

## 5.2 Artigo 2

### **COMPARAÇÃO DO CONTROLE POSTURAL ESTÁTICO E DINÂMICO APÓS 8 SEMANAS DE TREINAMENTOS PROPRIOCEPTIVO E FUNCIONAL DE ALTA INTENSIDADE EM IDOSAS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

O artigo será submetido à revista Gait & Posture e foi elaborado conforme as orientações para autores desse periódico, disponível em: [https://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws\\_home/525442?generatepdf=true](https://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/525442?generatepdf=true)

**COMPARAÇÃO DO CONTROLE POSTURAL ESTÁTICO E DINÂMICO APÓS 8 SEMANAS DE TREINAMENTOS PROPRIOCEPTIVO E FUNCIONAL DE ALTA INTENSIDADE EM IDOSAS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Ludmila Schettino Ribeiro de Paula<sup>1</sup>, Marcos Henrique Fernandes<sup>2</sup>

1 Doutoranda em Ciências da Saúde pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Professora do Departamento de Ciências Biológicas da UESB. Jequié, Bahia, Brasil.

2 Doutor em Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Professor do Departamento de Saúde 1 da UESB. Jequié, Bahia, Brasil.

Autor correspondente: Ludmila Schettino Ribeiro de Paula. End. Rua Tauane Liz, 516, Jequezinho. CEP 45208-073. Jequié-Bahia. Tel. (73) 99137-7447. E-mail: lsrpaula@uesb.edu.br.

Declaramos não haver qualquer tipo de conflitos de interesse.

**COMPARAÇÃO DO CONTROLE POSTURAL ESTÁTICO E DINÂMICO APÓS 8 SEMANAS DE TREINAMENTOS PROPRIOCEPTIVO E FUNCIONAL DE ALTA INTENSIDADE EM IDOSAS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

**COMPARISON OF STATIC AND DYNAMIC POSTURAL CONTROL AFTER 8 WEEKS OF PROPRIOCEPTIVE TRAINING AND HIGH INTENSITY FUNCTIONAL TRAINING IN ELDERLY: RANDOMIZED CLINICAL TRIALS**

**RESUMO**

**Introdução:** O declínio sensório-motor em idosos leva a deterioração do controle postural, tornando-os mais propensos a quedas. São evidenciados benefícios do exercício físico sobre a saúde do idoso, no entanto, não se conhece os efeitos comparados de programas de treinamento funcional de alta intensidade (HIFT) e programas de treinamento proprioceptivo sobre a melhora do controle postural nessa população.

**Questão de pesquisa:** O objetivo do estudo foi avaliar e comparar o controle postural estático e dinâmico de idosas antes e após um período de treinamento proprioceptivo convencional e treinamento funcional de alta intensidade.

**Métodos:** 45 idosas com idade de 60 a 79 anos (média  $68,8 \pm 5,8$  anos) foram alocadas aleatoriamente em 3 grupos: treinamento proprioceptivo convencional (TP) (n=15), HIFT (n=15) e controle (GC) (n=15). Executaram 8 semanas de intervenção, sendo que o grupo TP realizou exercícios de marcha e equilíbrio postural e o grupo HIFT realizou exercícios calistênicos envolvendo tronco, membros superiores e inferiores. O controle postural foi avaliado através da estabilometria e da duração da passada. Foram realizadas comparações intra-grupos (PRE vs POS) e entre-grupos.

**Resultados:** As comparações dentro de cada grupo demonstraram que apenas os grupos submetidos às intervenções (TP e HIFT), apresentaram redução significativa na duração da passada ( $p < 0.05$ ). A magnitude da diferença da duração da passada entre as medidas PRE e POS foi maior no grupo TP (-433.3 ms [IC 95% = -712.3 a -174.3 ms]) que no grupo HIFT (-219.7 ms [IC 95% = -377.3 a -62.0 ms]). Apenas o grupo TP apresentou diferença significativa na variável duração da passada, quando comparado ao GC. Não houve diferença significativa nas comparações entre-grupos nas demais variáveis estudadas ( $p > 0.05$ ).

**Significância:** Ambas as intervenções melhoraram os parâmetros dinâmicos do controle postural após as 8 semanas de intervenção, mas a magnitude desta melhora somente foi superior a uma condição controle no grupo TP. A prática das duas modalidades de treinamento proporcionou um efeito limitado na melhora do parâmetro duração da passada. Terapeutas devem considerar a limitação destas modalidades de intervenção quanto a mudanças na duração da passada, no entanto, em caso de optar pela inclusão de uma destas como opções terapêuticas, a escolha deve seguir a preferência dos idosos e/ou experiência dos profissionais envolvidos na supervisão.

Número de registro no banco de dados do Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (REBEC): RBR-38xqkw

Palavras-chave: Envelhecimento, Controle Postural, Treinamento Intervalado de Alta Intensidade, Propriocepção

## ABSTRACT

**Background:** The sensorimotor decline in the elderly leads to deterioration of postural control, making them more prone to falls. The benefits of physical exercise on the health of the elderly are evidenced, however, the comparative effects of high intensity functional training programs (HIFT) and proprioceptive training programs on the improvement of postural control in this population are not known.

**Research question:** The objective of the study was to evaluate and compare the static and dynamic postural control of elderly women before and after a period of conventional proprioceptive training and high-intensity functional training.

**Methods:** Forty-five community-dwelling older women (60 to 79 years old;  $68.8 \pm 5.8$  years old) were randomly allocated in 3 groups: conventional proprioceptive training (PT) (n = 15), HIFT (n = 15) and control (CG) (n = 15). They carried out 24 sessions, 50 minutes each, 3 times a week, for 8 weeks. The PT group performed gait and postural balance exercises and the HIFT group performed calisthenic exercises involving the trunk, upper and lower limbs. Postural control was assessed using stabilometry and stride duration.

**Results:** Within-group comparisons demonstrated a significant reduction in the stride duration ( $p < 0.05$ ) in PT and HIFT groups. The magnitude of the difference in stride duration between the PRE and POS measurements was greater in the PT group ( $-433.3$  ms [95% CI =  $-712.3$  to  $-174.3$  ms]) than in the HIFT group ( $-219.7$  ms [95% CI =  $-377.3$  to  $-62.0$  ms]). Only the TP group showed a significant difference in the variable stride length, when compared to the CG. There was no significant difference in the comparisons between groups in the other variables studied ( $p > 0.05$ ).

**Significance:** Both interventions (PT and HIFT) improved the dynamic parameters of postural control after 8 weeks of intervention, but the magnitude of this improvement was only superior to a control condition in the TP group. The practice of both training modalities had a limited effect in improving the stride duration parameter. Therapists should consider limiting these intervention modalities as to changes in the duration of the stride, however, in case of choosing to include one of these as therapeutic options, it should follow the preference of the elderly and / or the experience of the professionals involved in supervision.

Registration number in the database of the Brazilian Clinical Trials Registry (REBEC): RBR-38xqkw

Keywords: Aging, Postural Control, High-Intensity Interval Training, Proprioception

## Introdução

O envelhecimento humano se caracteriza por diversas alterações orgânicas, dentre as quais destaca-se o declínio sensório-motor, que culmina na deterioração do controle postural. O idoso, portanto, tende a se tornar mais frágil e propenso a episódios de quedas, visto que, declínios das informações sensoriais provenientes dos sistemas visual, vestibular e proprioceptivo são as causas mais reportadas na literatura de diminuição do controle postural em idosos [1-3]. De fato, observa-se que prejuízos no sistema muscular esquelético isoladamente ou integrados aos prejuízos sensoriais podem influenciar o controle postural de idosos [4].

Neste contexto, avaliações das oscilações do centro de pressão (CP), através da estabilometria, são extremamente úteis para se avaliar o controle postural e os mecanismos de ajuste postural, uma vez que, as informações do deslocamento do centro de pressão (CP), coletadas durante a manutenção da postura ortostática, permitem avaliar a manutenção do equilíbrio e os mecanismos de integração sensorial utilizados nesta tarefa (i.e., manutenção do equilíbrio) [4-7].

Apesar da estabilometria ser considerada um procedimento padrão-ouro para avaliação do controle postural [5], esta se limita a uma avaliação estática [7], não permitindo inferir de forma direta o desempenho de controle postural em condições dinâmicas. Assim, medidas de parâmetros da duração da passada (i.e., tempo total de contato do pé com o solo durante a marcha) através de plataformas piezoelétricas podem complementar as medidas estáticas obtidas com a estabilometria, viabilizando o acesso a informações clínicas adicionais importantes [8].

Com o envelhecimento observa-se alterações funcionais nos pés, como a hipoestesia (diminuição da sensibilidade tátil), o que, por sua vez, interfere no suporte de peso, gerando uma distribuição desigual de peso entre os pés, e alterações na amplitude de deslocamento do centro de gravidade (CG) e, portanto, do controle de equilíbrio [9]. Somado a este fato, identifica-se uma redução da estabilidade dinâmica ao caminhar associado ao envelhecimento. Sendo assim, se comparados a adultos jovens, os idosos tendem a ficar mais instáveis, especialmente na transição do apoio em um pé para o outro, culminando em maior tempo de contato dos pés e movimento de passo mais lento [10-12], o que justifica a relação direta entre a duração da passada e a velocidade da marcha em idosos [8].

Visando uma melhora do controle postural e, portanto, uma redução das repercussões negativas para a saúde do idoso, tem destaque programas de treinamento proprioceptivo

[13,14], que se referem a protocolos de exercícios com intuito de estimular o sistema sensorio-motor visando alcançar melhora no controle postural, o que é alcançado por meio da utilização de materiais como bolas, bastões, colchonetes, pranchas, entre outros, que promovem mudanças de ambientes, velocidade, direções e amplitude durante os exercícios, estimulando as habilidades do indivíduo [15].

A possibilidade de utilizar exercícios calistênicos (exercícios cuja resistência aplicada é o próprio peso corporal) em protocolos de treinamento funcional de alta intensidade (HIFT) representa uma excelente opção de intervenção terapêutica para idosos, visto que incluem exercícios sem carga adicional, com movimentos de baixa complexidade, mas que trabalham a força, potência, equilíbrio e flexibilidade muscular, além do condicionamento cardiovascular [16,17]. O HIFT tem grande potencial para promoção da melhora no controle postural de idosos, uma vez que envolve movimentos que exigem ajustes posturais constantes, tal como promovido pelo treinamento proprioceptivo convencional. Adicionalmente, o HIFT também é reportado como uma metodologia de treinamento que tem grande potencial de adesão por parte dos praticantes [18] que o impulsiona ao status de opção no combate do comportamento sedentário [17].

Apesar da plausibilidade de um efeito positivo sobre o controle postural em idosos, não foram identificados estudos comparando o efeito de um programa de HIFT com grupo controle e/ou comparando-o a um programa “padrão-ouro” para melhora do controle postural em idosos, como programas de treinamento proprioceptivo. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar e comparar o controle postural estático e dinâmico de idosos antes e após um período de treinamento proprioceptivo convencional e treinamento funcional de alta intensidade, com o intuito de buscar evidências científicas de métodos de treinamento que possam minimizar as alterações advindas do envelhecimento e assim promover uma melhor qualidade de vida a essa população.

## **Métodos**

O presente estudo é um ensaio clínico controlado randomizado, o qual foi desenvolvido de acordo com as recomendações do CONSORT (Consolidated Standards of Reporting Trials) [19].

### *População e amostra do estudo*

Participaram do estudo 50 idosos pertencentes à quatro Grupos de Convivência da Terceira Idade, localizados no município de Jequié/BA.

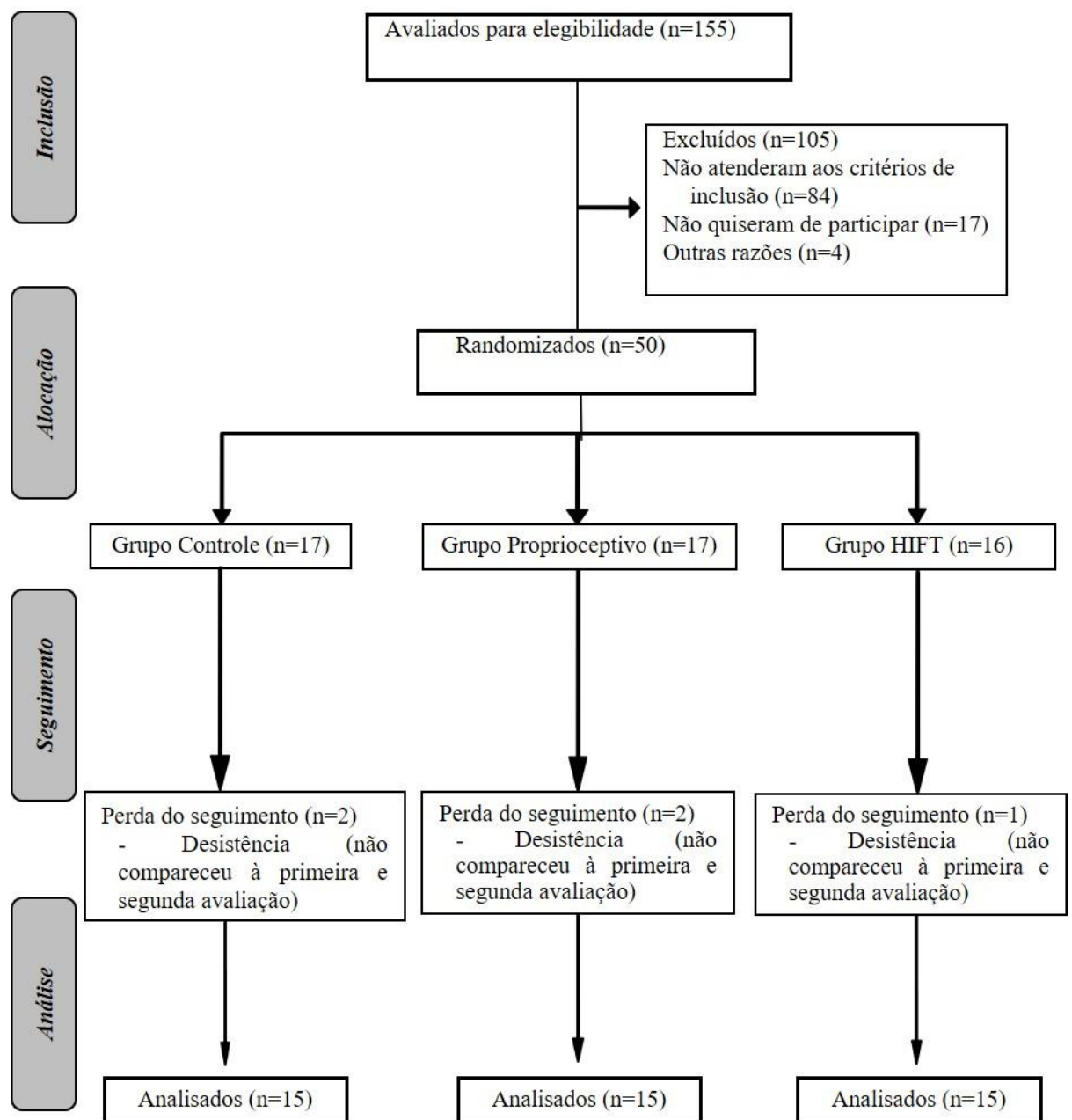
O tamanho amostral foi definido a partir de resultados de um estudo piloto com 15 idosas (5 em cada grupo) e tendo como desfecho a diferença (i.e., desempenho antes do treinamento ou controle - desempenho após o treinamento ou controle) no teste SPPB (Short Physical Performance Battery) por ser o desfecho primário do estudo. Para o cálculo amostral considerou-se o  $\alpha=0.05$  e o poder do teste  $(1-\beta) = 0.80$ , sendo 3 grupos (controle x treinamento proprioceptivo convencional x HIFT), tendo um número amostral mínimo de 33 indivíduos (i.e., 11 em cada grupo). O cálculo do tamanho amostral foi realizado no software G\*Power<sup>®</sup> versão 3.1.

Foram considerados critérios de inclusão no estudo: a) possuir idade mínima de 60 anos e máxima de 79 anos; b) idosas que não estivessem praticando nenhuma modalidade de exercícios físicos (orientados e regulares) nos últimos três meses; c) ausência de déficit cognitivo avaliado através do instrumento Mini-Exame do Estado Mental (MEEM), versão utilizada no Brasil e adaptada por Bertolucci et al. [20]; d) ausência de diagnóstico de diabetes mellitus; e) ausência de vestibulopatias; f) ausência de acometimento por doenças cardiovasculares limitantes para a prática de exercícios; g) ausência de limitação visual ou auditiva que comprometesse os treinamentos propostos; h) ausência de lesões cutâneas nos pés e amputações; i) ausência de lesões osteoarticulares que pudessem impedir ou dificultar a realização dos treinamentos; j) deambulação independente e locomoção sem dispositivos auxiliares; k) ausência de claudicação ou outra alteração do padrão da marcha por qualquer razão; l) disponibilidade para comparecer aos treinamentos realizados ao longo do estudo.

Os grupos de convivência apresentavam um total de 155 participantes. Após o rastreo, de acordo com os critérios estabelecidos, permaneceram 50 idosas, as quais foram submetidas à randomização estratificada por faixa etária (60-69/70-79 anos) e IMC (baixo/alto), buscando assim uma maior homogeneidade na alocação das idosas entre os grupos. Para a estratificação do IMC foi utilizada a mediana (26,1 kg/m<sup>2</sup>) do grupo de idosas. A partir da estratificação, as participantes foram distribuídas em quatro grupos: faixa etária (60-69 anos) e baixo IMC, faixa etária (60-69 anos) e alto IMC, faixa etária (70-79 anos) e baixo IMC, e faixa etária (70-79 anos) e alto IMC.

Posteriormente, as participantes foram randomizadas em blocos de três indivíduos para cada estrato. Os blocos foram randomizados através do software Microsoft Excel versão 2013, sendo posteriormente os códigos distribuídos nos três grupos do estudo (grupo controle, treinamento proprioceptivo e grupo HIFT). Todo o processo foi realizado por um pesquisador sem envolvimento clínico no ensaio, garantindo assim, o sigilo da alocação.

Os grupos controle e treinamento proprioceptivo foram compostos por 17 idosas e o grupo HIFT por 16 idosas, sendo que ao final do estudo todos os grupos contavam com 15 idosas, devido a perda de continuidade (desistência, não comparecimento às avaliações) de 5 idosas (10% de perda amostral) (2 no GC, 2 no TP e 1 no HIFT). A figura 1 apresenta um fluxograma ilustrando o processo de seleção e alocação da amostra.



**Figura 1.** Fluxograma das idosas participantes do estudo.

### *Intervenção*

O estudo piloto realizado possibilitou ajustes no tempo de treinamento das participantes, melhor manuseio dos recursos utilizados e padronização de alguns métodos de avaliação.

O período de treinamento teve a duração de 8 semanas, sendo realizado 3 (três) vezes por semana (total de 24 sessões), com duração de aproximadamente 50 minutos cada e intervalo mínimo de 48 horas entre cada sessão. Cada sessão foi organizada da seguinte forma: aquecimento (10 min), treinamento proprioceptivo ou HIFT (~30 min) e desaquecimento (10 min), com monitoramento da pressão arterial e frequência cardíaca antes, após e eventualmente durante às intervenções.

O aquecimento consistiu em caminhada (4 minutos) e exercícios de alongamento da musculatura de membros superiores, inferiores e tronco (6 minutos). O desaquecimento foi realizado a partir de exercícios respiratórios (5 minutos), e alongamentos (5 minutos).

Para a familiarização com os protocolos propostos, antes de iniciar a intervenção, os objetivos de todos os exercícios foram apresentados, como também, as participantes receberam a orientação quanto à forma correta de execução.

O monitoramento da intensidade do exercício foi baseado no Talk Test (TT), o qual é amplamente recomendado para monitoramento da intensidade dos exercícios quando instrumentos mais objetivos (e.g., ergoespirometria, monitores da Frequência Cardíaca) não estão disponíveis [21,22].

Por questões de segurança, a sessão de treinamento era suspensa caso a idosa apresentasse tontura, mal estar, queixa de dor muscular ou articular que limitassem a realização dos exercícios, aumento da pressão arterial além do limite estabelecido de 160 x 90 mmHg.

Durante o período de 8 semanas de treinamento dos grupos TP e HIFT, o GC não recebeu nenhum tipo de intervenção, mas ao final do estudo, por razões éticas, realizou treinamento englobando exercícios realizados tanto no treinamento proprioceptivo quanto no HIFT.

O protocolo de treinamento proprioceptivo convencional envolveu treino de marcha e equilíbrio postural, sendo organizado espacialmente na forma de um circuito com diferentes texturas e obstáculos, composto por sete estações. Os materiais utilizados foram: 1 colchonete de dimensão 120 X 70 X 10 cm (estação 1), 1 módulo de espuma - mini trave de dimensão de 190 X 22 X 10 cm (estação 2), 4 argolas de agilidade com 42 cm de diâmetro (estação 3), 1 tábua proprioceptiva lateral de dimensão de 60 X 36 X 8 cm (estação 4), 2 cones de agilidade

de dimensão de 23 X 14 cm (estação 5), 1 disco propioceptivo com 40 cm de diâmetro (estação 6), e 3 barreiras de agilidade de dimensão de 70 X 15/ 70 X 20/ 70 X 25 cm (estação 7).

As participantes realizaram, em grupos de três pessoas, exercícios específicos em cada estação, discriminados a seguir:

- Estação 1: Passadas laterais com deslocamento para direita, para esquerda, passadas para frente e para trás sobre superfície instável (colchonete denso), exercícios em apoio bipodal e unipodal (direita e esquerda) com olhos abertos e fechados, treino de agilidade com lançamento de bola.
- Estação 2: Marcha de frente, de costas e lateral com estreitamento de base sobre superfície instável (mini trave de espuma), marcha alternando solo e mini trave, treino de agilidade com lançamento de bola.
- Estação 3: Marcha lateral, de frente, de costas e com pernas cruzadas entre as argolas de agilidade.
- Estação 4: Exercício látero-lateral e antero-posterior sobre a tábua propioceptiva lateral com olhos abertos e fechados, treino de agilidade com lançamento de bola.
- Estação 5: Marcha entre os cones com estreitamento de base e em trajeto circunferencial com apoio total dos pés, com apoio apenas dos calcanhares, e com apoio apenas no terço anterior dos pés.
- Estação 6: Exercícios no disco propioceptivo com deslocamentos multidirecionais e associado ao lançamento de bola.
- Estação 7: Marcha lateral, de frente e de costas sobre barreiras de agilidade, associado ao lançamento de bola.

Cada participante permaneceu por dois minutos em cada estação, tendo um intervalo de trinta segundos entre as estações. Após percorrer as sete estações, realizou-se novamente o percurso de frente, de lado e de costas por todas as estações de forma contínua sem intervalos, tendo apenas um intervalo de trinta segundos no final de cada circuito, até completar o tempo proposto de 30 minutos. Os exercícios do protocolo de treinamento propioceptivo convencional foram baseados em estudos prévios [23,24].

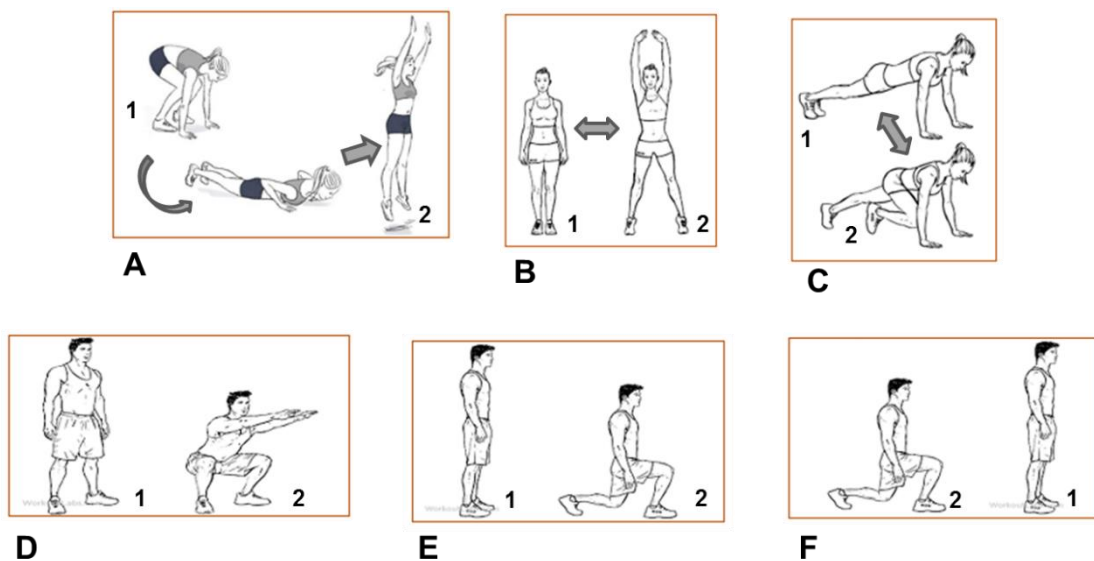
O protocolo de treinamento funcional de alta intensidade (HIFT) foi estruturado em 2 blocos de exercícios com intervalo de descanso de 2 minutos entre si. Cada bloco de exercício foi constituído por 8 séries com períodos de exercício e repouso intercalados. Foram aplicados

30 segundos de exercício na intensidade máxima suportada pelo idosa (all-out) e 60 segundos de descanso.

Para essa modalidade de treinamento foram propostos 6 exercícios calistênicos: burpees, jumping jacks (polichinelo), mountain climbers, air squat, lunge e reverse lunge (figura 2). Os movimentos selecionados foram baseados nos exercícios propostos por McRae et al. [25] e adaptados para as idosas, facilitando a execução dos mesmos. A escolha dos movimentos foi baseada na proposta de Machado et al. [16], buscando aplicar exercícios em que a carga é o próprio peso corporal (i.e., exercícios calistênicos), envolvendo membros superiores, tronco e membros inferiores, além de exigir mudanças constantes do centro de gravidade, o que exige ajustes posturais constantemente.

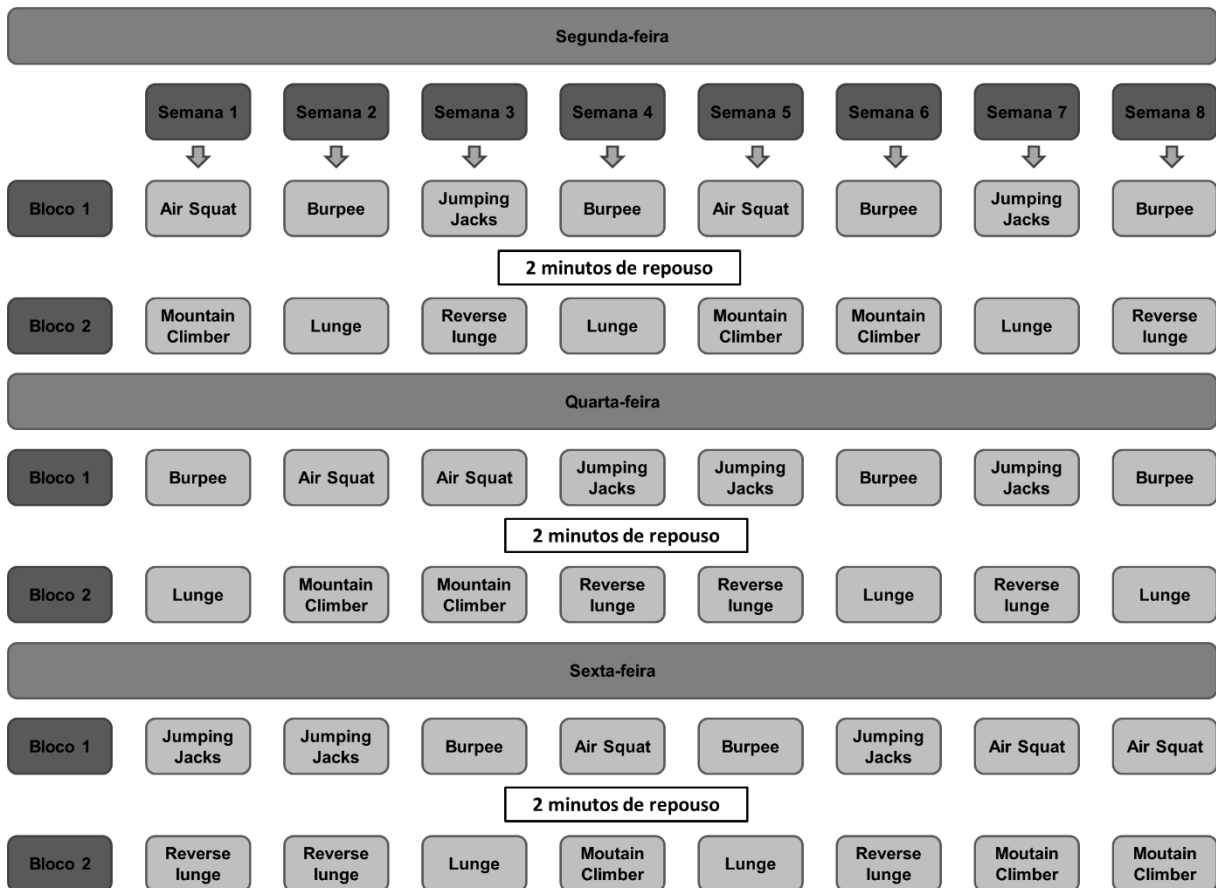
Cada sessão foi composta pelo treinamento com dois exercícios previamente selecionados (um em cada bloco), de forma que todos os seis exercícios propostos pudessem ser realizados durante a semana (figura 3). Quando houve a necessidade, os exercícios foram adaptados para as condições de cada idosa.

Para a realização dos exercícios foram utilizados os seguintes materiais: um tatame emborrachado 5x5m, cadeiras para apoio, caixa de som e um celular com o aplicativo Tabata timer<sup>®</sup>. Durante todo o protocolo cada idosa foi acompanhada por um pesquisador capacitado e habilitado para prescrição e monitoramento de programas de exercício. Foi levada em consideração a capacidade física e de execução de cada participante em relação à realização dos exercícios, visto que a intensidade era relativa à capacidade de cada voluntária.



**Figura 2.** Exercícios calistênicos do protocolo HIFT. (A) Burpee; (B) Jumping Jacks; (C) Mountain Climber; (D) Air squat; (E) Lunge (uma das pernas se desloca para frente); (F) Reverse Lunge (uma das pernas se desloca para trás); (1) posição inicial; (2) posição final.

Fonte: Google imagens (imagem adaptada)



**Figura 3.** Periodização de exercícios HIFT.

Ambos os protocolos de intervenção foram realizados com os pés descalços, visto que o TP exige esta condição e que o HIFT envolveu a realização de burpees, movimentos em que o idoso se deita no chão. Assim, por questão de higiene e visando padronizar as sessões de treinamento, todos os treinos do grupo HIFT foram realizados dessa forma e sobre um tatame emborrachado.

#### *Instrumento e variáveis de resposta*

Para a realização deste estudo foi utilizado um questionário composto por informações sociodemográficas e relacionadas à saúde, como também, parâmetros estabilométricos e duração da passada.

#### Informações sociodemográficas e de saúde

As variáveis sociodemográficas utilizadas foram: idade (anos completos), situação conjugal (com companheiro, sem companheiro) e escolaridade (analfabeto, alfabetizado). As variáveis relacionadas à saúde foram: índice de massa corporal (IMC), uso de medicamentos (sim, não) e histórico de quedas nos últimos 12 meses (sim, não).

### Parâmetros estabilométricos

As oscilações do centro de pressão (CP) foram coletadas em uma plataforma de força modelo BIOMECH 400<sup>®</sup> (EMG System Brasil), com taxa de amostragem de 100 Hz. Os voluntários permaneceram em posição ortostática sobre a plataforma, com os braços ao longo do corpo, apoio bipodal com distância de 6 cm entre os calcanhares e ângulo de 30° entre os pés. Foi dada a orientação para permanecerem o mais imóvel possível durante o registro (30 segundos) olhando para um ponto fixo colocado a uma distância de 2 metros em uma parede à frente e à altura do olhar dos voluntários para referência visual durante o registro com os olhos abertos. Estes procedimentos foram adotados para garantir que os voluntários estivessem na mesma posição dos pés nos registros PRE e POS 8 semanas de intervenção. Foram realizados 6 registros de 30 segundos com intervalo de 1 minuto entre estas, sendo 3 registros de olhos abertos e 3 de olhos fechados, obtidas em ordem randômica [24]. Foi utilizado o valor médio das três medidas para a análise.

As oscilações do CP corporal foram analisadas no software MATLAB<sup>®</sup> com rotinas previamente desenvolvidas para os dados deste projeto de modo a obter parâmetros estabilométricos no domínio do tempo (deslocamento da oscilação total [DOT] do CP e a área de oscilação do CP [AREA]).

### Duração da passada

A duração da passada foi obtida a partir do registro da pressão plantar, utilizando uma plataforma piezoelétrica Footwork Pro<sup>®</sup> com superfície ativa de 490 x 490 mm, constituído de 4.096 captadores capacitivos calibrados, frequência de amostragem de 200 Hz, pressão máxima por captador de 120 N/cm<sup>2</sup>.

Antes de se iniciar a coleta dos dados, foi solicitado as participantes que caminhassem em linha reta pela sala de exame e sobre a plataforma de pressão até que se sentissem confortáveis diante das condições experimentais. Para dar início à coleta, as idosas foram instruídas a caminhar e ao chegar à plataforma pisar primeiro com o pé direito no percurso de ida, e no retorno, com o pé esquerdo.

A marcha foi orientada com olhar para frente, evitando assim que as idosas se concentrassem na plataforma de pressão e alterassem consequentemente os seus padrões normais de marcha. O percurso foi realizado três vezes com cada perna para o cálculo da média do tempo de contato dos pés durante a passada.

Para fins de análise estatística foi computada a média do tempo dos dois pés.

Todas as variáveis foram obtidas em dois momentos: antes (PRE) e após (POS) o período de 8 semanas de intervenção, por pesquisadores que não participaram do processo de alocação das idosas e não tiveram contato com os grupos durante as 8 semanas de intervenção.

Este estudo foi realizado de acordo com a resolução nº. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), sob o parecer nº 3.932.381. O estudo foi registrado no banco de dados do Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (REBEC), número de registro RBR-38xqkw.

#### *Análise dos dados*

Os dados contínuos foram apresentados como média e desvio padrão e os dados categóricos como frequências absoluta e relativa. A comparação entre dados contínuos foi realizada com ANOVA e entre dados categóricos a partir do teste Qui-quadrado ou exato de Fisher. A inspeção visual dos gráficos de histograma, juntamente com o teste de Shapiro-Wilk foram usados para verificar a normalidade da distribuição das variáveis estudadas. As diferenças intra-grupos e seus respectivos intervalos de confiança 95% foram calculadas usando o Teste T de Student, enquanto as diferenças entre-grupos e seus respectivos intervalos de confiança 95% foram calculadas usando um modelo linear misto considerando como fator fixo os grupos (GC, TP, HIFT) e a medida PRE como fator randômico. Todas as idosas que concluíram as avaliações foram incluídas na análise, independentemente do número de sessões, visando garantir uma análise por intenção de tratar.

As diferenças entre as médias nas comparações intra-grupos (PRE x POS) e entre-grupos (GC x TP x HIFT) com seus respectivos intervalos de confiança 95% foram reportados e interpretados como medida do tamanho do efeito, visto que estes permitem a identificação da direção e da magnitude do efeito, sendo por essa razão uma medida de tamanho do efeito [26]. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados em SPSS 21.0 (IBM-SPSS Inc., Chicago, IL, USA) e o nível de significância adotado foi de  $p < 0.05$ .

#### **Resultados**

A média de idade da amostra foi de  $68,8 \pm 5,8$  anos, o IMC de  $26,5 \pm 4,1$ , 71,1% não reportaram ter acompanhante, 88,9% eram alfabetizadas, 97,8% faziam uso de medicamentos e 35,6% relataram ter sofrido queda nos últimos 12 meses.

Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos na medida PRE (i.e., *baseline*) quanto à distribuição entre idade ( $p=0,635$ ), IMC ( $p=0,822$ ), situação conjugal ( $p=0,649$ ), escolaridade ( $p=0,407$ ), uso de medicamentos ( $p=0,507$ ) e quedas nos últimos 12 meses ( $p=0,360$ ), demonstrando assim homogeneidade na alocação das participantes entre os grupos. A descrição da amostra estratificada por grupos é apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Descrição da amostra. Dados apresentados agrupados e estratificados por grupos de intervenção.

Variável		Todos (n=45)	GC (n=15)	TP (n=15)	HIFT (n=15)	Valor de p
Idade (anos)*		68,8±5,8	68,1±6,1	68,5±5,7	70,0±5,5	0,635
IMC (Kg/m <sup>2</sup> ) *		26,5±4,1	27,0±4,5	26,0±3,2	26,4±4,6	0,822
Situação conjugal**	Com companheiro	13 (28,9)	3 (20,0)	5 (33,3)	5 (33,3)	0,649
	Sem companheiro	32 (71,1)	12 (80,0)	10 (66,7)	10 (66,7)	
Escolaridade**	Analfabeto	5 (11,1)	1 (6,7)	1 (6,7)	3 (20,0)	0,407
	Alfabetizado	40 (88,9)	14 (93,3)	14 (93,3)	12 (80,0)	
Uso de medicamentos**	Sim	44 (97,8)	14 (93,3)	15 (100,0)	15 (100,0)	0,507
	Não	1 (2,2)	1 (6,7)	0 (0,0)	0 (0,0)	
Quedas nos últimos 12 meses**	Sim	16 (35,6)	4 (26,7)	7 (46,7)	5 (33,3)	0,360
	Não	29 (64,4)	11 (73,3)	8 (53,3)	10 (66,7)	

(\*) Dados contínuos apresentados como média±desvio padrão, comparação entre-grupos realizada com ANOVA (\*\*). Dados categóricos apresentados como frequência absoluta (frequência relativa), comparações realizadas com teste Qui-quadrado ou exato de Fisher.

A média do número de sessões no grupo TP foi 20±2 sessões (mínimo – máximo = 17 – 23 sessões), enquanto no HIFT a média foi de 19±3 sessões (mínimo – máximo = 12 – 23 sessões). Apesar de haver idosas com frequência inferior a 70% das sessões, todas que realizaram as avaliações PRE e POS foram incluídas na análise seguindo a abordagem estatística por intenção de tratar. As comparações dentro de cada grupo (i.e., PRE vs POS) demonstraram que apenas os grupos que foram submetidos a intervenção (i.e., TP e HIFT) apresentaram redução significativa na duração da passada ( $p < 0,05$ ). A magnitude da diferença da duração da passada entre as medidas PRE e POS foi maior no grupo TP (-433.3 ms [IC 95% = -712.3 a -174.3 ms]), que no grupo HIFT (-219.7 ms [IC 95% = -377.3 a -62.0 ms]), mas apenas o grupo TP apresentou diferença significativa quando comparado ao grupo controle (GC). As comparações intra e entre-grupos não demonstraram diferença significativa nas demais variáveis estudadas ( $p > 0,05$ ), conforme pode ser observado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Comparação intra e entre-grupos dos parâmetros estabilométricos estático e dinâmico antes e após o Treinamento Proprioceptivo e HIFT.

Desfechos	Grupos						Diferenças dentro do próprio grupo			Diferenças entre-grupos <sup>§</sup>		
	GC		TP		HIFT		POS menos PRE			POS menos PRE		
	PRE	POS	PRE	POS	PRE	POS	GC	TP	HIFT	TP menos GC	HIFT menos GC	HIFT menos TP
<b>DOT OA (mm)</b>	769.2 (313.2)	769.2 (275.9)	799.1 (209.9)	767.8 (266.0)	741.7 (222.9)	750 (192.6)	53.1 (-83.3 a 189.5)	-31.4 (-120.8 a 58.1)	8.9 (-68.8 a 86.6)	-72.0 (-247.3 a 103.3)	-23.5 (-198.9 a 152.0)	48.6 (-130.3 a 227.4)
<b>DOT OF (mm)</b>	858.0 (272.0)	932.2 (332.3)	915.4 (228.0)	821 (234.0)	841.0 (204.5)	869.2 (215.5)	74.2 (-53.9 a 202.3)	-94.3 (-214.6 a 26.0)	28.3 (-62.5 a 119.0)	-174.0 (-369.7 a 21.6)	-24.8 (-220.4 a 170.8)	149.1 (-50.0 a 348.4)
<b>AREA OA (cm<sup>2</sup>)</b>	0.74 (0.50)	0.95 (0.74)	0.70 (0.35)	0.73 (0.60)	0.70 (0.55)	0.68 (0.41)	0.21 (-0.15 a 0.57)	0.03 (-0.26 a 0.32)	-0.02 (-0.22 a 0.19)	-0.11 (-0.59 a 0.37)	-0.19 (-0.67 a 0.29)	-0.08 (-0.57 a 0.41)
<b>AREA OF (cm<sup>2</sup>)</b>	0.83 (0.51)	1.12 (0.87)	0.85 (0.41)	0.80 (0.54)	0.80 (0.45)	0.79 (0.40)	0.29 (-0.19 a 0.76)	-0.05 (-0.30 a 0.20)	0.03 (-0.08 a 0.13)	-0.34 (-0.89 a 0.21)	-0.22 (-0.81 a 0.32)	0.09 (-0.48 a 0.65)
<b>DURAÇÃO DA PASSADA (ms)</b>	1267.7 (244.3)	1207.3 (364.3)	1480.3 (564.7)	1037.0 (190.8)	1359.7 (300.2)	1144.0 (186.5)	-59.3 (-285.6 a 166.9)	-433.3 (-712.3 a -174.3)*	-219.7 (-377.3 a -62.0)*	-403.5 (-780.6 a -26.4.9) <sup>§</sup>	-109.9 (-494.4 a 1274.6)	293.6 (-97.2 a 684.5)

Média ± desvio padrão dos desfechos estudados de cada grupo e média (intervalo de confiança 95%) das diferenças das médias para as comparações dentro do próprio grupo (PRE vs POS) e entre-grupos. DOT = Deslocamento da oscilação total; AREA = área de oscilação do CP; OA = olho aberto; OF = olho fechado; (§) Análise ajustada pela medida PRE; (\*) p < 0.05 na comparação intra-grupo; GC = grupo controle; TP = grupo treinamento proprioceptivo; HIFT = grupo High intensity functional training.

## Discussão

O presente estudo teve como objetivo avaliar e comparar as diferentes modalidades de treinamentos: proprioceptivo convencional e HIFT, sobre parâmetros estabilométricos e de duração da passada em idosas. Os resultados encontrados nesse estudo mostraram que, ambos os protocolos de intervenção (TP e HIFT) proporcionaram melhoras no parâmetro duração da passada nas comparações intra-grupo (i.e., PRE vs POS intervenção), no entanto, apenas o grupo TP apresentou diferença significativa na variável duração da passada, quando comparado ao GC.

No estudo de Kim e Hwangbo [12], 24 mulheres idosas residentes na comunidade realizaram 12 sessões, ao longo de 8 semanas, de treinamento de marcha com obstáculo, período de treinamento similar ao que as idosas de nosso estudo realizaram. Foi observado uma redução significativa no tempo de contato com os pés das participantes ao final do treinamento. Os autores afirmam que a diminuição do tempo de contato dos pés é resultante de uma adequada distribuição de peso nos pés, como também, um aumento da estabilidade dos pés por conta de incrementos na força e flexibilidade e melhor capacidade estratégica para lidar com a tarefa.

Da mesma forma, em nosso estudo, a menor duração do contato dos pés durante a passada pode indicar melhor controle postural, culminando em maior estabilidade dinâmica e aumento na confiança para execução do movimento [12]. No presente estudo a magnitude de redução do tempo de contato dos pés nas comparações intra-grupos foi maior no grupo TP (-433.3 [IC 95% = -712.3 a -174.3]) em relação ao grupo HIFT (-219.7 [IC 95% = -377.3 a -

62.0]), mas sem diferença significativa na comparação entre estes grupos. No entanto, apenas o grupo TP proporcionou estímulo suficiente para melhora em relação ao GC, o que pode ser justificado pela especificidade deste programa de treinamento aplicado, visto que incluiu diversas atividades de caminhada em diferentes pisos.

A duração do contato do pé durante a passada tende a aumentar com o envelhecimento [10-12,27,8] e se associa de forma direta com a velocidade da marcha e com maior risco de quedas [8]. Neste contexto, a redução da duração do contato do pé durante a passada pode se associar a uma diminuição no risco de queda nos idosos submetidos aos programas de treinamento físico.

Interessante notar que os parâmetros estabilométricos, os quais avaliam o controle postural de forma estática, não apresentaram diferenças significativas, tanto na comparação intra-grupo, quanto entre-grupos. Este resultado se encontra em desacordo com a melhora do parâmetro de controle postural dinâmico, a duração do contato dos pés na passada, mas pode ser justificado na afirmação de Hrysonmallis [28] de que a habilidade de manter o controle postural de forma dinâmica pode ser maior que a estática com a prática de exercícios, visto que a melhora na habilidade de manutenção do equilíbrio parece ser dependente das características das tarefas realizadas no treinamento. De fato, nos protocolos de intervenção realizados o equilíbrio era treinado predominantemente de forma dinâmica, o que pode justificar nossos resultados.

A medida da duração do contato dos pés durante a passada representa uma etapa importante da marcha, mas mudanças nesse parâmetro não permite inferir melhora no desempenho da marcha de forma global, visto que outras fases que compõe a tarefa da marcha, como a fase de balanço e a largura da passada, não foram mensuradas neste estudo. De fato, testes clínicos que avaliam o desempenho na tarefa de caminhada poderiam mostrar melhora significativa nas comparações entre-grupos, o que não foi observado nas comparações do tempo de contato dos pés durante a passada.

Considerando as análises intra-grupo, ambos os protocolos de intervenção se mostraram eficazes em melhorar um parâmetro relacionado à estabilidade dinâmica. Programas de treinamento proprioceptivo são desenvolvidos especificamente para promover melhoras no controle postural, o que se confirmou no presente estudo. Adicionalmente, nossos resultados mostraram que um programa de HIFT, apesar de não ser específico para melhora da marcha, pode promover melhoras no controle postural de forma dinâmica, em relação a uma condição pré-treinamento, mas não alcançando superioridade em relação a uma

condição controle. Não obstante, o programa HIFT também não se mostrou inferior a uma condição de TP.

A ênfase na intensidade do exercício confere ao HIFT o status de um programa de treinamento recomendado para melhoras da saúde cardiovascular, mas a característica de execução de movimentos com grande potencial de transferência para tarefas do dia-a-dia (i.e., exercícios funcionais), como agachamentos, deslocamentos do centro de gravidade anterior e posteriormente (i.e., lungue e reverse lungue), levantar-se do chão a partir do decúbito frontal (i.e., burpee), entre outros, permite hipotetizar que esta modalidade de treinamento tem potencial para promover melhoras do controle postural dinâmico [17].

De fato, Heinrich et al. [17] apresentaram resultados animadores, dando suporte à hipótese de que um programa de HIFT pode melhorar o desempenho em testes funcionais, os quais são diretamente influenciados pelo controle postural dinâmico. No entanto, no estudo de Heinrich et al. [17] não foi usado um grupo controle, ou mesmo um grupo submetido a um programa de treinamento específico para melhora do controle postural dinâmico como em nosso estudo.

Ressaltamos neste estudo a importância de protocolos de treinamento em idosos com baixo custo, como os aqui propostos, e que podem ser implantados nas unidades de básicas de saúde como uma opção de política pública com intuito melhorar a condição física de idosos.

## **Conclusões**

Os resultados mostraram que o TP e o HIFT foram capazes de melhorar o controle postural dinâmico em relação a medida pré intervenção, mensurado pelo tempo de contato dos pés durante a passada, mas, somente o grupo TP apresentou superioridade em relação ao grupo controle. Ambos os protocolos de treinamentos não ocasionaram melhoras nos parâmetros estabilométricos, promovendo ganhos apenas limitados na variável tempo de contato dos pés durante a passada. Terapeutas devem considerar a limitação destas modalidades de intervenção quanto a mudanças na duração da passada, no entanto, em caso de optar pela inclusão de uma destas como opções terapêuticas, a escolha deve seguir a preferência dos idosos e/ou experiência dos profissionais envolvidos na supervisão.

Sugere-se que estudos com maior número amostral, maior tempo de intervenção e utilizando métodos objetivos de avaliação da intensidade do exercício possam ser desenvolvidos, pontos identificados pelos autores como limitações desse estudo.

## Referências

- [1] N.B. Singh, W.R. Taylor, M.L. Madigan, M.A. Nussbaum. The spectral content of postural sway during quiet stance: Influences of age, vision and somatosensory inputs, *J. Electromyogr. Kinesiol.* 22 (2012) 131–136.
- [2] D.J.A. Eikema, V. Hatzitaki, D. Tzovaras, C. Papaxanthis. Age-dependent modulation of sensory reweighting for controlling posture in a dynamic virtual environment, *AGE* 34 (2012) 1381–1392.
- [3] D.R. Toledo, J.A. Barela. Age-related differences in postural control: effects of the complexity of visual manipulation and sensorimotor contribution to postural performance, *Exp. Brain. Res.* 232 (2014) 493–502.
- [4] H.B. Andrade, S.M. Costa, U.S. Pirôpo, L. Schettino, C.A. Casotti, R. Pereira. Lower limb strength, but not sensorial integration, explains the age-associated postural control impairment, *Muscles ligaments tendons J.* 7 (4) (2017) 598-602.
- [5] M. Duarte, S.M.S.F. Freitas. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio, *Rev. Bras. Fisioter.* 14 (3) (2010) 183-192.
- [6] U.S. Pirôpo, J.A.S. Rocha, R.S. Passos, D.L. Couto, A.M. Santos, A.M.B. Argolo, et al., Influence of visual information in postural control: Impact of the used stabilometric analysis methods. *Eur. J. Hum. Mov.* 37 (2016) 21-29.
- [7] G. Nagymáté, Z. Orlovits, R.M. Kiss. Reliability analysis of a sensitive and independent stabilometry parameter set., *PLoS ONE* 13(4) (2018).
- [8] H-E. Kim. Comparison of Plantar Pressure and Contact Time on Gait between the Korean Young and the Elderly Women, *Fashion & Text. Res. J.* 19 (5) (2017) 602-607.
- [9] S.G. Kim, C.W. Nam, M.S. Yong. The effect of increase in baggage weight on elderly women's lower extremity muscle activation during gait, *Arch Gerontol Geriatr.* 59 (3) (2014) 574–576.
- [10] J.H. Hollman, E.M. McDade, R.C. Petersen. Normative spatiotemporal gait parameters in older adults, *Gait Posture* 34 (1) (2011) 111-118.
- [11] M.C. Kilby, S.M. Slobounov, K.M. Newell. Postural instability detection: Aging and the complexity of spatial-temporal distributional patterns for virtually contacting the stability boundary in human stance, *PLoS ONE* 9 (10) (2014) 1-12.
- [12] S.G. Kim, G. Hwangbo. The effect of obstacle gait training on the plantar pressure and contact time of elderly women, *Arch gerontol geriatr.* 60 (3) (2015) 401-404.
- [13] E.K. Kristinsdottir, B. Baldursdottir. Effect of multisensory balance training for unsteady elderly people: pilot study of the “Reykjavik model”, *Disabil. Rehabil.* 36 (14) (2014) 1211-1218.
- [14] M.U. Pérez-Zepeda, E. Belanger, M. Zunzunegui, S. Phillips, A.Ylli, J. Guralnik. Assessing the Validity of Self-Rated Health with the Short Physical Performance Battery: A

CrossSectional Analysis of the International Mobility in Aging Study, PLoS ONE 11 (4) (2016).

[15] M.M.D Braga, G.S. Nunes, G.R. Shütz, F.S. De Menezes. Treinamento sensório-motor com Nintendo Wii® e disco proprioceptivo: efeitos sobre o equilíbrio de mulheres jovens saudáveis, R. Bras. Ci. e Mov. 20 (3) (2012) 37-45.

[16] A.F. Machado, J.S. Baker, F. Junior, J. Aylton, D.S. Bocalini. High-intensity interval training using whole-body exercises: training recommendations and methodological overview, Clin Physiol Funct Imaging 39 (2017) 378-383.

[17] K.M. Heinrich, D.A. Crawford, C.R. Langford, A. Kehler, V. Andrews. High-Intensity Functional Training Shows Promise for Improving Physical Functioning and Activity in Community-Dwelling Older Adults: A Pilot Study, J Geriatr Phys Ther. 44 (1) (2021) 9-17.

[18] K.M. Heinrich, P.M. Patel, J.L. O'neal, B.S. Heinrich. High-intensity compared to moderate-intensity training for exercise initiation, enjoyment, adherence, and intentions: An intervention study, BMC Public Health 14 (2014) 789-795.

[19] K.F. Schulz, D.G. Altman, D. Moher, G. Consort. CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials, J Clin Epidemiol. 340 (2010) 332.

[20] P.H.F. Bertolucci, S.M.D. Brucki, S. R. Campacci, Y. Juliano. O Mini-Exame do Estado Mental em uma População Geral: Impacto da Escolaridade. Arq Neuropsiquiatr. 52 (1) (1994) 1-7.

[21] T.J. Quinn, B.A. Coons. The Talk Test and its relationship with the ventilatory and lactate thresholds, J Sports Sci. 29 (11) (2011) 1175-1182.

[22] J.L. Reed, A.L. Pipe. The talk test: a useful tool for prescribing and monitoring exercise intensity, Curr Opin Cardiol. 29 (5) (2014) 475-480.

[23] A.A. Santos, F.T. Bertato, M.I.L. Montebelo, E.C.O. Guirro. Efeito do treinamento proprioceptivo em mulheres diabéticas, Rev. Bras. Fisioter. 12 (3) (2008) 183-187.

[24] F.M. Alfieri. Distribuição da pressão plantar em idosos após intervenção proprioceptiva, Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum. 10 (2) (2008) 137-142.

[25] k. Mcrae, J.J. Gross, J. Weber, E.R. Robertson, P. Sokol-Hessner, R.D. Ray, et al. The development of emotion regulation: an fMRI study of cognitive reappraisal in children, adolescents and young adults, SCAN 7 (2012) 11-22.

[26] R. Herbert, G. Jamtvedt, K.B. Hagen, J. Mead, I. Chalmers. Practical Evidence-Based Physiotherapy-E-Book, Elsevier Health Sciences, 2011.

[27] V. Segers, I.V. Caekenberghe, S.D. Mits, D.D. Clercq. Ageing effects on functional phases of the foot unroll during walking, Footwear Science 5(sup1) (2013) S111-S113.

[28] C. Hrysomallis. Balance ability and athletic performance, Sports Med. 41 (2011) 221-232.