







Fortalecimento intrínseco do pé e eletroestimulação em idosos - Ensaio clínico randomizado

Intrinsic foot strengthening and electrostimulation in older adults - Randomized clinical trial

Matheus Machado Rodrigues 
Daniel Cirillo Borges Junior 
Luan Veleda de Oliveira 
Matheus Teixeira Cabreira 
Marcelo Ferreira da Silveira 
Vitor Scotta Hentschke 

Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Cachoeira do Sul, RS, Brasil

Data da primeira submissão: Fevereiro 27, 2023

Última revisão: Junho 8, 2023

Aceito: Julho 7, 2023

*Correspondência: vitorscotta@gmail.com

Resumo

Introdução: O envelhecimento reduz a capacidade funcional, que está relacionada com a redução de força muscular de flexão plantar dos dedos dos pés. O exercício de fortalecimento da musculatura intrínseca do pé pode ser otimizado com o uso da eletroestimulação eletro (EENM). Devido à escassez de dados na literatura sobre a utilização desses métodos, torna-se necessário realizar novos estudos. **Objetivo:** Avaliar e comparar os efeitos do treino de fortalecimento da musculatura intrínseca do pé no risco de queda em idosos. **Métodos:** Trata-se de um ensaio clínico randomizado, no qual 19 idosos foram alocados em três grupos: controle (GC; n = 7), exercício (GE; n = 6) e exercício+eletroestimulação (GEE; n = 6). O GE recebeu um protocolo de exercícios para a musculatura intrínseca do pé, o GEE recebeu o mesmo protocolo seguido de EENM e o GC recebeu orientações quanto à prevenção de quedas. Os indivíduos foram avaliados antes e após a intervenção através dos testes de Apoio Unipodal (AU), Teste de Alcance Funcional (TAF), Timed Up and Go (TUG) e Paper Grip Test (PGT). Para a análise estatística, utilizou-se ANOVA 1 e 2 vias. Considerou-se estatisticamente significativo um valor de $p < 0,05$. **Resultados:** Observou-se melhora significativa no teste TUG ($9,64 \pm 1,78$ vs $8,20 \pm 1,94$) em relação ao GE. Em relação ao GEE, houve melhora tanto no TUG ($12,68 \pm 4,01$ vs $10,61 \pm 3,70$) quanto no TAF ($26,37 \pm 7,66$ vs $33,14 \pm 9,73$). **Conclusão:** Conclui-se que um protocolo de exercício associado à eletroestimulação melhora o desempenho nos testes de equilíbrio funcional e equilíbrio dinâmico em indivíduos idosos.

Palavras-chave: Idoso. Terapia por estimulação elétrica. Terapia por exercício. Força muscular.

Abstract

Introduction: Aging reduces functional capacity related to reduced toe plantar flexion strength. The exercise for strengthening the foot's intrinsic muscles can be optimized using electrostimulation. Due to the scarcity of data in the literature on these methods, further studies are necessary.

Objective: To evaluate and compare the effects of training to strengthen the foot's intrinsic muscles on the risk of falls in older adults. **Methods:** This is a randomized clinical trial with 19 older patients allocated into three groups: control (CG; n = 7), exercise (EG; n = 6), and exercise+electrostimulation (EEG; n = 6). The EG received an exercise protocol for the foot's intrinsic muscles, the EEG received the same protocol with Neuromuscular electrical stimulation (NMES), and the CG received guidance regarding preventing falls. The individuals were evaluated before and after the intervention using the Single-Limb balance test (SLBT), Functional Reach Test (FRT), Timed Up and Go (TUG), and Paper Grip Test (PGT) tests. One and two-way ANOVA was used for the statistical analysis. Statistical significance was set at $p < 0.05$. **Results:** There was a significant improvement in the TUG test (9.64 ± 1.78 vs. 8.20 ± 1.94) in relation to the EG. With the EEG, there was an improvement both in the TUG (12.68 ± 4.01 vs. 10.61 ± 3.70) and in the FRT (26.37 ± 7.66 vs. 33.14 ± 9.73) with $p < 0.05$. **Conclusion:** An exercise protocol associated with electrostimulation improves performance in functional and dynamic balance tests in older adults.

Keywords: Aged. Electric stimulation therapy. Exercise therapy. Muscle strength.

Introdução

O envelhecimento é um processo marcado por alterações funcionais, morfológicas, bioquímicas e psicológicas, resultando na perda de adaptabilidade e favorecendo uma maior incidência de processos patológicos à população idosa. O mesmo traz uma redução da capacidade funcional, determinada pelas limitações físicas, que podem gerar uma dependência na execução de tarefas relacionadas à vida diária.¹ Esse processo tem maior risco de acidentes e reduz a massa e a força muscular, o que torna o idoso mais vulnerável.²

O pé é considerado uma estrutura do corpo humano que proporciona a manutenção da postura e tem a função de receber e distribuir o peso do corpo, supor-

tando esse peso tanto na posição ortostática quanto durante a deambulação.³ O envelhecimento acarreta a redução de força muscular desse membro, reduzindo a força muscular de flexão plantar dos dedos dos pés, sendo que a força muscular dos flexores é essencial para controlar mudanças na descarga de peso corporal e auxiliar o corpo durante a marcha.⁴

A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é uma opção viável para a prevenção de força muscular. A mesma consiste na aplicação de corrente elétrica, que despolariza os nervos motores através dos eletrodos sobre os músculos, fixados junto à pele, com o propósito de promover contrações musculares, favorecendo o aumento da força muscular, resistência e reeducação muscular.⁵ Os efeitos da EENM no músculo abdutor do hálux, em pacientes com hálux valgo, proporcionam uma ação significativa na produção de força muscular e funcionalidade durante o exercício.⁶ Intervenções com protocolos de EENM em idosos têm se mostrado uma alternativa eficaz para preservar e recuperar a função muscular, visto que estimulam diretamente a síntese de proteínas do músculo esquelético, assim viabilizando um menor risco de queda a essa população. Contudo existe grande divergência entre os autores no quesito parâmetros e tempo de intervenção.⁷

Os programas de exercícios de fortalecimento da musculatura intrínseca do pé são eficazes na redução de quedas, visto que idosos podem aumentar significativamente a força dos músculos do hálux e dos flexores do dedo do pé.^{8,9} A prática de exercício físico traz benefícios, auxilia na melhora da mobilidade global, reduz o risco de quedas e contribui para a melhora da força muscular, equilíbrio e flexibilidade.¹⁰

Devido à escassez de dados na literatura sobre a utilização desses métodos na redução do risco de quedas em idosos, torna-se necessário realizar novos estudos e analisar os achados. Visto a gravidade dos problemas diante essa população, o objetivo deste trabalho é avaliar e comparar os efeitos do treino de fortalecimento da musculatura intrínseca do pé e da eletroestimulação no risco de queda em idosos.

Métodos

Trata-se de um ensaio clínico randomizado, cego ao avaliador, com grupo controle e dois grupos experimentais. Este estudo seguiu as recomendações

do *Consolidated Standards of Reporting Trials* (CONSORT).¹¹ O presente projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Luterana do Brasil - ULBRA (CAAE 51619221.6.0000.5349) e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Critérios de inclusão e exclusão

A amostra foi recrutada no município de Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul. Foram incluídos indivíduos de ambos os sexos, com idade maior ou igual a 60 anos, sem limitações físicas (não ser acamado ou cadeirante), que não utilizavam próteses de membros inferiores (amputados), livres de distúrbios neurológicos, sem limitações de compreensão (ser responsivo para comandos verbais) e que assinaram devidamente o TCLE. Foram excluídos indivíduos que utilizavam marcapasso, apresentavam lesões de pele nos pés, hipertensão arterial sistêmica não controlada, deficiência visual sem correção, déficit cognitivo e indivíduos que estavam realizando outro tipo de treinamento específico para equilíbrio.

Tamanho da amostra

O tamanho da amostra foi calculado usando o software G*Power versão 3.1.9.2 para Windows (Franz Faul, Universität Kiel, Alemanha). Para detectar um coeficiente de correlação de 0,77 para a intervenção de fortalecimento dos pés no risco de quedas, adotando $\alpha = 5\%$ e potência do teste $(1-\beta)$ igual a 80%, seriam necessários 21 indivíduos para compor a amostra do estudo.

Randomização e alocação

O estudo foi realizado entre abril e junho de 2022 nas dependências da ULBRA, Campus Cachoeira do Sul. Os indivíduos foram convidados a participar do estudo através de uma solicitação verbal, em que foram orientados quanto aos objetivos, metodologia e aplicação da pesquisa. Em seguida, para aqueles que aceitaram, solicitou-se a assinatura do TCLE e foram coletados os dados pessoais. A avaliação inicial se deu através do preenchimento do questionário sociodemográfico. Logo em seguida, os indivíduos

foram randomizados em três grupos: controle (GC), exercício (GE) e exercício+eletroestimulação (GEE).

O procedimento de randomização foi realizado por meio de papéis com os nomes dos grupos alocados em um recipiente. A randomização e alocação foram realizadas pelo mesmo pesquisador, que ficou responsável pela aplicação da intervenção e controle. Outro pesquisador ficou responsável por realizar a avaliação inicial e um terceiro, o qual desconhecia a ordem de alocação dos grupos, por realizar os testes pré e pós-intervenção nos testes Timed Up and Go (TUG), Teste de Alcance Funcional (TAF), Paper Grip Test (PGT) e Teste de Apoio Unipodal (TAU).

Desenho do estudo

Os participantes foram avaliados antes e após a intervenção. O período de intervenção foi de quatro semanas, duas vezes por semana, somando oito sessões no total. O GE recebeu um protocolo de exercícios para o fortalecimento da musculatura intrínseca do pé. O GEE recebeu o mesmo protocolo de exercícios, porém com mais 20 minutos de eletroestimulação, com os eletrodos fixados no ponto motor do músculo abdutor do hálux, e o GC recebeu orientações referentes à prevenção e cuidados quanto a quedas.

O equilíbrio funcional foi avaliado pelo TUG. O participante iniciou o teste sentado comodamente em uma cadeira, com as costas apoiadas sobre o respaldo e braços relaxados sobre as coxas. Antes da realização do teste foi demonstrado pelo examinador como se realizava o mesmo. Quando o teste iniciou, o participante percorreu uma distância de 3 metros, fez a volta em um cone de marcação e sentou-se novamente na cadeira, tendo o tempo cronometrado do sinal de início até o retorno à cadeira. O ponto de corte para o risco de queda foi abaixo de 12,47 segundos.¹²⁻¹³

O equilíbrio dinâmico foi avaliado através do TAF. Para o início do teste, colocou-se uma fita métrica fixa à parede, na altura do acrômio do participante, e marcou-se na parede a posição inicial a partir da extremidade do dedo médio. O indivíduo se manteve em pé, com os membros inferiores separados na largura dos ombros. O ombro ficou fletido em 90°, o cotovelo estendido, o punho em posição neutra e os dedos fletidos. Solicitou-se que o participante se inclinasse o máximo que conseguisse para a frente, mantendo o braço estendido,

sem tirar os calcanhares do chão e sem perder o equilíbrio. Em seguida, verificou-se a medida alcançada, considerando três tentativas, e obteve-se o resultado por meio da média da diferença entre a medida da posição inicial e final.¹⁴⁻¹⁵

A força muscular foi avaliada através do teste PGT. O participante foi instruído a sentar em uma cadeira, com os joelhos e quadris flexionados e o tornozelo em posição neutra junto ao solo. Colocou-se um pedaço de papelão não laminado (85 × 55 mm) abaixo do hálux e posteriormente abaixo dos dedos. Solicitou-se ao indivíduo que fizesse força com os pés, a fim de impedir que o avaliador tentasse tirar o papelão para longe dos dedos dos pés. O teste foi realizado três vezes para o hálux e três vezes para os outros dedos juntos. A duração de cada tentativa foi de aproximadamente 3 a 4 segundos. O teste é considerado positivo quando o participante consegue executar e negativo quando não consegue aplicar resistência suficiente no papel.¹⁶

O equilíbrio estático foi avaliado por meio do TAU, com o indivíduo em pé e com os braços ao lado do corpo. Solicitou-se que o sujeito retirasse o pé do solo, flexionasse o joelho e se equilibrasse em uma perna só durante 30 segundos. Iniciou-se a contagem do tempo

e o teste foi interrompido caso o indivíduo colocasse o pé no chão ou chegasse ao tempo máximo de 30 segundos. Foram feitas três tentativas e o maior tempo foi considerado.¹⁷⁻¹⁸

Protocolo de exercício

O protocolo de exercício (Figura 1) seguiu o proposto por Mickle et al.,⁹ que consiste em um breve aquecimento, seguido de exercícios de fortalecimento para a musculatura intrínseca do pé. O protocolo iniciou com um aquecimento, que consistia em caminhar com a ponta dos dedos do pé, realizando rotações de tornozelo (3 a 5 minutos). Após o aquecimento, deu-se início a exercícios de fortalecimento muscular, que abrangiam a elevação do arco plantar, plantiflexão, inversão e eversão de tornozelo, flexão dos dedos do pé e do hálux, dorsiflexão de tornozelo, afastamento dos dedos do pé e alongamento da fásia plantar associado a uma breve massagem. O protocolo seguiu por aproximadamente 45 minutos, utilizando faixa elástica ou o próprio peso corporal. A progressão foi realizada com o aumento de repetições e mudança no grau de resistência da faixa elástica (1-3 séries; 10-15 repetições).



Figura 1 - Protocolo de exercício.

Nota: A = aquecimento; B = elevação do arco plantar; C = plantiflexão; D = inversão; E = eversão; F = flexão dos dedos do pé; G = flexão do hálux; H = dorsiflexão; I = afastamento dos dedos do pé; J = massagem e alongamento da fásia.

Protocolo de exercício com eletroestimulação

Além do protocolo de exercícios citado, incluiu-se a eletroestimulação, seguindo a proposta de Shimoura et al.⁶ Os participantes permaneceram sentados e após a limpeza da pele com gel e álcool, os eletrodos foram fixados no ponto motor do músculo abductor do hálux, mais especificamente posterior e inferior à tuberosidade navicular e 2 cm à frente do primeiro eletrodo. O protocolo de eletroestimulação (Figura 2), realizado com o aparelho Ibramed®, consistiu em 20 minutos de estimulação elétrica por meio de baixa frequência, com frequência de 20 Hertz (Hz), largura de pulso de 300 microssegundos, tempo de subida de 1 segundo, tempo de estímulo (ON) de 5 segundos, tempo de descida de 1 segundo e tempo de relaxamento (OFF) de 10 segundos. A intensidade foi ajustada conforme a tolerância do participante.



Figura 2 - Protocolo de eletroestimulação.

Análise estatística

Para variáveis quantitativas, os dados foram expressos como média \pm desvio padrão (DP) para cada variável e grupo. Para variáveis qualitativas, os dados foram expressos em frequências relativas e absolutas para cada variável e grupo. O teste de Shapiro-Wilk foi realizado para avaliar a normalidade de todas as variáveis. ANOVA de uma via foi utilizado para a comparação entre os grupos das variáveis sociodemográficas e características basais dos grupos de estudo. ANOVA de duas vias com medidas repetidas foi utilizado para comparar os efeitos dos exercícios associados ou não à eletroestimulação e do controle nos valores do TUG (segundos), TAF (cm) e TAU (segundos). O teste de qui-quadrado ou exato de Fischer foi utilizado para investigar as variáveis quantitativas sociodemográficas, basais e do PGT. Um valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo. Utilizou-se como ferramenta computacional para a análise de dados o SigmaPlot 11.0 (Systat Software Inc., San Jose, CA, USA) para Windows. O GraphPad Prism 5 (Graph-Pad Software, San Diego, CA, USA) para Windows foi usado como ferramenta computacional para a construção dos gráficos.

Resultados

O estudo foi iniciado com 27 voluntários, porém dois não se encaixaram nos critérios de elegibilidade, visto que um indivíduo apresentava lesão de pele nos pés e o outro apresentava deficiência visual sem correção. Ao decorrer do estudo foram excluídos seis indivíduos por motivo de desistência (Figura 3). Sendo assim, o tamanho amostral final foi de 19 indivíduos: GC ($n = 7$), GE ($n = 6$) e GEE ($n = 6$).

A Tabela 1 expressa os dados sociodemográficos e características basais dos grupos de estudo. Como comorbidades prevalentes, destacaram-se a hipertensão arterial sistêmica (HAS) (63,15%) e a diabetes mellitus (DM) (26,31%). Todos os participantes negaram etilismo (100%) e a maioria nega tabagismo (78,94%). Alguns participantes relataram ter tido episódio de quedas recente (42,10%), grande parte relatou não praticar atividade física (73,69%) e os que relataram praticar realizam caminhada de 2 a 3 vezes na semana.

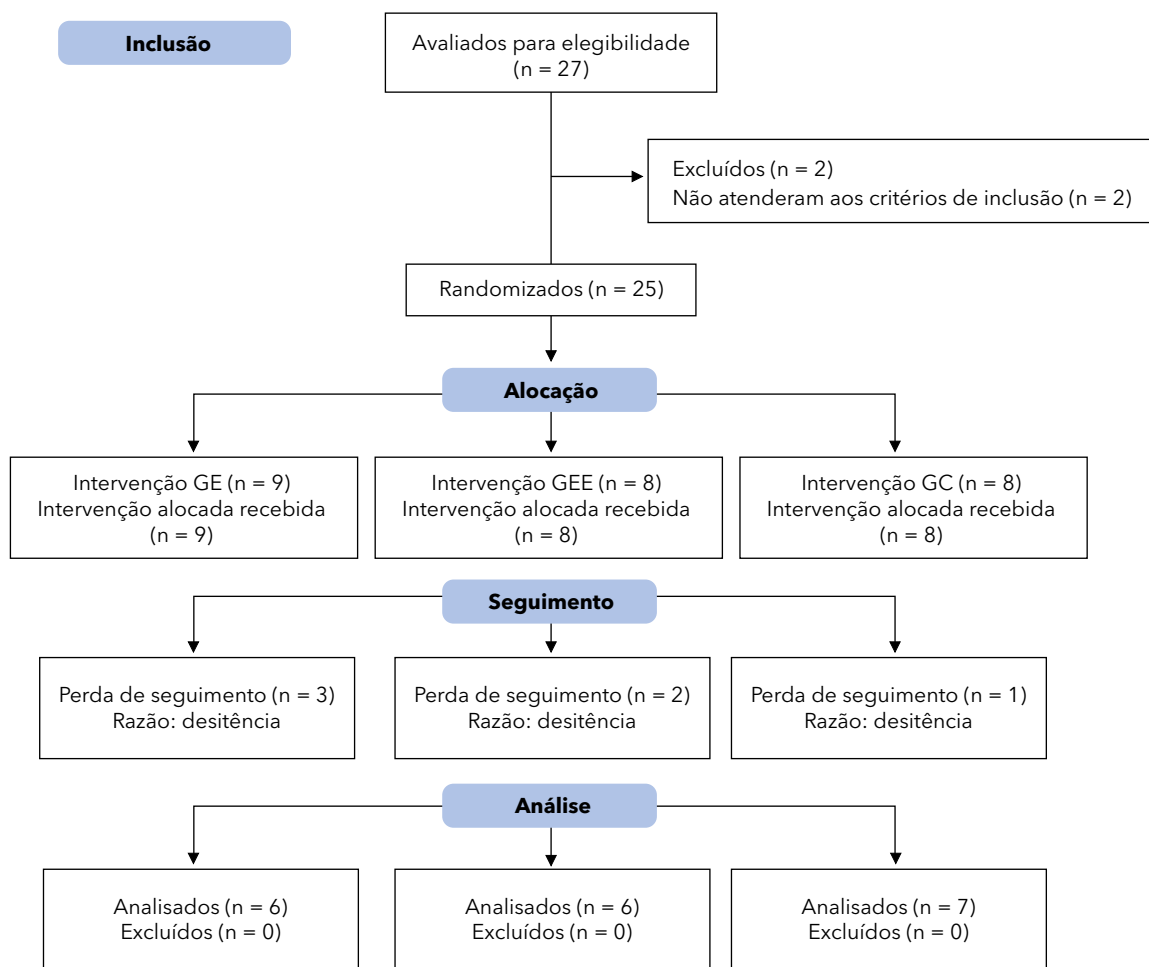


Figura 3 - Fluxograma dos participantes, conforme o Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT 2010).

Nota: GE = grupo exercício; GEE = grupo exercício+eletroestimulação; GC = grupo controle.

Tabela 1 - Descrição dos dados sociodemográficos e características basais dos grupos de estudo

Variáveis n (%)	GC (n = 7)	GE (n = 6)	GEE (n = 6)	ANOVA
Idade*	68,60 ± 5,91	68,70 ± 7,73	72,30 ± 6,18	0,5360
Sexo (masculino/feminino)	1(14,3)/6(85,7)	1(16,7)/5(83,3)	3(50,0)/3(50,0)	-
HAS	5 (71,4)	3 (50,0)	4 (66,7)	0,7104
Diabetes melitus	1 (14,3)	2 (33,3)	2 (33,3)	0,6613
Tabagista	3 (42,8)	1 (16,7)	0	0,1595
Etilista	0	0	0	-
Episódio de quedas recente	2 (28,6)	3 (50,0)	3 (50,0)	0,6594
Atividade física	1 (14,3)	3 (50,0)	1 (16,7)	0,2800

Nota: GC = grupo controle; GE = grupo exercício; GEE = grupo exercício+eletroestimulação; HAS = hipertensão arterial sistêmica controlada. *Dados apresentados em média ± desvio padrão. Análise estatística = ANOVA de uma via (p < 0,05).

Efeitos das intervenções nos participantes

No GE, em relação à análise dos testes funcionais dos participantes pré e pós-intervenção, houve um ganho estatisticamente significativo no TUG ($9,64 \pm 1,78$ vs $8,20 \pm 1,94$ (Figura 4A). No TAF ($30,04 \pm 7,22$ vs $35,10 \pm 12,05$; Figura 4B) e no AU ($15,91 \pm 15,48$ vs $20,16 \pm 10,93$; Figura 4C) não observou-se diferença significativa. Sugere-se que o exercício para a musculatura intrínseca do pé aumenta o desempenho no TUG, ou seja, no equilíbrio funcional.

No GEE, houve um ganho estatisticamente significativo em relação ao TUG ($12,68 \pm 4,01$ vs $10,61 \pm 3,70$;

Figura 4A) e ao TAF ($26,37 \pm 7,66$ vs $33,14 \pm 9,73$; Figura 4B). Não houve melhora significativa no AU ($11,97 \pm 10,18$ vs $13,51 \pm 13,01$; Figura 4C). Sugere-se que o exercício associado à eletroestimulação para a musculatura intrínseca do pé aumenta o desempenho no TUG e no TAF, ou seja, no equilíbrio funcional e dinâmico.

No GC, não observou-se diferença significativa no TUG ($13,29 \pm 7,05$ vs $14,00 \pm 6,45$; Figura 4A), no TAF ($27,04 \pm 7,74$ vs $25,03 \pm 9,34$; Figura 4B) e no AU ($10,43 \pm 9,67$ vs $8,94 \pm 9,22$; Figura 4C). As alterações provocadas na força muscular da musculatura intrínseca do pé advinda da intervenção, avaliada via o PGT, não apresentaram diferença significativa.

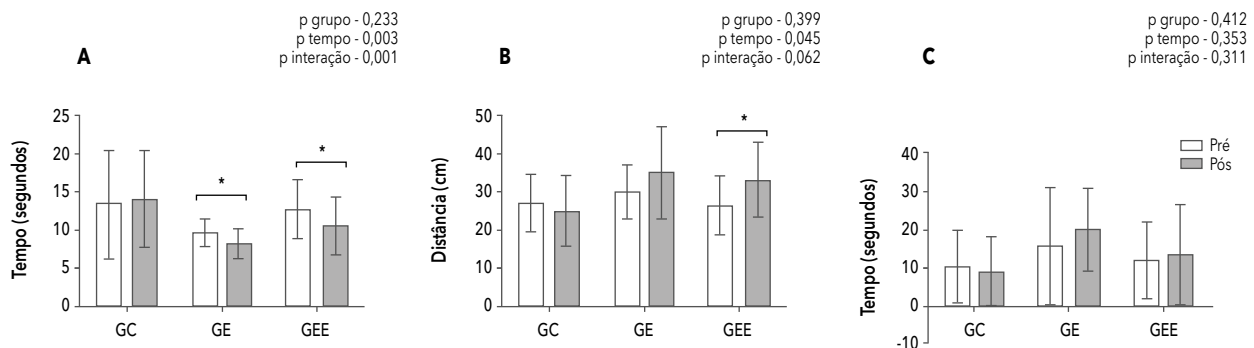


Figura 4 - Resultados dos testes Timed up And Go (A), Teste de Alcance Funcional (B) e Apoio Unipedal (C).

Nota: GC = grupo controle; GE = grupo exercício; GEE = grupo exercício+eletroestimulação. Valores estão descritos em média \pm desvio padrão. Análise estatística = ANOVA de duas vias. Símbolos representam a comparação entre os grupos (* $p < 0,05$).

Discussão

Esse ensaio clínico randomizado controlado mostrou que um protocolo de exercício associado à eletroestimulação tem efeito positivo na capacidade funcional quando comparado a uma rotina sem exercícios em indivíduos idosos. Esse resultado pode ser evidenciado pelo desempenho nos testes de equilíbrio funcional e equilíbrio dinâmico nessa população.

Vários estudos têm demonstrado os benefícios do exercício físico em geral, com destaque para o treinamento de ganho de força nos membros inferiores, no que diz respeito à melhoria da qualidade de vida em idosos quando comparados a grupos de idosos sedentários.^{9,10,19} Poucos estudos, porém, avaliam os

efeitos do treinamento predominantemente de força muscular e equilíbrio e com enfoque na prevenção de quedas, sendo que os que utilizam intervenções empregam protocolos variados nessa população. No presente estudo verificou-se se um protocolo de exercícios terapêuticos para a musculatura intrínseca do pé associado à eletroestimulação no músculo abductor do hálux teria efeitos positivos na população idosa, tais como aumento de força muscular e equilíbrio, a fim de se obter ganhos funcionais e reduzir o risco de quedas, que é altamente presente nesse público.²⁰ Em relação ao benefício do exercício físico, que é primordial para a redução do risco de queda nesses indivíduos, no estudo de Mei et al.,²¹ onde foram selecionados 40 idosos para realizarem uma sequência de exercícios, incluindo

aquecimento, exercício aeróbico (corrida, caminhada rápida, dança em grupo, entre outras atividades) e desaquecimento final, notou-se melhora em diversos fatores, como na qualidade física dessa população e nas atividades de vida diária. Liu-Ambrose et al.²² aplicaram um programa de exercício em idosos que sofreram quedas nos últimos 12 meses, em que o grupo intervenção recebeu exercícios de fortalecimento dos membros inferiores e equilíbrio com treino de mudanças de direção e redução da base de apoio, e o outro grupo recebeu cuidados habituais. Ao final do estudo, notou-se que o grupo que recebeu programa de exercício teve significativamente reduzida a taxa de quedas quando comparado com o outro grupo.

O TUG, descrito por Podsiadlo e Richardson,¹² é uma forma simples e prática de testar a medida da mobilidade funcional, além de ser utilizado como ferramenta para a avaliação do risco de quedas em idosos.¹³ No presente estudo, notou-se uma melhora significativa em relação ao TUG após um programa de exercícios para a musculatura intrínseca do pé, proporcionando um melhor desempenho musculoesquelético e capacidade funcional ao idoso, indicando um possível preditor para o risco de quedas. Tomick et al.²³ realizaram um estudo em que os participantes foram alocados em dois grupos, um em que não realizaram nenhum tipo de intervenção e o outro em que foi realizado um programa de exercícios físicos composto de um breve período de aquecimento (caminhadas), a parte principal com exercícios funcionais de resistência aeróbia, força e resistência muscular, flexibilidade, equilíbrio estático e dinâmico, agilidade e coordenação motora e o encerramento com exercícios de alongamento dos principais grupos musculares e exercícios respiratórios. Os autores observaram uma melhora significativa tanto no TUG quanto na Escala de Equilíbrio de Berg (EB) quando comparados o grupo que realizou o programa de exercícios e o grupo controle.²³

O TAF, desenvolvido por Duncan et al.,¹⁴ é considerado uma avaliação com índice indicativo para risco de queda, o qual analisa a capacidade do equilíbrio estático e está relacionado com atividades de vida diária. Nesse estudo, o TAF apresentou uma melhora significativa quando o exercício foi associado à eletroestimulação, melhorando também significativamente o desempenho no TUG. Tal fato demonstra que quando o exercício foi associado à eletroestimulação, obteve-se uma melhora tanto no equilíbrio dinâmico quanto no funcional. Na literatura, a eletroestimulação ainda não foi investigada

nesse grupo muscular para o fim em comum. Em Reidel et al.,²⁴ porém, foram avaliados os efeitos da EENM no quadríceps sobre a funcionalidade de idosos frágeis e pré-frágeis hospitalizados, alocados em grupo controle e grupo intervenção, onde ambos receberam alongamento passivo, fortalecimento de membros superiores, inferiores e cinesioterapia, porém só o grupo intervenção recebeu o protocolo de EENM. O mesmo apresentou efeitos significativos para perimetria da coxa direita, número de repetições no teste de sentar e levantar e força muscular do quadríceps quando comparado ao grupo controle. Isso demonstra que o exercício, quando associado à eletroestimulação, pode apresentar resultados significativos quanto à prevenção de quedas em idosos.

O PGT foi escolhido para mensurar a força da musculatura intrínseca do pé devido a sua fácil aplicabilidade, estando correlacionado com a força muscular dos grupos musculares do pé e tornozelo e com a capacidade de manter o equilíbrio, assegurando uma melhor avaliação do risco de quedas. Contudo, por ser um teste qualitativo e variar de acordo com o avaliador, demonstra baixa confiabilidade para fins de pesquisa. Diante disso, originou-se o PGT aprimorado, que é um teste quantitativo em que utiliza-se um dinamômetro junto ao papel para mensurar a força muscular; seu custo, entretanto, é mais alto.¹⁶ No presente estudo, o PGT não apresentou alterações provocadas entre os grupos na força da musculatura intrínseca do pé. Cabe salientar que esse estudo apresentou limitações referente ao PGT por ter sido usado o teste qualitativo, visto que o custo para o teste PGT aprimorado seria elevado.

Gonçalves et al.²⁵ realizaram um programa físico de equilíbrio relacionado às quedas em idosos que abrangia aquecimento, exercícios para controle do ajustamento, exercícios de força muscular com ênfase na musculatura dos membros inferiores e exercícios de alongamento e relaxamento. O estudo teve a participação de 17 idosos e foram realizados os testes AU, TUG, força muscular e flexibilidade de membros inferiores, além do questionário Falls Efficacy Scale-International (FES-I). Apontou-se mudança estatística significante entre o período pré e pós-treinamento nas variáveis AU, TUG e flexibilidade, havendo uma melhora no equilíbrio.²⁵ No presente estudo, em relação ao AU, não houve diferença entre os grupos. De acordo com esses achados e com o objetivo de chegar a conclusões mais relevantes para o tema como um todo, recomenda-se um estudo em maior escala.

No presente estudo, aplicou-se um protocolo seguro e eficiente de exercícios para a musculatura intrínseca do pé em idosos, proporcionando melhora no equilíbrio funcional e no equilíbrio dinâmico quando o exercício foi associado à eletroestimulação, trazendo benefícios e servindo de ferramenta fisioterapêutica complementar, visto que essa população requer uma atenção especial devido aos fatores expostos nesse trabalho. Do ponto de vista prático e clínico, os resultados apresentados estão relacionados à melhora do equilíbrio funcional dos pacientes idosos. A mensuração através de testes específicos validados pela literatura é um importante fator para que os resultados possam tornar o exercício físico aliado à eletroterapia uma importante ferramenta para a diminuição do risco de queda nessa população.

Conclusão

Conclui-se que um protocolo de exercícios de fortalecimento para a musculatura intrínseca do pé melhorou significativamente o desempenho no TUG. Apenas no GEE obteve-se também melhora de desempenho no TAF. Assim, um protocolo de exercício associado à eletroestimulação melhora o equilíbrio funcional e o equilíbrio dinâmico em idosos.

Contribuição dos autores

MMR, DCBJ e VSH ficaram responsáveis pela concepção e delineamento do estudo, análise e interpretação dos dados, redação e revisão do manuscrito. LVO, MTC e MFS, pela coleta dos dados e revisão crítica do manuscrito; e VSH, pela análise estatística. Todos os autores aprovaram a versão final do artigo.

Referências

1. Ferreira OGL, Maciel SC, Costa SMG, Silva AO, Moreira MASP. Envelhecimento ativo e sua relação com a independência funcional. *Texto Contexto Enferm.* 2012;21(3):513-8. [DOI](#)
2. Gasparotto LPR, Falsarella GR, Coimbra AMV. As quedas no cenário da velhice: conceitos básicos e atualidades da pesquisa em saúde. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2014;17(1):201-9. [DOI](#)
3. Ledoux WR, Hillstrom HJ. The distributed plantar vertical force of neutrally aligned and pes planus feet. *Gait Posture.* 2002;15(1):1-9. [DOI](#)
4. Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle risk factors for falls in older people: a prospective study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006;61(8):866-70. [DOI](#)
5. Langeard A, Bigot L, Chastan N, Gauthier A. Does neuromuscular electrical stimulation training of the lower limb have functional effects on the elderly? A systematic review. *Exp Gerontol.* 2017;91:88-98. [DOI](#)
6. Shimoura K, Nishida Y, Abiko S, Suzuki Y, Zeidan H, Kajiwara Y, et al. Immediate effect of neuromuscular electrical stimulation on the abductor hallucis muscle: A randomized controlled trial. *Electromagn Biol Med.* 2020;39(4):257-61. [DOI](#)
7. Figueira MC, Ferreira ACNO, Sampaio LS. Estimulação elétrica neuromuscular na força muscular e desempenho motor do idoso: uma revisão sistemática. *Res Soc Dev.* 2021;10(16):e90101623398. [DOI](#)
8. Sherrington C, Fairhall NJ, Wallbank GK, Tiedemann A, Michaleff ZA, Howard K, et al. Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;1(1):CD012424. [DOI](#)
9. Mickle KJ, Caputi P, Potter JM, Steele JR. Efficacy of a progressive resistance exercise program to increase toe flexor strength in older people. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2016;40:14-9. [DOI](#)
10. Mazo GZ, Liposcki DB, Ananda C, Prevê D. Condições de saúde, Incidência de quedas e nível de atividade física dos idosos. *Rev Bras Fisioter.* 2007;11(6):437-42. [DOI](#)
11. Schulz KF, Altman DG, Moher D. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomized trials. *BMJ.* 2010;340:c332. [DOI](#)
12. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-8. [DOI](#)
13. Alexandre TS, Meira DM, Rico NC, Mizuta SK. Accuracy of Timed Up and Go Test for screening risk of falls among community-dwelling elderly. *Rev Bras Fisioter.* 2012;16(5):381-8. [DOI](#)

14. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol.* 1990;45(6):M192-7. [DOI](#)
15. Karuka AH, Silva JAMG, Navega MT. Análise da concordância entre instrumentos de avaliação de equilíbrio corporal em idosos. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15(6):460-6. [DOI](#)
16. Chatzistergos PE, Healy A, Balasubramanian G, Sundar L, Ramachandran A, Chockalingam N. Reliability and validity of an enhanced paper grip test; A simple clinical test for assessing lower limb strength. *Gait Posture.* 2020;81:120-5. [DOI](#)
17. Matsudo SM, Matsudo VKR, Barros Neto TL. Efeitos benéficos da atividade física na aptidão física e saúde mental durante o processo de envelhecimento. *Rev Bras Ativ Fis Saude.* 2012;5(2):60-76. [Link de acesso](#)
18. Briggs RC, Gossman MR, Birch R, Drews JE, Shaddeau SA. Balance performance among noninstitutionalized elderly women. *Phys Ther.* 1989;69(9):748-56. [DOI](#)
19. Thomas E, Bettaglia G, Patti A, Brusa J, Leonardi V, Palma A, et al. Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly: A systematic review. *Medicine (Baltimore).* 2019;98(27):e16218. [DOI](#)
20. Sousa-Araújo IV, Gomes NC, Santos-Nascimento J, Ribeiro CCNR, Tavares DMS. Queda entre idosos: preditores e distribuição espacial. *Rev Salud Publica.* 2019;21(2):187-94. [DOI](#)
21. Mei N, Chang Y. Effect of aerobic exercise on physical function indices in the elderly. *Rev Bras Med Esporte.* 2023;29:e2022_0236. [DOI](#)
22. Liu-Ambrose T, Davis JC, Best JR, Dian L, Madden K, Cook W, et al. Effect of a home-based exercise program on subsequent falls among community-dwelling high-risk older adults after a fall: a randomized clinical trial. *JAMA.* 2019;321(21):2092-2100. [DOI](#)
23. Tomick C, Zanini SCC, Cecchin L, Benedetti TRB, Portella MR, Leguisamo CP. Effect of physical exercise program on the balance and risk of falls of institutionalized elderly persons: a randomized clinical trial. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2016;19(3):473-82. [DOI](#)
24. Reidel LT, Cecchele B, Sachetti A, Calegari L. Effects of neuromuscular electrostimulation of quadriceps on the functionality of fragile and pre-frail hospitalized older adults: randomized clinical trial. *Fisioter Pesqui.* 2020;27(2):126-32. [DOI](#)
25. Gonçalves AK, Hauser E, Martins VF, Possamai VD, Griebler EM, Blessmann EJ, et al. Programa físico de equilíbrio: ajustável às quedas em idosos. *J Phys Educ.* 2017;28(1):e2808. [DOI](#)