dimensions 1m x 1m), with a sampling frequency of 100Hz.

Procedures

Figure 1 displays the flowchart of the study. For data collection, participants were instructed to remain in the orthostatic position on the force platform or on foam (density of 10 cm³) with the material interposed between the feet and the platform and arms alongside the body (Figure2). In the tests performed with the eyes open, the volunteers were instructed to keep their eyes fixed on a circular target (5 cm in diameter) at the height of the glabellar region and a distance of 2 meters. In this study six different test conditions were considered: eyes open (EO) eyes closed (EC) on the force platform, standing on foam with eyes open (EOF) eyes closed (ECF), an auditory-visual task (AV) and auditory-visual task standing on foam (AVF). The auditory-visual task was provided through an Archimedes spiral, fixed at a distance of 2 meters and at the height of the glabellar region (Figure 2). In the spiral a horizontal line and a vertical line (forming a cross) were drawn, and each intersection point between the lines of the spiral and the horizontal and vertical lines in the figure were marked with circles of different colors for each level of the spiral. During the data collection, participants were asked to look fixedly at the outermost marking of the spiral (dark blue dot). From this position, a metronome adjusted to a rate of 60 beats per minute was used and each beat served as a guide for the volunteers to direct their gaze to the subsequent markings until reaching the central point (light blue point) at which time they were instructed to return their gaze to the starting point (dark blue dot) and continue the visual activity until the test terminated.

For each condition, three 40 second collections were performed (total of 18 collections). To avoid possible effects of fatigue the volunteer was asked to rest for 2 minutes sitting on a chair between each type of evaluation (total of 6 collections).

Signal processing

The data obtained were initially filtered by a Butterworth low pass filter with a cutoff frequency of 10Hz. The initial 10s of each collection were disregarded since they may reflect only the effects of the initial postural adaptation. The center of pressure oscillation velocity (cm/s) in both the AP and ML directions was calculated considering the total distance travelled and divided by time (Doyle et al., 2005).

Estimated task cost

To estimate the cost of the different test conditions for postural control, the EO condition was considered as a simple task and the EC, EOF, ECF, AV, and AVF tests as complex tasks. In this way, the task cost was calculated as follows: task cost = [(simple task - complex task/simple task) * 100].

Statistical Analysis

Descriptive statistic techniques were conducted in order to test the data for normality parameters. Assumptions were integrally tested for parametric testing prior to data analysis and data transformation was applied as needed. Differences between groups were tested using two-way analysis of variances (ANOVA). A general linear model with repeated measures was conducted including the following between-group factor age (young and older); the within-groups factors included: two visual conditions (eyes open or closed) and two surface conditions (standing on the force plate or on foam). To assess differences within groups between different conditions (tasks) a paired samples *t*-test was conducted. Participant demographic information and study outcomes are reported as mean and standard deviation. Results of comparisons between groups are reported as estimate and associated 95% confidence intervals. Any two-sided p-value less than $\alpha = .05$ was claimed as significant.

Result

Participants

Table 1 displays mean and standard deviation (SD) values of the demographic characteristics and outcomes obtained during the tasks. The older group presented significant differences in demographic characteristics when compared to the young group.

Differences in postural control within groups for task cost

For the AP axis, both groups increased their postural sway when the task conditions were altered. For instance, compared to EO, both groups significantly increased postural sway in EOF (Young, $p < .001$; Older, $p = .005$), EC (Young, $p < .001$; Older, $p = .02$), and ECF ($p < .001$ for both groups). However, no alterations were seen in AV or AVF when compared to EO for both groups. For the ML axis, the young group increased postural sway in EOF ($p < .001$), EC ($p < .02$), ECF ($p < .001$), AV, and AVF (both tasks $p < .001$) compared to EO. Similarly, the older group demonstrated differences in EOF ($p = .005$), ECF ($p = .001$), AV ($p = .005$), and AVF ($p < .001$). Results are presented in Table 1.

Differences in postural control and task cost between groups

Differences in postural sway between groups are presented in Figure 3. Results are displayed as estimates and associated 95% confidence intervals. Our findings indicate that in the AP axis, the older group performed worse, demonstrating higher levels of postural sway (cm/s) in all tasks: EO (0.27, 95% CI: 0.13 to 0.41, $p < .001$), EOF (0.33, 95% CI: 0.17 to 0.49, $p < .001$), EC (0.29, 95% CI: 0.14 to 0.44, $p < .0001$), ECF (0.39, 95% CI: 0.19 to 0.6), AV(0.26, 95% CI: 0.13 to 0.38), and AVF (0.29, 95% CI: 0.15 to 0.43, $p < .001$). Likewise, in the ML axis, the older group presented inferior performance in all tasks: EO (0.17 cm/s, 95% CI: 0.08 to 0.26, $p < .001$), EOF (0.16, 95% CI: 0.06 to 0.25, $p = .001$), EC (0.17, 95% CI: 0.07 to 0.26, $p < .001$), ECF (0.17, 95% CI: 0.07 to 0.26, $p = .001$), AV(0.19, 95% CI: 0.09 to 0.29, $p < .001$), and AVF (0.17, 95% CI: 0.07 to 0.26, $p < .001$).

Results of task cost within-groups analysis are reported in Figure 4 a-c, whereas results of comparisons between groups are reported in Figure 4 d-e. The older group demonstrated inferior performance in all tasks compared to the young group and no differences between groups in task cost were observed in either the AP or ML directions.

Discussion

Our results indicated that the young group performed significantly better than the older group in all tasks, despite task complexity. However, the adaptation patterns of postural control to the different levels of task complexity between subjects were somewhat similar. These results corroborate with previous research suggesting age-related decline in postural control and body sway across different tasks, between young and older adults (Abrahamová and Hlavacka, 2008; Fujita et al., 2005; Horak, 2006).

Findings from a similar study investigating the differences in body sway between groups of young, middle-aged, and older adults demonstrated increased postural impairment and significant sensory deficit in the oldest group compared to the other groups (Abrahamová and Hlavacka, 2008). Furthermore, as seen previously, postural instability increased substantially when task complexity was elevated, which was induced by changes in somatosensory system information modified in each test condition, regardless of age of the individuals (Abrahamová and Hlavacka, 2008). For instance, when participants performed a task with their eyes closed, a significant increment in postural instability was observed, this augmentation in postural instability was even evident in the absence of visual and proprioceptive information (i.e., standing on foam with eyes closed) in both groups. This firstly suggests that participants, especially in the older group, experienced difficulties when attempting to maintain postural stability under these conditions and that they relied more on alternative sensory and motor systems (Abrahamová and Hlavacka, 2008; Colledge et al., 1994; Gill et al., 2001). Analyzing task cost in the current study, which demonstrated that both groups adapted to the increment in task complexity in a similar manner (no differences between groups), it is possible to suggest that although aging may impart several limitations to the ability of the somatosensory system response under different task conditions, associated with increased instability in older adults, the process of recruiting other sensory systems (Du Pasquier et al., 2003) and/or strategies to maintain body stability, do not seem to differ greatly from young individuals.

In this study we observed that young and older individuals demonstrated increased postural sway in the AP direction over the ML direction. This corroborates previous research, indicating that greater postural sway velocity in the AP direction is a remarkable sign of age-induced declines in postural control (Abrahamová and Hlavacka, 2008; Du Pasquier et al., 2003). Moreover, in an interesting study, Laughton and colleagues (Laughton et al., 2003) investigated age-related differences in postural stability of older

adult fallers, non-fallers, and healthy young subjects. They reported that older adult fallers and non-fallers demonstrated greater amounts of sway in the AP direction compared to healthy young subjects. These differences between subjects were also seen in muscle activity in the lower limbs (tibialis anterior muscle and femoral biceps muscle), with older individuals showing greater levels of muscle activation than healthy young subjects, which was also seen in a previous study (Collins et al., 1995). The authors further argued that an increase in muscle activity may be responsible for the increase in age-related body instability and may impair one's ability to maintain proper upright posture (Collins et al., 1995; Laughton et al., 2003); this increment in muscle activity was not seen to the same extent in young subjects (Laughton et al., 2003).

The outcomes of the current study provide further evidence of age-related degenerative alterations in the somatosensory system in older women (Amiridis et al., 2003; Collins et al., 1995; Sturnieks et al., 2008; Laughton et al., 2003). Age-related negative alterations in postural control identified and interpreted using force platform parameters, such as the ones administered in the current study, are associated with an increased risk of falling in older adults (Piirtola and Era, 2006). More specifically, measures of variability in the ML direction under conditions with reduced somatosensory information (e.g., eyes closed) and higher velocity of postural control oscillation in the AP direction are strong predictors of falls (Maki et al., 1994; Piirtola and Era, 2006). Falls are a major problem in older adults (Sturnieks et al., 2008; Nevitt et al., 1991; Tinetti et al., 1988), leading to serious injuries and reduction in life expectancy (Alexander et al., 1992; Luukinen et al., 1994). Additionally, the costs associated with the treatment of injuries succeeding falls is a preeminent problem for health care systems around the world that needs to be addressed urgently (Craig et al., 2013; Hartholt et al., 2012).

Given all these observations, our study contributes to the current body of literature providing evidence-based information regarding the declines in postural control in older adults, which exposes this population to an increased risk of falling, and emphasizes the need for strategies of management and prevention of falls. Therefore, future studies should investigate the effects of non-pharmacological interventions, such as multiple-modality exercise programs, aiming to prevent or slow declines in postural control among frail populations, especially older adults, which may yield a reduced risk of falling and increased life expectancy among these subjects, as well as decrease the burden on health care systems (Craig et al., 2013; Hartholt et al., 2012).

In conclusion, the adaption of the postural control system to different levels of task complexity is not different between young and older sedentary women. These results indicate that the aging process does not alter the adaptation strategy of the postural control system.

Table 1. Baseline demographics and study outcomes

Variables	Young Adults (n=27)	Elderly Adults (n=27)
Demographics		
Age, yr, mean (SD)	22.1 (4.4)	68.5 (6.4)*
Weight, kg, mean (SD)	58.6 (9.3)	68.6 (12.5)*
Height, m, mean (SD)	1.62 (0.06)	1.53 (0.05)*
BMI, kg/m ² , mean (SD)	21.9 (2.7)	29 (4.8)*
Years of Education, yr, mean (SD)	13.34 (0.84)	6.3 (3.8)*
Outcomes		
Anterior-posterior axis		
EO, cm/s, mean (SD)	0.51 (0.17)	0.79 (0.31)
EOF, cm/s, mean (SD)	0.54 (0.19) [#]	0.88 (0.37) [#]
EC, cm/s, mean (SD)	0.58 (0.19) [#]	0.87 (0.33) [#]
ECF, cm/s, mean (SD)	0.61 (0.19) [#]	1.01 (0.49) [#]
AV, cm/s, mean (SD)	0.47 (0.15)	0.74 (0.28)
AVF, cm/s, mean (SD)	0.51 (0.16)	0.8 (0.32)
Medial-lateral axis		
EO, cm/s, mean (SD)	0.47 (0.13)	0.65 (0.17)
EOF, cm/s, mean (SD)	0.52 (0.17) [#]	0.68 (0.16) [#]
EC, cm/s, mean (SD)	0.49 (0.15) [#]	0.67 (0.18)
ECF, cm/s, mean (SD)	0.54 (0.17) [#]	0.71 (0.19) [#]
AV, cm/s, mean (SD)	0.53 (0.15) [#]	0.72 (0.2) [#]
AVF, cm/s, mean (SD)	0.56 (0.15) [#]	0.73 (0.19) [#]

SD: Standard deviation. EO: eyes open task. EOF: eyes open standing on foam task. EC: eyes closed task. ECF: eyes closed standing on foam task. AV: auditory-visual task. AVF: auditory-visual task standing on foam

* significantly different between young and elderly adults

[#] significantly different from the control condition (EO) for the anterior-posterior or medio-lateral direction.

Figure legends

Figure 1: Flowchart of the study

Figure 2. Subject standing on the force platform performing the test with the Archimedes spiral demarcated at the points of intersection with a horizontal and vertical line. Color aided guide during testing.

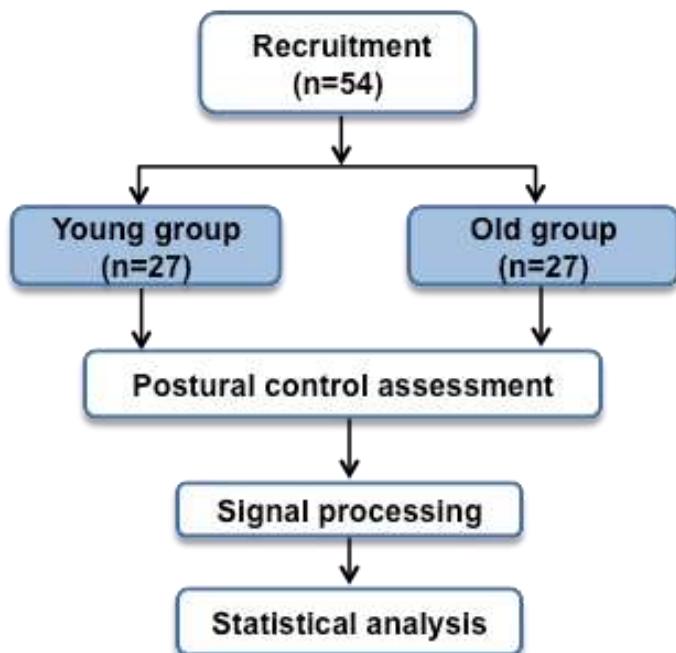
Figure 3. Mean difference between groups using the young group as reference. Solid squares represent point estimates and bars represent associated 95% confidence intervals.

AP: postural control anterior-posterior axis, ML: postural control medio-lateral axis; EO: eyes open task; EOF: eyes open standing on foam task; eyes closed task; ECF: eyes closed standing on foam task; AV: auditory-visual task; AVF: auditory-visual task standing on foam.

*Significant differences between groups by task ($p < 0.01$).

Figure 4. a) and b) task cost means for both groups; c) and d) task cost mean differences between groups using the Young group as reference. Solid squares represent point estimates and bars represent associated 95% confidence intervals.

AP: anterior-posterior axis; ML: medio-lateral axis; EO: eyes opened task; EOF: eyes opened standing on the foam task; EC: eyes closed task; ECF: eyes closed standing on the foam task; AV: auditory-visual task; AVF: auditory-visual task standing on the foam.

Figures**Figure 1.**

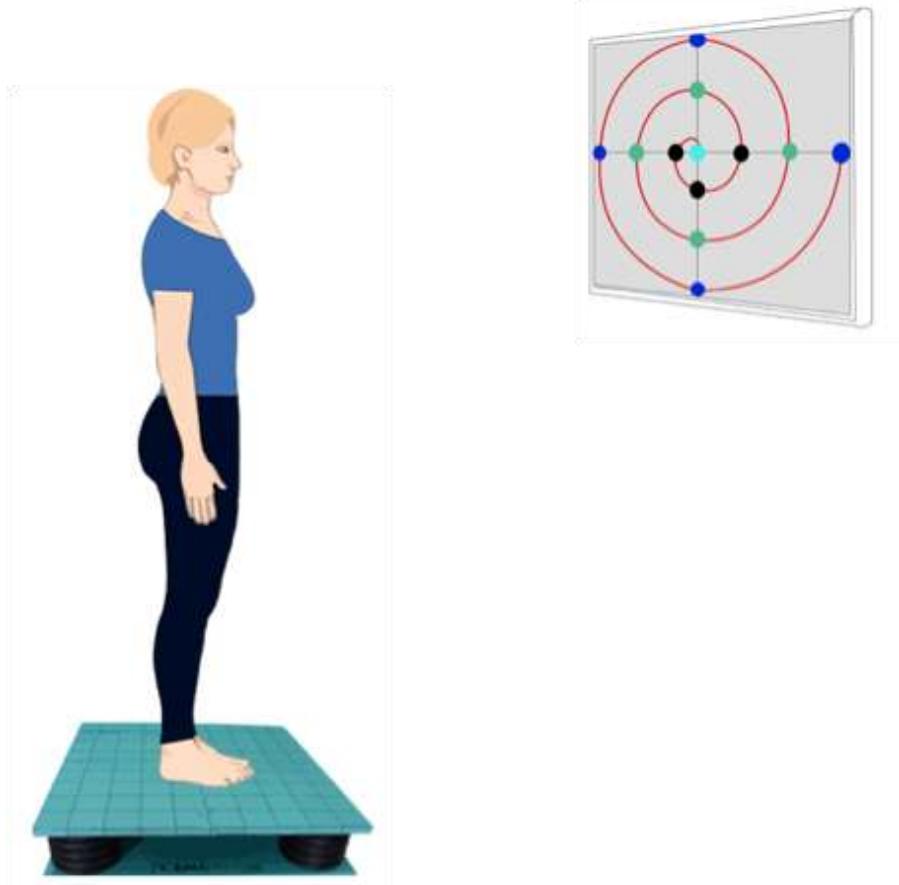


Figure 2.

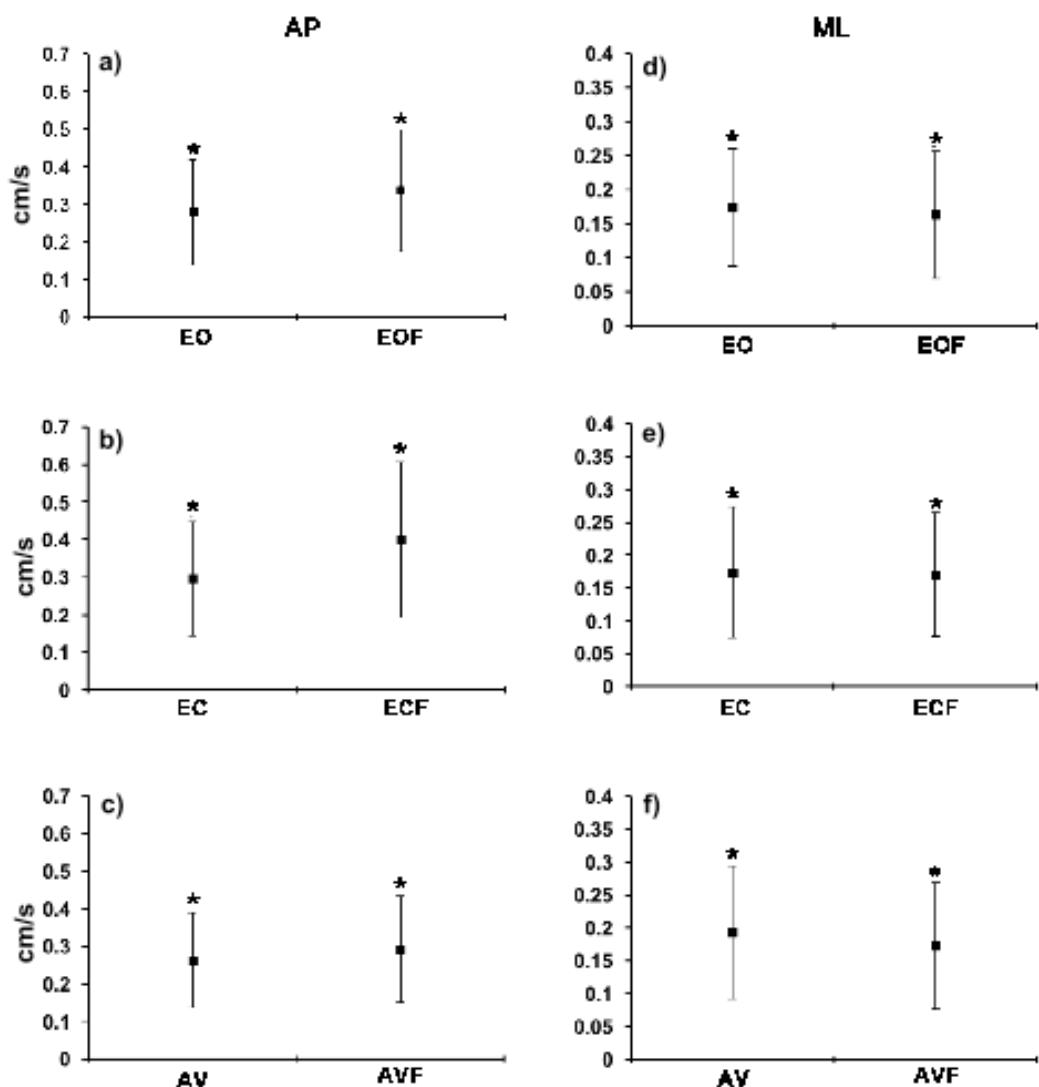


Figure 3.

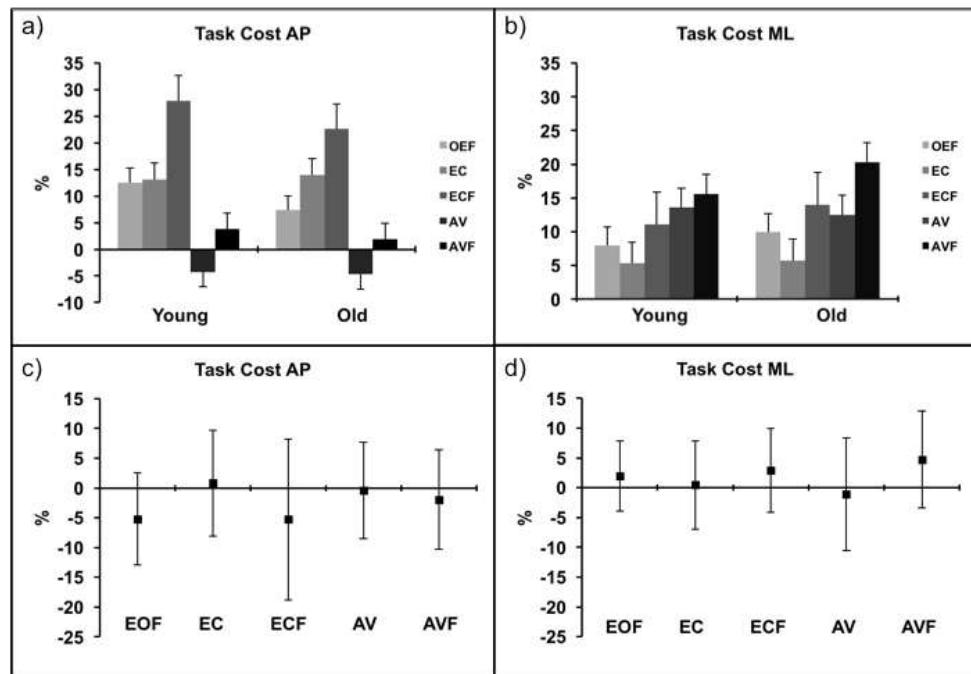


Figure 4.

References

- Abrahamová, D., Hlavacka, F., 2008. Age-related changes of human balance during quiet stance. *Physiol. Res.* 57, 957–964.
- Alexander, B.H., Rivara, F.P., Wolf, M.E., 1992. The cost and frequency of hospitalization for fall-related injuries in older adults. *Am. J. Public Health* 82, 1020–3.
- Amiridis, I.G., Hatzitaki, V., Arabatzi, F., 2003. Age-induced modifications of static postural control in humans. *Neurosci. Lett.* 350, 137–140. doi:10.1016/S0304-3940(03)00878-4
- Burns, E.R., Stevens, J.A., Lee, R., 2016. The direct costs of fatal and non-fatal falls among older adults — United States. *J. Safety Res.* doi:10.1016/j.jsr.2016.05.001
- Campbell, M.J., McComas, A.J., Petito, F., 1973. Physiological changes in ageing muscles. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 36, 174–82.
- Colledge, N.R., Cantley, P., Peaston, I., Brash, H., Lewis, S., Wilson, J.A., 1994. Ageing and balance: The measurement of spontaneous sway by posturography. *Gerontology*

- 40, 273–278. doi:10.1159/000213596
- Collins, J.J., De Luca, C.J., Burrows, A., Lipsitz, L.A., 1995. Age-related changes in open-loop and closed-loop postural control mechanisms. *Exp. Brain Res.* 104, 480–492. doi:10.1007/BF00231982
- Craig, J., Murray, A., Mitchell, S., Clark, S., Saunders, L., Burleigh, L., 2013. The high cost to health and social care of managing falls in older adults living in the community in Scotland. *Scott. Med. J.* 58, 198–203. doi:10.1177/0036933013507848
- Deandrea, S., Lucenteforte, E., Bravi, F., Foschi, R., La Vecchia, C., Negri, E., 2010. Risk Factors for Falls in Community-dwelling Older People. *Epidemiology* 21, 658–668. doi:10.1097/EDE.0b013e3181e89905
- Doyle, T.L., Newton, R.U., Burnett, A.F., 2005. Reliability of traditional and fractal dimension measures of quiet stance center of pressure in young, healthy people. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 86, 2034–2040. doi:10.1016/j.apmr.2005.05.014
- Du Pasquier, R.A., Blanc, Y., Sinnreich, M., Landis, T., Burkhard, P., Vingerhoets, F.J., 2003. The effect of aging on postural stability: a cross sectional and longitudinal study. *Neurophysiol Clin* 33, 213–218. doi:S0987705303000704 [pii]
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., Buchner, A., 2007. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav. Res. Methods* 39, 175–191.
- Faulkner, K.A., Redfern, M.S., Cauley, J.A., Landsittel, D.P., Studenski, S.A., Rosano, C., Simonsick, E.M., Harris, T.B., Shorr, R.I., Ayonayon, H.N., Newman, A.B., 2007. Multitasking: Association between poorer performance and a history of recurrent falls. *J. Am. Geriatr. Soc.* 55, 570–576. doi:10.1111/j.1532-5415.2007.01147.x
- Fujita, T., Nakamura, S., Ohue, M., Fujii, Y., Miyauchi, A., Takagi, Y., Tsugeno, H., 2005. Effect of age on body sway assessed by computerized posturography. *J. Bone Miner. Metab.* 23, 152–156. doi:10.1007/s00774-004-0554-7
- Gill, J., Allum, J.H., Carpenter, M.G., Held-Ziolkowska, M., Adkin, A.L., Honegger, F., Pierchala, K., 2001. Trunk sway measures of postural stability during clinical balance tests: effects of age. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 56, M438-47.
- Hartholt, K.A., Polinder, S., Van Der Cammen, T.J.M., Panneman, M.J.M., Van Der Velde, N., Van Lieshout, E.M.M., Patka, P., Van Beeck, E.F., 2012. Costs of falls in an ageing population: A nationwide study from the Netherlands (2007-2009). *Injury* 43, 1199–1203. doi:10.1016/j.injury.2012.03.033

- Horak, F., Kuo, A., 2000. Postural Adaptation for Altered Environments, Tasks, and Intentions, in: Biomechanics and Neural Control of Posture and Movement. Springer New York, New York, NY, p. 267–281. doi:10.1007/978-1-4612-2104-3_19
- Horak, F.B., 2006. Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing* 35, 7–11. doi:10.1093/ageing/afl077
- Horak, F.B., Shupert, C.L., Mirka, A., 1989. Components of postural dyscontrol in the elderly: A review. *Neurobiol. Aging*. doi:10.1016/0197-4580(89)90010-9
- L. Sturnieks, D., St George, R., R. Lord, S., 2008. Balance disorders in the elderly. *Neurophysiol. Clin.* doi:10.1016/j.neucli.2008.09.001
- Lamster, I.B., Asadourian, L., Del Carmen, T., Friedman, P.K., 2016. The aging mouth: differentiating normal aging from disease. *Periodontol.* 2000 72, 96–107. doi:10.1111/prd.12131
- Laughton, C.A., Slavin, M., Katdare, K., Nolan, L., Bean, J.F., Kerrigan, D.C., Phillips, E., Lipsitz, L.A., Collins, J.J., 2003. Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait Posture* 18, 101–108. doi:10.1016/S0966-6362(02)00200-X
- Lexell, J., 1995. Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 50 Spec No, 11–16. doi:10.1093/gerona/50A.Special_Issue.11
- Luukinen, H., Koski, K., Hiltunen, L., Kivelä, S.L., 1994. Incidence rate of falls in an aged population in Northern Finland. *J. Clin. Epidemiol.* 47, 843–850. doi:10.1016/0895-4356(94)90187-2
- Maki, B.E., Holliday, P.J., Topper, A.K., 1994. A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. *J. Gerontol.* 49, M72–M84. doi:10.1093/geronj/49.2.M72
- Montero-Odasso, M., Verghese, J., Beauchet, O., Hausdorff, J.M., 2012. Gait and cognition: A complementary approach to understanding brain function and the risk of falling. *J. Am. Geriatr. Soc.* doi:10.1111/j.1532-5415.2012.04209.x
- Moylan, K.C., Binder, E.F., 2007. Falls in older adults: risk assessment, management and prevention. *Am. J. Med.* 120, 493.e1-e6. doi:10.1016/j.amjmed.2006.07.022
- Nevitt, M.C., Cummings, S.R., Hudes, E.S., 1991. Risk factors for injurious falls: a prospective study. *J. Gerontol.* 46, M164-70. doi:10.1093/geronj/46.5.M164
- Piirtola, M., Era, P., 2006. Force platform measurements as predictors of falls among older

- people - A review. *Gerontology* 52, 1–16. doi:10.1159/000089820
- Rubenstein, L.Z., 2006a. Falls in older people: Epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age Ageing* 35, 37–41. doi:10.1093/ageing/afl084
- Rubenstein, L.Z., 2006b. Falls in older people: Epidemiology, risk factors and strategies for prevention, in: *Age and Ageing*. doi:10.1093/ageing/afl084
- Ruhe, A., Fejer, R., Walker, B., 2010. The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions--a systematic review of the literature. *Gait Posture* 32, 436–45. doi:10.1016/j.gaitpost.2010.09.012
- Stel, V.S., Smit, J.H., Pluijm, S.M., Lips, P., 2004. Consequences of falling in older men and women and risk factors for health service use and functional decline. *Age Ageing* 33, 58–65.
- Stevens, J. a, Corso, P.S., Finkelstein, E. a, Miller, T.R., 2006. The costs of fatal and non-fatal falls among older adults. *Inj. Prev.* 12, 290–295. doi:10.1136/ip.2005.011015
- Tinetti, M.E., Speechley, M., Ginter, S., 1988. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* 319, 1701–1707.
doi:10.1056/NEJM198812293192604
- Uriz-Otano, F., Uriz-Otano, J.I., Malafarina, V., 2015. Factors Associated With Short-Term Functional Recovery in Elderly People With a Hip Fracture. Influence of Cognitive Impairment. *J. Am. Med. Dir. Assoc.* 16, 215–220.
doi:10.1016/j.jamda.2014.09.009
- Weinert, B.T., Timiras, P.S., 2003. Invited review: Theories of aging. *J. Appl. Physiol.* 95, 1706–1716. doi:10.1152/japplphysiol.00288.2003
- Woollacott, M., Shumway-Cook, A., 2002. Attention and the control of posture and gait: A review of an emerging area of research. *Gait Posture.* doi:10.1016/S0966-6362(01)00156-4
- World Health Organization, 2007. WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age., Community Health. doi:978 92 4 156353 6

ANEXO II. Termo de Consentimento para Participação em Pesquisa Clínica:

Nome do Voluntário: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____ Cidade: _____ CEP: _____

E-mail: _____

As informações contidas neste prontuário foram fornecidas pelo Prof. Dr. Frank Shiguemitsu Suzuki, objetivando firmar acordo escrito mediante o qual, o voluntário da pesquisa autoriza sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que se submeterá, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

1. Título do Trabalho Experimental: Envelhecimento, exercício físico e controle postural: uma análise sobre a ação do exercício físico na preservação do controle postural em idosas

2. Objetivo: analisar a ação do exercício físico multicomponente na preservação do controle postural de idosas e seus efeitos após período de destreino.

3. Justificativa: O risco de quedas em idosos pode ser aumentada se o comprometimento da capacidade de manter a estabilidade postural não for mantida. De forma geral, atividade física regular parece ser, até o momento, a melhor forma de intervenção na tentativa de minimizar os efeitos deletérios da idade sobre o sistema sensório-motor. Porém, os benefícios obtidos pela prática da atividade física pode ser somente transitório, ou seja, somente no período em que ocorre a prática de um determinado treinamento físico. Isso deve-se ao fato de que a interrupção do treinamento, pode diminuir a eficiência do controle postural e como consequência, aumentar o risco de queda.

Dessa forma, para nosso conhecimento, não há estudos que verificaram os efeitos do destreinamento sobre o controle postural de idosos, após o uso de um conjunto de modalidades de exercícios físicos, que atuem no sistema sensório motor, vestibular e cognitivo.

4. Desconforto ou Riscos Esperados: O projeto, não apresenta nenhum risco para os voluntários uma vez que os mesmos não receberão nenhum procedimento invasivo e que possa proporcionar risco de queda pelo fato de que os dados foram coletados com os voluntários na posição ortostática (em pé, parado).

5. Informações: O voluntário tem garantia que receberão respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida quanto aos procedimentos, riscos benefícios e outros assuntos relacionados com pesquisa. Também os pesquisadores supracitados assumem o compromisso de proporcionar informação atualizada obtida durante o estudo, ainda que esta possa afetar a vontade do indivíduo em continuar participando.

6. Retirada do Consentimento: o voluntário tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo.

9. Aspecto Legal: Elaborados de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução n.º 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde – Brasília – DF.

10. Garantia do Sigilo: Os pesquisadores asseguram a privacidade dos voluntários quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

11. Formas de Ressarcimento das Despesas decorrentes da Participação na Pesquisa: Não haverá ressarcimento, pois não haverá custo algum para os sujeitos da pesquisa.

12. Local da Pesquisa: A pesquisa será desenvolvida Universidades Nove de Julho - UNINOVE, unidade Vila Maria. Localizada sito a Av. Guaranésia, 425, Vila Maria, São Paulo – SP. Prédio Q.

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa da Uninove: Rua Vergueiro nº 239/245 – Liberdade – São Paulo, Capital. CEP 01504-001. 1º Andar. Fone: (11) 3385-9059

13. Nome Completo e telefone do Pesquisador responsável para Contato: Prof. Ddo. Frank Shiguemitsu Suzuki - (011) 9950-8170.

14. Consentimento Pós-Informação:

Eu, _____, após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmo que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo no meio científico.

* Não assine este termo se ainda tiver alguma dúvida a respeito.

São Paulo, 10 de junho de 2015.

Nome (por extenso): _____

Assinatura: _____

1^a via: Instituição

2^a via: Voluntário



Universidade Nove de Julho

COMITÉ DE ÉTICA EM PESQUISA - CoEP

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado a *INFLUÊNCIA DA ATIVIDADE FÍSICA NOS MÉTENOS DE DEPRESSÃO EM IDOSAS* sob número de protocolo 394875 sob responsabilidade de **FRANK SUGIEMITSU SUZUKI** sendo **Aprovado** de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde M/S, de 10/10/96.

São Paulo, 18 de Abril 2011.

Proj. Dra. Cláudia Santos Oliveira
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa

ANEXO III**ANAMENESE****DATA:** / /

Nome: _____ Estado Civil: _____

Escolaridade: _____

Profissão: _____

Telefone _____

Data de nascimento: _____ Idade _____

Anamnese do avaliado (Marque S para sim e N para não).

() Um médico já lhe disse que sua pressão arterial é muito baixa ou alta?

() Você sente dor no coração ou no peito?

() Seu coração bate muitas vezes acelerado?

() Algumas vezes você já sentiu seu coração falhar?

() Seus tornozelos ficam frequentemente inchados?

() Seus pés e mãos ficam gelados e trêmulos, mesmo em tempo de calor?

() Você tem algum comprometimento cardíaco ou alguma alteração no ECG?

() Você sofre Câimbra frequentemente em suas pernas?

() Você ficou com falta de ar muito tempo sem razão?

() Tem diabetes? Tipo _____

() Tem labirintite?

() Tem _____ doenças respiratórias?

() Artrite ou artrose? Qual local? _____

() Faz uso de prótese? Qual local?

Relacione qualquer medicamento que esteja em uso: _____

Relacione qualquer suprimento dietético que esteja tomando:

Data do último exame físico completo:

Data do último ECG:

Alguma vez você já foi internado em hospital? () Sim () Não

Motivo:

Relacione qualquer droga a que você tenha alergia:

ATIVIDADE FÍSICA

Com que freqüência você pratica atividade física?

FATORES DE RISCO CORONARIANO

Fumante? () sim () não _____ Quantos cigarros por dia?

Se parou de fumar, quando foi? _____, mês? _____, ano? _____

Está fazendo dieta? _____ O que você considera um bom peso para você:

Número de refeições que faz por dia? _____

1. Seu avô ou avó ou sua mãe ou seu pai fumavam (fumam), tinham colesterol alto, infarto, obesidade, pressão alta ou diabetes?

2. Você é fumante, tem colesterol alto, já teve um infarto, obesidade, tem pressão alta ou diabetes?

Se sim, qual? _____

HISTÓRICO MÉDICO FAMILIAR

Alguns de seus parentes co-sanguíneos teve alguma das seguintes doenças? (N para não e S para sim)

- | | | |
|------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------|
| () Ataque cardíaco abaixo dos 50 anos | () Diabetes | () Asma |
| () Acidente cerebral abaixo dos 50 anos | () Glaucoma | () Pressão alta |
| () Doença cardíaca | () Obesidade (20 kg ou mais acima do peso) | |

AVALIAÇÃO FÍSICA ANTROPOMÉTRICA

Peso	Altura	IMC	Cintura (cm)	Quadril (cm)	Razão C/Q	Risco



Submission EXG_2017_12 received by Experimental Gerontology

Experimental Gerontology <EviseSupport@elsevier.com>
Responder a: exg@elsevier.com
Para: fabianopolitti@gmail.com

11 de janeiro de 2017 15:05

This message was sent automatically. Please do not reply.

Ref: EXG_2017_12
Title: Age-related changes in postural control of sedentary elderly women
Journal: Experimental Gerontology

Dear Professor. Politti,

Thank you for submitting your manuscript for consideration for publication in Experimental Gerontology. Your submission was received in good order.

To track the status of your manuscript, please log into EVISE® at: http://www.evise.com/evise/faces/pages/navigation/NavController.jspx?JRNL_ACR=EXG and locate your submission under the header 'My Submissions with Journal' on your 'My Author Tasks' view.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Experimental Gerontology

Have questions or need assistance?

For further assistance, please visit our Customer Support site. Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions, and learn more about EVISE® via interactive tutorials. You can also talk 24/5 to our customer support team by phone and 24/7 by live chat and email.

Copyright © 2017 Elsevier B.V. | [Privacy Policy](#)

Elsevier B.V., Radarweg 29, 1043 NX Amsterdam, The Netherlands, Reg. No. 33156677.