
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E
TECNOLOGIAS**

**INFLUÊNCIA DO TREINO COM REALIDADE VIRTUAL COM E SEM INFORMAÇÃO
SENSORIAL ADICIONAL E EFEITOS A CURTO PRAZO DA INFORMAÇÃO
SENSORIAL ADICIONAL NA MOBILIDADE E VELOCIDADE DA MARCHA DE
IDOSAS CAIDORAS**

ISABELA FEITOSA DE CARVALHO

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Humano e Tecnologias.

MAIO-2016



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – RIO CLARO



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
HUMANO E TECNOLOGIAS**

ISABELA FEITOSA DE CARVALHO

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Humano e Tecnologias.

2016

796.19 Carvalho, Isabela Feitosa de
C331i Influência do treino com realidade virtual com e sem informação sensorial adicional e efeitos a curto prazo da informação sensorial adicional na mobilidade e velocidade da marcha de idosas caidoras / Isabela Feitosa de Carvalho. - Rio Claro, 2016
50 f. : il., figs., gráfs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Marcos Eduardo Scheicher

1. Educação física adaptada. 2. Envelhecimento. 3. Acidente por quedas. 4. Terapia de exposição à realidade virtual. 5. Propriocepção. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: INFLUÊNCIA DO TREINO COM REALIDADE VIRTUAL COM E SEM INFORMAÇÃO SENSORIAL ADICIONAL E EFEITOS A CURTO PRAZO DA INFORMAÇÃO SENSORIAL ADICIONAL NA MOBILIDADE E VELOCIDADE DA MARCHA DE IDOSAS CAIDORAS.

AUTORA: ISABELA FEITOSA DE CARVALHO

ORIENTADOR: MARCOS EDUARDO SCHEICHER

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em DESENVOLVIMENTO HUMANO E TECNOLOGIAS, área: TECNOLOGIAS NAS DINÂMICAS CORPORAIS, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. MARCOS EDUARDO SCHEICHER
Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional / Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília - Marília/SP


Profa. Dra. ANA ELISA ZULIANI STROPPIA MARQUES
Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional / Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília - SP


Profa. Dra. CRISTIANE RODRIGUES PEDRONI
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL / Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília - UNESP

Rio Claro, 29 de abril de 2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por permitir a experiência e crescimento profissional e pessoal durante a execução do Mestrado.

Agradeço aos meus pais, Isabel Cristina e José Marcos, por todo apoio e confiança em cada momento dessa jornada.

Ao meu irmão, Filipe, por tantas risadas e leveza.

Agradeço a toda família, tios, tias, primos, primas e sobrinhas do coração, por manterem a fé em mim durante esses anos. O apoio de vocês foi imprescindível.

A minha avó, Alzira, por ser a minha inspiração e a minha tia avó Tia Cida. A Geriatria me conquista por pensar em vocês.

Agradeço aos meus irmãos de alma, Janina, Renan, Jessilin, Joana, Verônica, Ligia, Tiago, Gianluca, Gabriela, Bruna, Felipe, Renata, Helen e Bárbara por cada momento compartilhado. Aos amigos Matheus, André e Marília pelo apoio em cada fase dessa jornada. Aos amigos de Sorocaba, Henrique, Lilliane e Jéssica pela paciência e compreensão.

As voluntárias do projeto, por tanta paciência, colaboração e confiança no meu trabalho. Foram muitos dias, momentos, conversas e conselhos compartilhados. Serão eternas na memória.

Aos companheiros do Mestrado, Renato, Ana, Angela e Pedro, em especial a Fabiana, pelos conselhos, a Flora, pelo carinho e a Maira que tanto compartilhou e me apoiou nas tarefas, viagens, alegrias e tristezas desses anos. As “meninas de Rio Claro” também foram muito importantes, cedendo espaço e um teto para nos abrigarmos durante as aulas. Gratidão a Vanessa, Mara, Elaine e Ana.

A Fundepe, por disponibilizar o espaço para que o projeto pudesse ser realizado. Um agradecimento especial a Nalva por ter compartilhado as alegrias e aflições do cotidiano.

Aos alunos do estágio docência e do 4º ano de 2014 pela possibilidade de compartilhar meu conhecimento e aprender ainda mais com eles.

A banca da Qualificação, por ter acrescentado conhecimento e sugestões ao projeto.

A banca da Defesa, por todas as sugestões, conselhos e crescimento acadêmico proporcionado.

Aos professores dessa fase acadêmica, pelo conhecimento compartilhado.

Ao Luciano Crozara, por toda ajuda na estatística e compreensão dos resultados desse projeto.

Ao Marcos, por realmente me orientar, por todo apoio, conselhos, compreensão e paciência durante todos os desafios desses dois anos. Sou extremamente grata pelos 5 anos de orientação e amizade.

Aos que me acompanharam em qualquer momento desse projeto minha eterna gratidão.

LISTA DE FIGURAS

Artigo	.....	12
1		
Figura	Tira Sub-patelar.....	26
1		
Figura	Fluxograma da metodologia.....	26
2		
Figura	Médias dos valores do TUG para os grupos pré e pós treinamento com e sem a tira sub-patelar. sem tira sub-patelar pré-treinamento, sem tira sub-patelar pós-treinamento, com tira sub-patelar pré-treinamento, com tira sub-patelar pós-treinamento.	28
3		
Figura	Médias dos valores da velocidade média para os grupos pré e pós treinamento com e sem a tira sub-patelar. sem tira sub-patelar pré-treinamento, sem tira sub-patelar pós-treinamento, com tira sub-patelar pré-treinamento, com tira sub-patelar pós-treinamento.	28
4		
Artigo	.....	33
2		
Figura	Tira Sub-patelar	44
1		
Figura	Velocidade média com e sem o uso da tira sub-patelar. VM: Velocidade Média; ST: Sem tira sub-patelar; CT: Com tira sub-patelar. *p= 0,004 Fonte: Autoria própria.	45
2		
Figura	Média dos escores do TUG com e sem o uso da tira sub patelar. TUG= <i>Timed up and Go</i> ; ST: sem tira sub-patelar; CT: com tira sub-patelar. *p=0,0006. Fonte: Autoria própria.	45
3		

LISTA DE TABELAS

Artigo	.....	12
1		
Tabela	Caracterização da amostra.....	27
1		
Tabela		27
2	Tabela 2. Valores de TUG e VM Pré e pós-treinamento.....	
Artigo	.....	33
2		
Tabela	Características da amostra.....	44
1		

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	6
Referências	9
Artigo 1	12
Introdução	15
Metodologia	16
<i>Participantes</i>	16
<i>Avaliação da Mobilidade Funcional</i>	17
<i>Avaliação da Velocidade da Marcha (VM)</i>	18
<i>Treinamento de equilíbrio com Realidade Virtual</i>	18
<i>Resultados</i>	20
<i>Mobilidade Funcional- Teste Timed up and Go</i>	20
<i>Velocidade média de marcha (VM)- Teste de 10m</i>	21
Discussão	21
Conclusão	25
Artigo 2	33
Introdução	36
Metodologia	37
Participantes	37

<i>Procedimentos</i>	.....	38
<i>Avaliação da Mobilidade Funcional</i>	.....	38
<i>Avaliação da Velocidade Média de Marcha (VM)</i>	.....	39
<i>Análise estatística</i>	.....	40
Resultados	.....	40
Discussão	.....	40
Conclusão	.....	43

INTRODUÇÃO

O número de idosos aumenta de modo significativo em todo mundo. No ano 2000 o número de idosos no Brasil era de 14 milhões, aumentando em mais de 6 milhões em 2010¹ e podendo chegar a mais de 30 milhões em 2020 fazendo do país o sexto em número de idosos do mundo.² Em 2040 o Brasil terá proporcionalmente o mesmo número de idosos do que países mais antigos, como o Japão.³ Diante desse acontecimento é imprescindível que pesquisadores desenvolvam recursos para a melhoria do bem-estar e qualidade de vida dessa população.⁴⁻⁵ O envelhecimento humano pode ser definido como a perda gradual da capacidade de adaptação do indivíduo ao ambiente, ocasionando maior fragilidade aos processos patológicos, diminuição do desempenho muscular, aptidão física e na capacidade funcional.⁶⁻⁷

O equilíbrio corporal pode ser definido como a manutenção de uma postura do corpo sem provocar oscilações, ou como o balanceamento das diversas forças atuantes no corpo humano.^{8,9,7} Essas forças são agrupadas como, forças internas, produzidas por contrações musculares, e forças externas, provenientes da relação do ambiente com o contato do corpo. É necessária a interação de fatores intrínsecos, ambientais e da demanda exigida pela atividade para manter o controle postural.⁷

As alterações degenerativas do controle postural são pequenas isoladamente, mas a soma dos déficits visuais e alterações osteomioarticulares aumentam o risco de uma resposta incorreta ou insuficiente do sistema nervoso, resultando em perda da coordenação e equilíbrio¹⁰, e no declínio do desempenho do sistema de controle postural e conseqüentemente no aumento do número de quedas.¹⁰⁻¹² Grande parcela de idosos caidores apresenta déficit na manutenção do controle postural, e aqueles que não sofreram quedas relatam ter dificuldade na manutenção do equilíbrio. A literatura indica

que 80% dos casos de quedas não são atribuídas a uma causa específica, mas ao comprometimento do controle postural como um todo. A informação sensorial articular interfere na realização de ações motoras relacionadas ao controle postural e, simultaneamente, essas ações motoras influenciam a obtenção de informação sensorial.¹⁴⁻¹⁶ Foi observada a possibilidade de redução da oscilação corporal com a adição da informação sensorial pelo contato com uma barra de toque ou com a adição de estímulos visuais.^{17,18} Os efeitos benéficos do uso da informação sensorial foram observados em indivíduos saudáveis, mas de maneira decisiva em indivíduos com lesão do ligamento cruzado anterior, com o uso de tiras sub-patelares. O benefício da adição da informação sensorial também foi constatado em indivíduos com síndrome fêmoro patelar.¹⁴⁻¹⁶ Há indícios que a adição da informação sensorial apresenta melhores resultados em indivíduos com maior déficit proprioceptivo.^{14,15,18,19}

O benefício do uso da tira pode ser atribuído à sua capacidade de aumentar a resposta proprioceptiva, pois o indivíduo inconscientemente contrai os músculos que controlam a instabilidade corporal.¹⁹ A melhora na propriocepção pode ser atingida devido à estimulação da tira sobre os receptores da pele durante o movimento e igualmente pela pressão sobre os músculos e à cápsula articular.²⁰ A adição do estímulo aferente acrescenta informação tátil aos sistemas visual, vestibular e somatossensorial, resultando no aprimoramento das estratégias do controle motor.¹⁸⁻²⁰ A literatura indica que a informação sensorial articular interfere na realização de ações motoras relacionadas ao controle postural e, simultaneamente, essas ações motoras influenciam a obtenção de informação sensorial. O aumento de aferências por meio da constante estimulação cutânea feita pela tira sub-patelar pode explicar a melhora da resposta proprioceptiva articular.²¹ Assim, a informação sensorial adicional pode também, aprimorar o controle postural com a diminuição da oscilação corporal.²² Novas

pesquisas envolvendo a adição da informação sensorial devem ser realizadas, a fim de concretizar as hipóteses sobre sua eficácia e durabilidade do estímulo sensorial.

O uso da tecnologia por vídeo game para treino do equilíbrio postural está crescendo em pesquisas com a população idosa, devido aos resultados favoráveis na melhora do controle postural e diminuição no risco de quedas.^{23,24}

Deutsch²⁵ evidenciou a utilização do Nintendo Wii[®] em programas de condicionamento físico, déficits de equilíbrio corporal e pós-acidente vascular encefálico, demonstrando a confiabilidade e eficácia do videogame. Outros estudos mostraram resultados satisfatórios com o uso da *Balance Board* (Prancha de equilíbrio) do console Wii e seu uso como recurso na Fisioterapia.²⁶⁻²⁹

A dissertação está apresentada na forma de dois artigos que abordaram aspectos e resultados vindos do projeto inicial do mestrado. O Projeto foi realizado na cidade de Marília-SP, com idosos residentes na comunidade.

REFERENCIAS

1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Indicadores sociais municipais: uma análise dos resultados do universo do Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE; 2011.
2. Veras R. Envelhecimento populacional contemporâneo: demandas, desafios e inovações. Rev Saúde Pública. 2009;43(3):548-54.
3. Economist Intelligence Unit. Preventive care and healthy ageing: a global perspective. London: Economist Intelligence Unit; 2012.
4. Prado SD, Sayd JD. A pesquisa sobre envelhecimento humano no Brasil: grupos e linhas de pesquisa. Ciênc Saúde Coletiva. 2004;9(1):57-68.
5. Silva HS, Lima AMM, Galhardoni R. Successful aging and health vulnerability: approaches and perspectives. Interface Com Saúde Educ. 2010;14(35):867-77.
6. Freitas ERFS, Rogério FRPG, Yamacita CM, Vareschi ML, Silva RA. Prática habitual de atividade física afeta o equilíbrio de idosos? Fisioter Mov. 2013;26(4):813-21.
7. Barela JA, Lopes AG, Razuk M, Barela AMF. Mudanças sensoriais e motoras no controle postural decorrentes no processo de envelhecimento. In: Afonso MR, Cavalli AS, organizadores. Trabalhando com terceira idade: estudos e pesquisas. Pelotas: Gráfica da UfPel; 2011. p. 211
8. Gonçalves DFF, Ricci NA, Coimbra AMV. Equilíbrio funcional de idosos da comunidade: comparação em relação ao histórico de quedas. Rev Bras Fisioter. 2009;13(4):316-23.
9. Nascimento LCG, Patrizzi LJ, Oliveira CCES. Efeito de quatro semanas de treinamento proprioceptivo no equilíbrio postural de idosos. Fisioter Mov. 2012;25(2):325-31.
10. Messias MG, Neves RF. A influência de fatores comportamentais e ambientais domésticos nas quedas em idosos. Rev Bras Geriatr Gerontol. 2009;12(2):275-82.
11. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? Age Ageing. 2006;35 Suppl. 2:ii7-ii11.
12. Verghese J, Holtzer R, Lipton RB, Wang C. Quantitative gait markers and incident fall risk in older adults. J Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci. 2009;64(8):896-901.

13. Fasano A, Plotnik M, Bove F, Berardelli A. The neurobiology of falls. *Neurol Sci.* 2012;33(6):1215-23.
14. Barela JA. Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. *Rev Paul Educ Fís.* 2000;supl 3:79-88.
15. Barela JA. Ciclo percepção-ação no desenvolvimento motor. In: Teixeira LA, editor. *Avanços em comportamento motor.* São Paulo: Movimento; 2001. p. 40-61.
16. Toledo DR, Barela JA. Diferenças sensoriais e motoras entre jovens e idosos: contribuição somatossensorial no controle postural. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(3):267-75.
17. Lopes AG, Razuk M, Barela JA. Efeitos da manipulação do estímulo visual e da intenção na oscilação postural de idosos. *Fisioter Pesqui.* 2009;16(1):52-8.
18. Botelhos DC, Bonfim TR. Influência da informação sensorial adicional no treinamento sensório-motor. *Fisioter Pesqui.* 2012;19(3):268-74.
19. Perrin DH. *Bandagens funcionais e órteses esportivas.* 2ª ed. Porto Alegre: ArtMed; 2008. cap. 1, p. 13-25.
20. Jerosh J, Prymka M. Knee joint proprioception in normal volunteers and patients with anterior cruciate ligament tears taking special account of the effect of knee bandage. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1996;115(3-4):162-6.
21. Carvalho IF, Bortolotto TB, Fonseca LCS, Scheicher ME. Uso da bandagem infrapatelar no desempenho físico e mobilidade funcional de idosos com história de quedas. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2015;18(1):119-27.
22. Felicio LR, Masullo CL, Saad MC, Bevilaqua-Grossi D. The effect of a patellar bandage on the postural control of individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(3):461-4.
23. Lamoth CJ, Caljouw SR, Postema K. Active video gaming to improve balance in the elderly. *Stud Health Technol Inform.* 2011;167:159-64
24. Singh DKA, Rajaratnam BS, Palaniswamy V, Pearson H, Raman VP, Bong PS. Participating in virtual reality balance exercise program can reduce risk and fear of falls. *Maturitas.* 2012;73(3):239-43.
25. Deutsch, J. E. et al. Nintendo wii sports and wii fit game analysis, validation, and application to stroke rehabilitation. *Topics in Stroke Rehabilitation, Frederick,* v. 18, n. 6, p. 701-719, Nov.-Dec. 2011.

26. Basak C. et al. Can training in a real-time strategy video game attenuate cognitive decline in older adults? *Psychology and Aging*, Arlington, v. 23, n. 4, p. 765–77, Dec. 2008.
27. Koslucher F, Wade MG, Nelson B, Lim K, Chen FC, Stoffregen TA, et al. Nintendo Wii Balance Board is sensitive to effects of visual tasks on standing sway in healthy elderly adults. *Gait Posture*. 2012;36(3):605-8.
28. Kwok BC, Mamun K, Chandran M, Wong CH, et al. Evaluation of the Frails' Fall Efficacy by Comparing Treatments (EFFECT) on reducing fall and fear of fall in moderately frail older adults: study protocol for a randomized control trial. *Trials*. 2011;12:155.
29. Shih CH, Shih CT, Chu CL. Assisting people with multiple disabilities actively correct abnormal standing posture with a Nintendo Wii balance board through controlling environmental stimulation. *Res Dev Disabil*. 2010;31(4):936-42.

ARTIGO 1- CLINICAL INTERVENTIONS IN AGING

**INFLUÊNCIA DO TREINO COM REALIDADE VIRTUAL COM E SEM
INFORMAÇÃO SENSORIAL ADICIONAL NA MOBILIDADE E
VELOCIDADE DE MARCHA DE IDOSAS CAIDORAS**

**INFLUENCE OF VIRTUAL REALITY TRAINING WITH AND WITHOUT
ADDITIONAL SENSORY INFORMATION IN MOBILITY AND GAIT SPEED
OF OLDER WOMEN FALLERS**

Isabela Feitosa de Carvalho¹, Marcos Eduardo Scheicher²

1. Mestranda em Desenvolvimento Humano e Tecnologias do Programa de Pós-Graduação da UNESP/Rio Claro
Endereço: Rua Samuel Steinberg, 192
18053-363 – Sorocaba-SP, Brasil
e-mail: isa.feitosacarvalho@gmail.com

2. Docente do Curso de Fisioterapia, UNESP/Marília. Docente do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias da UNESP/Rio Claro
Endereço: Av. HyginoMuzzi Filho, 737
17525-900 – Marília-SP, Brasil
e-mail: mscheicher@marilia.unesp.br

Endereço para correspondência:

Marcos Eduardo Scheicher

Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional

Av. HyginoMuzzi Filho, 737, CEP 17525-900 Marília-SP- Brasil,

mscheicher@marilia.unesp.br

Telefone: (14) 34021350, ramal 1479

RESUMO

Introdução: Idosos podem apresentar alterações sensório-motoras, as quais interferem no equilíbrio postural, aumentando o risco de quedas. Adicionar informação sensorial pode ser uma alternativa para diminuir o risco de cair. Por outro lado, a realidade virtual tem sido utilizada como terapia no desequilíbrio e apresenta resultados satisfatórios para a população idosa. **Objetivos:** investigar o efeito do treinamento com a tecnologia do Nintendo Wii na velocidade média de marcha e mobilidade de idosos com história de quedas, com e sem a utilização de informação sensorial adicional do tipo tira sub-patelar com almofada. **Métodos:** Os idosos participantes da pesquisa foram avaliados e divididos em dois grupos: o Grupo I realizou a intervenção apenas com o uso do Nintendo Wii, e o grupo II realizou a pesquisa com o uso do Nintendo Wii e a adição da informação sensorial (tira sub-patelar com almofada). A mobilidade funcional foi avaliada pelo teste *Time up and Go* e a velocidade de marcha pelo teste de 10m. Os testes foram realizados com e sem o uso da tira sub-patelar. **Resultados:** Houve significância estatística na comparação pré e pós-treino em ambos os grupos. (TUG: Grupo tira: p: 0,032 Grupo sem tira: p: 0,025 Velocidade Média: p: Grupo tira: 0,052 p: Grupo sem tira: p: 0,002). Não houve diferença significativa com a inclusão da informação sensorial. **Conclusão:** O treinamento para equilíbrio postural com realidade virtual, com e sem a inclusão da informação sensorial adicional foi eficaz para a melhora da mobilidade funcional e velocidade média de marcha de idosos caídas. A tira sub-patelar não maximizou o efeito do treinamento com realidade virtual.

Palavras-chave: envelhecimento, acidentes por quedas, terapia de exposição à realidade virtual.

ABSTRACT

Background: Elderly may have sensorimotor disorders, interfering with postural balance, increasing the risk of falls. Add sensory information can be an alternative to reduce the risk of falling. Virtual reality is used as therapy in imbalance and presents satisfactory results for the elderly population. **Objectives:** investigate the effect of training with the Nintendo Wii technology in gait speed and mobility of elderly people with a history of falls, with and without the use of additional sensory information (subpatellar bandage). **Methods:** Participants aged research will be evaluated and divided into two groups: Group I will carry out the intervention only with the use of the Nintendo Wii, and group II will carry out the search using the Nintendo Wii and the addition of sensory information (strip subpatellar with pad). Functional mobility will be evaluated by the test *Time up and Go* and running speed by the 10m. Os tests test will be performed with and without the use of subpatellar strip. **Results:** There was statistical significance in comparing pre and post - training in both groups . The group that conducted the training with the use of the strip sub- patellar did not potentiate the improvement caused by the Nintendo Wii. (TUG: Group I: p: 0,032 Group II: p: 0,025 Running Speed: Group I: p: 0,052 Group II: p: 0,002). **Conclusion:** Training for postural balance with virtual reality, with and without the inclusion of additional sensory information was effective for improving functional mobility and average speed caídas older gear. The strip sub-patellar had an effect in the short term, but not maximized the effect of training with virtual reality.

Key-words: aging, accidents falls, exposure therapy to virtual reality

INTRODUÇÃO

O envelhecimento humano pode ser definido como um processo natural e progressivo, no qual ocorrem alterações morfológicas, funcionais, bioquímicas e psicológicas que podem determinar a perda gradual da capacidade de adaptação do indivíduo ao ambiente, ocasionando maior fragilidade aos processos patológicos, diminuição do desempenho muscular, na aptidão física e na capacidade funcional global^{1,2}. Segundo Barela et al.,³ os idosos apresentam diminuição da adaptabilidade, principalmente na capacidade de se relacionar ao ambiente e manter com eficiência as mesmas tarefas e ações que realizavam anteriormente.

Uma das alterações mais importantes relacionadas ao envelhecimento é o desequilíbrio postural, o qual é um dos problemas mais significativos nessa população, devido a sua principal consequência: a queda^{1,4}.

Alguns estudos investigaram a manipulação da informação sensorial no controle postural utilizando a estratégia do toque suave em uma superfície rígida e estacionária, e verificaram uma redução significativa da oscilação corporal comparado com a situação sem toque⁵. Os efeitos benéficos do uso da informação sensorial foram observados em indivíduos saudáveis, mas de maneira decisiva em indivíduos com lesão do ligamento cruzado anterior, com o uso de tiras sub-patelares⁵⁻⁷. A melhora no equilíbrio pode ser explicada devido à estimulação da tira sobre os receptores proprioceptivos da pele durante o movimento e igualmente pela pressão sobre os músculos e sobre a cápsula articular⁸⁻¹¹. Carvalho et al.¹², encontraram melhora no tempo do TUG em idosos caídas com a inclusão da informação sensorial adicional. Botelhos e Bonfim¹³ encontraram maximização dos efeitos do treinamento sensório-motor com o uso da informação sensorial adicional, enquanto Felício et al.¹⁴,

constatarem o benefício da adição da informação sensorial em indivíduos com Síndrome fêmoro patelar.

Por outro lado, o uso da tecnologia por videogame para treino do equilíbrio postural está crescendo em pesquisas com a população idosa, devido aos resultados favoráveis na melhora do controle postural e diminuição no risco de quedas¹⁵⁻¹⁸. Um estudo realizado por Duque et al.¹⁸, mostrou a eficácia do treinamento de equilíbrio associado à realidade virtual. Os idosos caidores passaram por intervenções com exercícios convencionais de equilíbrio postural, enquanto outro grupo associou a terapia convencional com o uso do Nintendo Wii Fit®, apresentando melhora no equilíbrio postural, diminuição no número de quedas e no medo de cair. Apesar disso, estudos têm apontado que o treinamento somente com o Nintendo Wii não seria suficiente para melhorar de maneira significativa o equilíbrio em idosos^{19,20}.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi investigar o efeito do treinamento com a tecnologia do Nintendo Wii na velocidade média de marcha e mobilidade de idosos com história de quedas, e se a utilização de informação sensorial adicional do tipo tira sub-patelar com almofada poderia potencializar esse efeito.

Metodologia

Participantes

Foram avaliadas 20 idosas moradoras da comunidade da cidade de Marília-SP, com idade maior ou igual a 60 anos, classificadas como sedentárias de acordo com a Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia², com história de uma ou mais quedas nos 12 meses anteriores à avaliação²¹. Foram selecionadas apenas idosas que possuíam capacidade de

deambulação independente e sem o uso de dispositivos auxiliares de marcha. A capacidade cognitiva foi avaliada pelo Mini Exame do Estado Mental (MEEM), e os idosos que obtiveram escores considerados normais para os seus respectivos anos de estudo foram incluídos na pesquisa²². Idosos que apresentaram sequelas de doenças neuromusculares, artrite, problemas visuais não corrigidos, hipotensão postural e referiram uso contínuo de medicamentos sedativos, antidepressivos e hipnóticos não foram incluídos no estudo.

Todas as voluntárias da pesquisa passaram por uma avaliação inicial, na qual foram questionados os seguintes aspectos: nome, idade, sexo, grau de instrução, estado civil, história de quedas, local e consequências da queda e número de medicamentos em uso contínuo.

As participantes foram separadas em dois grupos:

- 1) Treinamento sem a inclusão de informação sensorial adicional;
- 2) Treinamento com informação sensorial adicional: condição de tira sub-patelar com almofada, com largura de 2 cm, marca Salvape[®], afixada à pele da voluntária, bilateralmente, em posição ortostática (Figura 1)

Avaliação da Mobilidade Funcional

A mobilidade foi avaliada, pré e pós-treinamento, por meio do teste *Timed Up and Go (TUG)*. Esse teste verifica o nível de mobilidade do indivíduo, mensurando em segundos o tempo gasto pelo voluntário para levantar-se de uma cadeira sem ajuda dos braços, andar uma distância de 3 metros, girar e retornar ao ponto de partida. No início do teste, o voluntário permanece com as costas apoiadas no encosto da cadeira e, ao final, deve encostar-se novamente. O participante recebe a instrução “vá” para realizar o

teste e o tempo deve ser cronometrado a partir da voz de comando até o momento em que o voluntário apoia novamente suas costas no encosto da cadeira. O teste deve ser realizado uma vez para familiarização e uma segunda vez para tomada do tempo²³. O TUG é amplamente recomendado como preditor de risco de quedas em idosos, pois identifica déficit de equilíbrio e marcha. Sendo assim, valores menores do seu escore indicam melhor mobilidade funcional, melhor equilíbrio postural, maior velocidade de marcha e, portanto, menor risco de cair²⁴.

Avaliação da velocidade de marcha

Para avaliar a velocidade de marcha das idosas foi utilizado o Teste de caminhada de 10m. A velocidade usual da marcha é uma medida simples, de fácil aquisição e que necessita somente de um cronômetro e espaço razoável. Para eliminar o fator aceleração e desaceleração foi solicitado aos participantes que iniciassem a caminhada 1,2m antes da cronometragem e terminassem 1,2m depois. Foram realizadas três tentativas para minimizar o efeito aprendizado, e o menor tempo foi utilizado para análise de dados. As participantes receberam o comando “Caminhe até a próxima marca, em sua velocidade normal, assim que estiver pronta”^{25,26}.

Treinamento de equilíbrio com realidade virtual

O treinamento do equilíbrio postural foi realizado em sessões de 30 minutos, duas vezes por semana. Os exercícios foram executados com a utilização do programa Wii Fit da Nintendo[®], associado ao uso de plataforma sensível ao movimento *Wii Balance Board*[®]. Essa plataforma é caracterizada por ser um dispositivo sem fio, que se

comunica com o console Wii via bluetooth. Apresenta design retangular e plano, sensores de pressão que detectam o centro de pressão e as oscilações de movimento do indivíduo²⁷. Foram utilizados três exercícios diferentes para o treinamento do equilíbrio postural: *Penguin Slide*, *Table Tile* e *Tightrope*. O nível de dificuldade dos jogos foi definido pelo pesquisador ao longo do treinamento e de acordo com as habilidades e capacidade de interação do voluntário com o dispositivo, considerando-se sua melhora ou piora durante o período de treinamento²⁸.

No exercício *Penguin Slide* a voluntária era simulada por um pinguim sobre um bloco de gelo e deveria se equilibrar conforme coletava peixes. O exercício *Table Tilt* consiste em um simulador de plataforma com buracos, na qual o participante realizava oscilações corporais na plataforma com o objetivo de encaixar bolas, que se encontravam na plataforma, para dentro dos buracos. Em *Tightrope* o participante deveria andar e se equilibrar em uma simulação de corda bamba, tendo como objetivo alcançar a outra extremidade da corda.

Foi estipulado o tempo de 10 minutos de duração para cada exercício, respeitando-se o grau de condicionamento de cada participante¹⁹. As voluntárias visualizaram os movimentos corporais, para que pudessem realizar as alterações necessárias para completar cada exercício, em um projetor para ampliar a imagem do jogo, proporcionando maior feedback visual.

A intervenção foi realizada em 12 semanas, em duas sessões semanais em dias alternados. O protocolo foi realizado a partir de um ensaio clínico randomizado para divisão de dois grupos (Figura 2).

No início e ao final de cada sessão foram verificados os sinais vitais das voluntárias (pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória).

As participantes selecionadas assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes da coleta de dados. O estudo foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências-UNESP (processo nº 0982/2014) e publicado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos-ReBEC (RBR-54jrwd).

A normalidade de distribuição dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Em seguida, foi realizada uma análise de variância multivariada (MANOVA) mista, tendo como fatores Grupo Treinamento (com tira x sem tira), Tempo (pré x pós) e Condição de Avaliação (com tira x sem tira), sendo que os fatores Tempo e Condição de Avaliação foram tratados como medidas repetidas. O teste post hoc utilizado para as comparações entre os pares foi o *Least Significant Difference* (LSD). As variáveis dependentes utilizadas nas comparações foram o tempo obtido no TUG e no T10m e a velocidade média obtida no T10m. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o programa SPSS para *Windows*, versão 18.0 (SPSS, Inc.). O nível de significância adotado para todos os procedimentos foi de $p \leq 0,05$

Resultados

A Tabela 1 demonstra as características das participantes em relação à idade, escore no MEEM e número de quedas. Da amostra total 50% das idosas relataram que as quedas foram recorrentes no último ano. Todas as participantes faziam uso de medicação, sendo que 70% utilizavam mais de um medicamento ao dia. A Tabela 2 apresenta as médias do teste TUG e da VM pré e pós-treinamento, respectivamente.

Mobilidade Funcional – Teste *Timed up and Go*

A Figura 3 apresenta as médias do teste TUG nas avaliações pré e pós-

treinamento com e sem a informação sensorial adicional (tira sub-patelar). Os dois grupos apresentaram redução nos valores do teste TUG pós-treinamento independente da condição sensorial. Os testes estatísticos revelaram diferença significativa entre as avaliações com e sem a informação sensorial adicional ($p < 0,05$), mas não mostraram significância no uso da tira sub-patelar no treinamento com realidade virtual.

Velocidade média de Marcha (VM) - Teste de 10m

Os dados da VM nas avaliações pré e pós-treinamento com e sem o uso da tira sub-patelar estão representados na Figura 4. Ambos os grupos sofreram aumento na VM pós-treinamento, independente da condição sensorial do grupo. As voluntárias também apresentaram aumento na velocidade média de marcha nas avaliações realizadas pós-treinamento com o uso da informação sensorial adicional.

Discussão

O benefício promovido pelos jogos de realidade virtual em idosos, especialmente no que diz respeito ao equilíbrio postural e risco de quedas ainda é inconclusivo. Por outro lado, apesar de estudos demonstrarem um efeito positivo da utilização de informação sensorial adicional no controle postural, não há evidências de que esta melhora da aferência sensorial possa contribuir em um processo de intervenção, como por exemplo, no treinamento com jogos em realidade virtual. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi investigar o efeito do treinamento com a tecnologia do Nintendo Wii na velocidade média de marcha e mobilidade de idosos com história de quedas, e se a utilização de informação sensorial adicional do tipo tira sub-patelar com almofada poderia potencializar esse efeito.

Os resultados obtidos revelaram aumento na velocidade de marcha e diminuição no tempo de realização do teste *Timed up and Go* nos dois grupos, independente da condição sensorial utilizada no treinamento com realidade virtual. Além disto, os efeitos da informação sensorial adicional foram demonstrados no pós-treinamento para ambos os grupos, não evidenciando a eficácia do uso da tira sub-patelar em longo prazo.

O uso da realidade virtual em populações idosas apresenta resultados benéficos para diminuição do risco de quedas, fragilidades, dependência e óbitos, associado ao aspecto motivacional e de entretenimento, sendo considerada como uma estratégia eficaz para aprimorar a condição física do idoso^{29,30}. Ambientes constituídos de realidade virtual são caros e de acesso restrito a populações de baixa renda, não atingindo assim a saúde coletiva em geral. Os jogos interativos, por sua vez, apresentam baixo custo para a saúde pública e são ferramentas com potencial terapêutico^{18,31-33}.

O estudo de Fu et al.³⁴, mostrou que o treinamento com Nintendo Wii promoveu a melhora no tempo de reação, força muscular de quadríceps e oscilação corporal. Esses achados foram encontrados na comparação com a fisioterapia convencional e o uso da realidade virtual como possibilidade terapêutica.

Os exergames promovem o feedback em tempo real para os participantes, necessário para o aprendizado de habilidades, principalmente na reabilitação. O feedback visual em tempo real aprimora o treinamento se comparado com o convencional, auxiliando o voluntário na correção de movimentos e alinhamento corporal³¹.

No estudo de Bateni et al¹⁹, os resultados sugerem que apesar do Wii Fit ser uma boa ferramenta no treinamento com idosos, a fisioterapia convencional associada a essa tecnologia apresenta melhores resultados no equilíbrio postural. O presente estudo encontrou dados divergentes aos resultados de Bateni et al¹⁹, ao encontrar que o treino

com realidade virtual conseguiu melhorar a mobilidade e a velocidade de marcha sem a utilização de outros recursos. É importante ressaltar também que o uso da realidade virtual, além dos benefícios já explicitados, pode trazer também benefícios aos âmbitos social e emocional do idoso, devido ao contato com atividades distintas das tarefas que está habituado a realizar. O idoso pode ainda utilizar a realidade virtual como um meio de adquirir novos conhecimentos e de conhecer melhor quais as reações de seu corpo diante dos desafios exigidos.

O tempo do teste TUG sofreu redução pós-treinamento em ambos os grupos. Esse resultado demonstra eficácia do treinamento com realidade virtual na mobilidade funcional de idosas caídas, independente da condição sensorial utilizada no treino. Os dados corroboram com o estudo de Walker et al.³¹, que demonstrou melhora nos valores do teste TUG após o treino com feedback visual. A pesquisa de Koslucher et al.²⁰, apresenta resultados semelhantes na redução da oscilação corporal dos indivíduos que participaram do treinamento com realidade virtual e comprovam a eficácia do uso do *Balance Board* para identificar alterações na posição corporal e equilíbrio postural.

A VM também apresentou melhora com o treinamento em realidade virtual, aumentando os seus valores após as 12 semanas de treino, em ambos os grupos. Ainda são escassos os estudos associando VM e o uso da realidade virtual, porém o presente estudo sugere o efeito benéfico do uso dessa modalidade de treino para o aprimoramento da velocidade média de marcha, principalmente em idosos.

A velocidade média de marcha é uma ferramenta simples, de baixo custo e confiável para predizer o risco de complicações, como a fragilidade, mortalidade, hospitalizações e quedas^{35,36}. Os estudos de Hardy et al.³⁷, e Hollman et al.³⁸, sugerem que a redução de 0,1m/s na VM aumenta em 7% o risco de quedas nos idosos e que a melhora na velocidade média pode diminuir em 17,7% o risco absoluto de óbitos nessa

população. O presente estudo demonstrou o aumento de 8,4% (0,10m/s) na VM do Grupo com tira na comparação pré e pós-treinamento. O Grupo sem tira apresentou aumento de 5,9% (0,07m/s) na VM, comprovando a eficácia da realidade virtual no treinamento com idosas caidoras, independente da condição sensorial utilizada. Segundo os estudos com realidade virtual a melhora nas variáveis pode ser observada com apenas três semanas de treinamento³⁹⁻⁴¹. O presente estudo foi realizado em 12 semanas, apresentando assim uma boa estratégia para a melhoria das variáveis avaliadas. Apesar de estudos^{34,39,42} apresentarem resultados satisfatórios em relação ao uso da realidade virtual, a prática ainda é escassa em pesquisa com idosos sem doenças associadas.

Apesar da pesquisa demonstrar a eficácia do treinamento com realidade virtual, a hipótese que a adição da informação sensorial poderia potencializar esse efeito foi negada. Não houve melhora significativa do grupo com tira sub-patelar em relação ao grupo que não fez o uso da mesma. Em contrapartida, as avaliações demonstraram que a tira sub-patelar foi eficaz nas medidas pré e pós-treinamento em ambos os grupos. Felicio et al.¹², e Bonfim et al.⁷, encontraram resultados semelhantes em avaliações com o uso da informação sensorial adicional, porém em indivíduos com Síndrome Fêmoro Patelar e com lesões em Ligamento Cruzado Anterior (LCA), respectivamente. Em outro estudo, Carvalho, et al.¹⁰, encontrou dados similares na mobilidade funcional de idosas caidoras e não-caidoras com o uso da tira sub-patelar. Os resultados do presente estudo não diferem dos da pesquisa de Botelhos¹¹, a qual utilizou a tira sub-patelar em um treinamento sensório motor por cinco semanas. Apesar do estudo não ter utilizado realidade virtual, a tira sub-patelar apresentou bons resultados na oscilação corporal dos indivíduos associado ao treinamento sensório motor de longa duração. O mecanismo de ação da tira sub-patelar ainda é desconhecido, tanto quanto seu efeito benéfico em

relação ao tempo de duração. Devido a isso, é importante não generalizar a conclusão do estudo, pois ainda existem dúvidas perante o seu mecanismo de ação e efeito de duração.

São necessárias novas pesquisas com maior controle experimental para esclarecer o potencial de utilização do Nintendo Wii como ferramenta para atividade física e promoção de saúde de idosos. Além disso, ainda existe a necessidade de protocolos validados para que haja maior confiabilidade ao treinamento com essa ferramenta. A realidade virtual também apresenta boa aceitação para a população geriátrica devido ao componente lúdico e feedback audiovisual proporcionado em cada exercício. A facilidade de uso somada aos efeitos benéficos para a mobilidade funcional e VM de idosas caídas pode tornar o treinamento com realidade virtual um importante aliado aos métodos convencionais de fisioterapia⁴¹⁻⁴³.

Conclusão

O treinamento para equilíbrio postural com Nintendo Wii e prancha de equilíbrio, com e sem a inclusão da informação sensorial adicional é eficaz para a melhora da mobilidade funcional e velocidade média de marcha de idosas caídas. A tira sub-patelar não maximiza o potencial de treinamento com realidade virtual.



Figura 1: Tira sub-patelar Fonte: Autoria própria

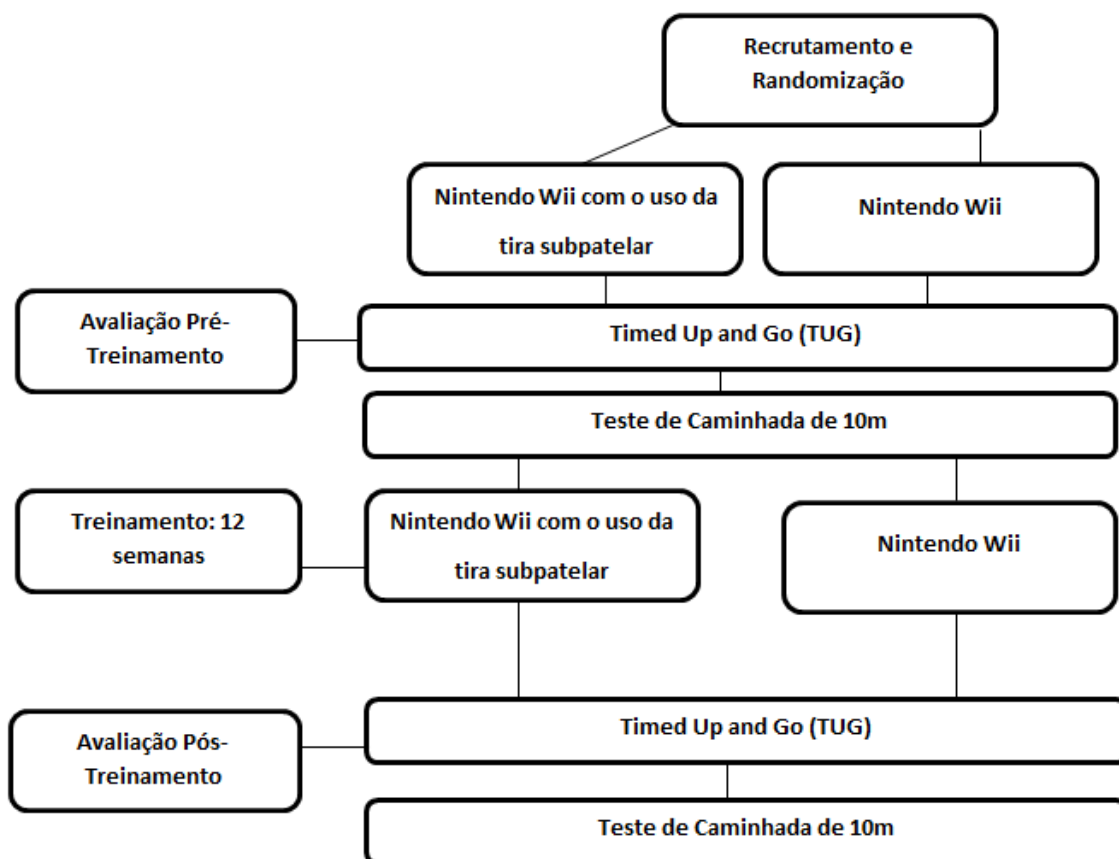


Figura 2 - Fluxograma da metodologia Fonte: Autoria própria

Tabela 1. Caracterização da amostra

	Grupo tira (n=10)	Grupo sem tira (n=10)
	Média (DP)	Média (DP)
Idade (anos)	70,1(6,33)	69,5(8,07)
MEEM	24,9(2,99)	26,2(2,74)
Nº de quedas	2(0,66)	1,2(0,70)

MEEM: Mini exame do estado mental. Fonte: Autoria própria

Tabela 2. Valores de TUG e VM Pré e pós-treinamento

Variável	Condição	Grupo Treinamento Com_Tira			Grupo Treinamento Sem_Tira		
		PRE	POS	<i>p</i>	PRE	POS	<i>p</i>
TUG	SEM_TIRA	13,72 ± 2,89	12,38 ± 1,61	0,012	13,17 ± 2,26	11,99 ± 1,82	0,025
	COM_TIRA	12,97 ± 2,55	11,75 ± 1,58	0,032	12,39 ± 2,34	11,31 ± 2,04	0,05
	<i>p</i>	0,022	0,207		0,019	0,177	
VM		PRE	POS	<i>p</i>	PRE	POS	<i>p</i>
	SEM_TIRA	1,03 ± 0,167	1,11 ± 0,164	0,105	1,11 ± 0,188	1,18 ± 0,201	0,157
	COM_TIRA	1,09 ± 0,25	1,19 ± 0,71	0,052	1,16 ± 0,196	1,33 ± 0,26	0,002
	<i>p</i>	0,05	0,037		0,104	0,001	

TUG: *Timed up and Go*, VM: Velocidade de marcha. Fonte: Autoria própria

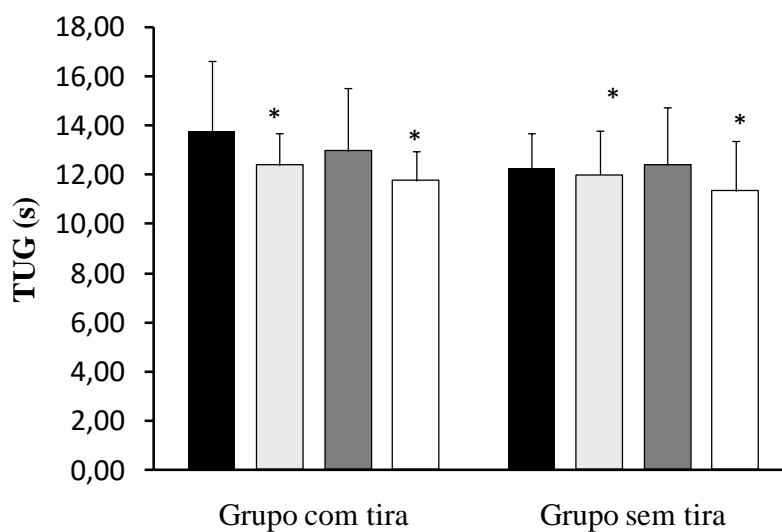


Figura 3: médias dos valores do TUG para os grupos pré e pós treinamento com e sem a tira sub-patelar. ■ sem tira sub-patelar pré-treinamento, □ sem tira sub-patelar pós-treinamento, ■ com tira sub-patelar pré-treinamento, □ com tira sub-patelar pós-treinamento.

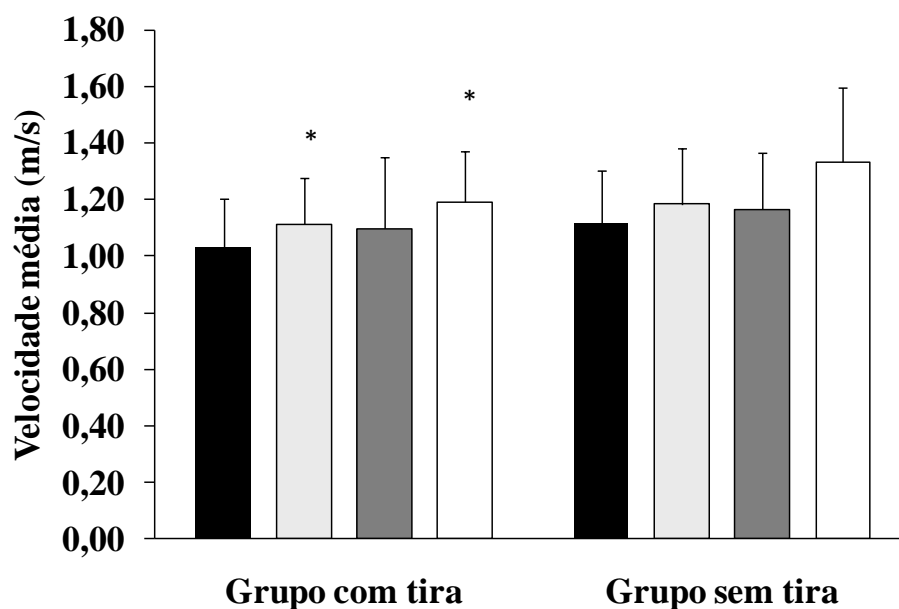


Figura 4 : médias dos valores da velocidade média para os grupos pré e pós treinamento com e sem a tira sub-patelar. ■ sem tira sub-patelar pré-treinamento, □ sem tira sub-patelar pós-treinamento, ■ com tira sub-patelar pré-treinamento, □ com tira sub-patelar pós-treinamento.

REFERENCIAS

1. Freitas ERFS, Rogério FRPG, Yamacita CM, Vareschi ML, Silva RA. Prática habitual de atividade física afeta o equilíbrio de idosas? *Fisioter Mov.* 2013;26(4):813-21.
2. Nóbrega ACL, Freitas EV, Oliveira MAB, Leitão MB, Lazzoli JK, Nahas RM, et al. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. *RevBrasMed Esporte.* 1999;5(6):207-11.
3. Barela JA, Lopes AG, Razuk M, Barela AMF. Mudanças sensoriais e motoras no controle postural decorrentes no processo de envelhecimento. In: Afonso MR, Cavalli AS, organizadores. *Trabalhando com terceira idade: estudos e pesquisas.* Pelotas: Gráfica da UfPel; 2011. p. 211-33.
4. Ricci NA, Gazzola JM, Coimbra IB. Sistemas sensoriais no equilíbrio corporal de idosos. *ArqBrasCiênc Saúde.* 2009;34(2):94-100.
5. Barela JA. Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. *Rev Paul Educ Fís.* 2000;supl 3:79-88.
6. Barela JA. Ciclo percepção-ação no desenvolvimento motor. In: Teixeira LA, editor. *Avanços em comportamento motor.* São Paulo: Movimento; 2001. p. 40-61.
7. Bonfim TR, Barela JA. Efeito da manipulação da informação sensorial na propriocepção e no controle postural. *Fisioter Mov.* 2007;20(2):107-17.
8. Jerosh J, Prymka M. Knee joint proprioception in normal volunteers and patients with anterior cruciate ligament tears taking special account of the effect of knee bandage. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1996;115(3-4):162-6.
9. Jeka JJ, Lackner JR. Fingertip contact influences human postural control. *Exp Brain Res.* 1994; 100: 495502. 3.
10. Jeka JJ, Lackner JR. The role of haptic cues from rough and slippery surfaces in human postural control. *Exp Brain Res.* 1995; 103:267-276.
11. Callaghan MJ, Selfe J, Bagley PJ, Oldham JA. The effects of patellar taping on knee joint proprioception. *J Athl Train.* 2002;37(1):19-24.
12. Carvalho IF, Bortolotto TB, Fonseca LCS, Scheicher ME. Uso da bandagem infrapatelar no desempenho físico e mobilidade funcional de idosas com história de quedas. *RevBrasGeriatrGerontol.* 2015;18(1):119-27.

13. Botelhos DC, Bonfim TR. Influência da informação sensorial adicional no treinamento sensório-motor. *FisioterPesqui*. 2012;19(3):268-74.
14. Felicio LR, Masullo CL, Saad MC, Bevilaqua-Grossi D. The effect of a patellar bandage on the postural control of individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(3):461-4.
15. Lamoth CJ, Caljouw SR, Postema K. Active video gaming to improve balance in the elderly. *Stud Health Technol Inform*. 2011;167:159-64.
16. Singh DKA, Rajaratnam BS, Palaniswamy V, Pearson H, Raman VP, Bong PS. Participating in virtual reality balance exercise program can reduce risk and fear of falls. *Maturitas*. 2012;73(3):239-43.
17. Shih CH, Shih CT, Chu CL. Assisting people with multiple disabilities actively correct abnormal standing posture with a Nintendo Wii balance board through controlling environmental stimulation. *Res Dev Disabil*. 2010;31(4):936-42.
18. Duque G, Boersma D, Loza-Diaz G, Hassan S, Suarez H, Geisinger D, et al. Effects of balance training using a virtual-reality system in older fallers. *ClinInterv Aging*. 2013;8:257-63.
19. Bateni H. Changes in balance in older adults based on use of physical therapy vs the Wii Fit gaming system: a preliminary study. *Physiotherapy*. 2012;98(3):211-6.
20. Koslucher F, Wade MG, Nelson B, Lim K, Chen FC, Stoffregen TA, et al. Nintendo Wii Balance Board is sensitive to effects of visual tasks on standing sway in healthy elderly adults. *Gait Posture*. 2012;36(3):605-8.
21. Siqueira FV. et al. Prevalence of falls in elderly in Brazil: a countrywide analysis. *Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro*. 2011; 27(9) 1819-1826.
22. Brucki SM, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PHF, Okamoto IH. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *ArqNeuro-Psiquiatr*. 2003;61:777-81.
23. Podsiadlo D, Richardson S. The Timed "Up & GO": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991;39:142-8.
24. Schoene D, Wu SM, Mikolaizak AS, Menant JC, Smith ST, Delbaere K, et al. Discriminative ability and predictive validity of the timed up and go test in identifying older people who fall: systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2013;61(2):202-8.

25. Abreu SSE, Caldas CP. Velocidade de marcha, equilíbrio e idade: um estudo correlacional entre idosas praticantes e idosas não praticantes de um programa de exercícios terapêuticos. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12(4):324-30.
26. Novaes RD, Miranda AS, Dourado VZ. Velocidade usual da marcha em brasileiros de meia idade e idosos. *Rev. Bras. Fisioter.* São Carlos, 2011 15(2): 117-22
27. Nintendo. Wii Fit plus. Nintendo; 2007-2011. [Acesso em: 31 jun. 2013.] Disponível em: <http://wiifit.com/#/what_is_wii_fit>.
28. Yamada M, Aoyama T, Nakamura M, Tanaka B, Nagai K, Tatematsu N, Uemura K, et al. The reliability and preliminary validity of game-based fall risk assessment in community-dwelling older adults. *GeriatrNurs.* 2011;32(3):188-94
29. Kwok BC, Mamun K, Chandran M, Wong CH, et al. Evaluation of the Frails' Fall Efficacy by Comparing Treatments (EFFECT) on reducing fall and fear of fall in moderately frail older adults: study protocol for a randomized control trial. *Trials.* 2011;12:155.
30. Laver KE, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;12(2):CD008349.
31. Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Phys Ther.* 2000;80:886-95.
32. Tsang WWN, Fu ASN. Virtual reality exercise to improve balance control in older adults at risk of falling. *Hong Kong Med J.* 2016; 22 (2):19-22.
33. Treml CJ, Filho FAK, Ciccarino RFL, Wegner RS, Saita CYS, Corrêa AG. O uso da plataforma Balance Board como recurso fisioterápico em idosos. *Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.* 2013;16 (4): 759-768
34. Fu AS, Gao KL, Tung AK, Tsang WW, Kwan MM. Effectiveness of exergaming training in reducing risk and incidence of falls in frail older adults with a history of falls. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2015: 96 2096-102
35. Sustakoski A, Perera S, Van Swearingen JM, Studenski AS, Brach JS. The impact of resting protocol on recorded gait speed. *GaitPosture.* 2015;41:329-31.

36. Pamoukdjian F, Paillaud E, Zelek L, Laurent M, Lévy V, Landre T, et al. Measurement of gait speed in older adults to identify complications associated with frailty: a systematic review. *J Geriatr Oncol.* 2015;6(6):484-96.
37. Hardy ES, Perera S, Roumani YF, Chandler JM, Stundenski AS. Improvement in usual Gait Speed predicts better survival in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55(11):1727-34.
38. Hollman JH, Beckman BA, Brandt RA, Merriwether EN, Williams RT, Nordrum JT. Minimum detectable change in gait velocity during acute rehabilitation following hip fracture. *J Geriatr Phys Ther.* 2008;31(2):53-6.
39. Lee GC. Effects of Training Using Video Games on the Muscle Strength, Muscle tone and Activities of daily Living of Chronic Stroke Patients. *J. phys. Ther. Sci.* 2013; 25: 595-597
40. Young W, Ferguson S, Sébastien B, Craig C. Assessing and training standing balance in older adults: A novel approach using the “Nintendo Wii” Balance Board. 2011: 33: 303-305.
41. Clark, R. A. Bryant, A. L. Pua, Y. et al. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait & posture*, v. 31, n. 3, p. 307–310, 2010.
42. Basak C. et al. Can training in a real-time strategy video game attenuate cognitive decline in older adults? *Psychology and Aging, Arlington*, v. 23, n. 4, p. 765–77, Dec. 2008.
43. Deutsch, J. E. et al. Nintendo wii sports and wii fit game analysis, validation, and application to stroke rehabilitation. *Topics in Stroke Rehabilitation, Frederick*, v. 18, n. 6, p. 701-719, Nov.-Dec. 2011.

ARTIGO 2- FISIOTERAPIA E PESQUISA

**EFEITOS A CURTO PRAZO DA INFORMAÇÃO SENSORIAL ADICIONAL
NA MOBILIDADE FUNCIONAL E VELOCIDADE DE MARCHA DE IDOSAS
CAIDORAS**

**SHORT-TERM EFFECTS OF ADDITIONAL SENSORY INFORMATION IN
FUNCTIONAL MOBILITY AND GAIT SPEED IN ELDERLY FALLERS**

EFEITOS DA TIRA SUB-PATELAR EM IDOSAS CAIDORAS

2016

Isabela Feitosa de Carvalho¹, Marcos Eduardo Scheicher²

1. Mestranda em Desenvolvimento Humano e Tecnologias do Programa de Pós-graduação da UNESP/Rio Claro
Endereço: Rua Samuel Steinberg, 192
18053-363 – Sorocaba-SP, Brasil
e-mail: isa.feitosacarvalho@gmail.com
2. Docente do Curso de Fisioterapia, UNESP/Marília. Docente do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias da UNESP/Rio Claro
Endereço: Av. Hygino Muzzi Filho, 737
17525-900 – Marília-SP, Brasil
e-mail: mscheicher@marilia.unesp.br

A pesquisa foi realizada nas dependências da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho-UNESP, na cidade de Marília-SP, Brasil.

Endereço para correspondência:
Prof. Dr. Marcos Eduardo Scheicher
Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Av. Hygino Muzzi Filho, 737, CEP 17525-900 Marília-SP- Brasil,
mscheicher@marilia.unesp.br
Telefone: (14) 34021350, Ramal 1479

O estudo foi aprovado (processo nº 0982/2014) no Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências-UNESP e publicado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos-ReBEC (RBR-54jrwd).

RESUMO

Introdução: A população geriátrica apresenta alterações importantes em relação a propriocepção e equilíbrio postural. O equilíbrio postural é composto por informações provindas da interação dos sistemas visual, somatossensorial e vestibular. Essas informações estão prejudicadas no envelhecimento, que leva a alterações de controle postural no idoso, e aumenta o risco de quedas nessa população. O aprimoramento do equilíbrio postural pode ser realizado com a adição da informação sensorial, como a tira sub-patelar. **Objetivo:** investigar o efeito da utilização de informação sensorial adicional na velocidade de marcha e mobilidade funcional de idosas caidoras. **Metodologia:** Foram avaliadas 28 idosas caidoras. O teste *Timed Up and Go* (TUG) foi utilizado para avaliar a mobilidade funcional e o Teste de 10m para avaliar a velocidade de marcha. Os testes foram realizados com e sem a adição da informação sensorial adicional (tira sub-patelar). A normalidade foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk e os dados foram comparados utilizando-se os testes *t* de Student e Wilcoxon pareado. **Resultados:** Houve diferença no TUG ($p=0,0006$) e na velocidade média de marcha ($p=0,004$) com e sem a tira sub-patelar. **Conclusão:** O uso da informação sensorial adicional, do tipo tira sub-patelar, aumentou a velocidade média de marcha e mobilidade funcional de idosas caidoras.

Palavras-chave: idoso, equilíbrio postural, propriocepção, sensorial, mobilidade

ABSTRACT

Introduction: The elderly population presents important changes from proprioception and postural balance. Postural balance consists of information emanating from the interaction of visual, somatosensory and vestibular systems. This information is impaired in aging, leading to postural control changes in the elderly, increasing the risk of falls in this population. The improvement of postural balance can be accomplished with the addition of sensory information, such as subpatelar strip. **Objective:** To investigate the effect of using additional sensory information in gait speed and functional mobility of fallers elderly. **Methods:** 28 elderly women were evaluated, all were considered fallers. The test *Timed Up and Go* (TUG) was used to assess functional mobility and 10m Test to evaluate the speed gait. The tests were performed with and without the addition of additional sensory information (subpatelar strip). The normality was verified by the Shapiro-Wilk test and the results were compared using paired Student *t* test and Wilcoxon test. **Results:** There was significant difference in the TUG ($p = 0.0006$) and the average of gait speed ($p = 0.004$) with and without subpatelar strip.

Conclusion: The use of additional sensory information increased the gait speed and functional mobility of elderly fallers.

Key-words: elder, postural balance, proprioception, sensory, mobility

INTRODUÇÃO

A queda pode ser definida como um episódio não intencional, que resulta no indivíduo em uma posição inferior da qual se encontrava, com incapacidade de correção em tempo hábil¹⁻³. As quedas estão entre os principais problemas para a saúde da população geriátrica⁴ considerando-se que 30% dos idosos sofrem queda ao menos uma vez ao ano e 50% caem de forma recorrente⁵. Além disso, equivale a 6^a causa de morte em pessoas com mais de 65 anos⁶ e são consideradas a principal causa de morbidade, perda da autonomia e da qualidade de vida no envelhecimento⁷.

O equilíbrio postural é o resultado da interação harmônica entre os sistemas vestibular, visual e somatossensorial, e alterações nesses sistemas ou na interação entre eles aumenta o risco de quedas⁸⁻¹⁰. Na manutenção do controle postural atuam forças que permanecem em constante mudança, e sugere que a informação sensorial interfere na ação motora relacionada ao controle postural, e que as ações motoras influenciam no resultado da informação sensorial⁹⁻¹¹. Estudos indicam que essa informação pode ser utilizada de forma contínua em indivíduos com déficit proprioceptivo com bons resultados na redução da oscilação corporal e mobilidade⁸⁻¹⁴. Os primeiros estudos de Bonfim e Barela,¹¹ evidenciaram a redução da oscilação corporal em uma situação de contato com uma barra de toque em indivíduos que possuíam lesões de ligamento

cruzado anterior (LCA). Felicio et al.¹², avaliou o uso da adição sensorial em indivíduos com Síndrome Fêmoro Patelar, enquanto Carvalho et al.¹³, evidenciou a melhora da mobilidade funcional em idosas caidoras e não-caidoras com o uso da tira sub-patelar. A informação sensorial adicional é de grande importância também para indivíduos saudáveis, desde que esta forneça informação útil para a realização da tarefa proposta⁸⁻¹⁰.

Os primeiros estudos utilizando a adição da informação sensorial comprovaram sua eficácia em indivíduos saudáveis, mas com maior relevância em sujeitos com déficit proprioceptivo^{9,11,15,16}. Diante disso, a população geriátrica pode se beneficiar com o efeito da informação sensorial adicional, sendo esta uma ferramenta de baixo custo que pode auxiliar na manutenção do equilíbrio postural e diminuição do risco de quedas¹³.

Embora o número de estudos com a adição da informação sensorial tenha crescido nos últimos anos, os resultados ainda são discordantes em relação à população geriátrica e com história de quedas. Diante do exposto, o objetivo do estudo foi investigar o efeito a curto prazo do uso da informação sensorial adicional, do tipo tira sub-patelar, na mobilidade funcional e velocidade média de marcha em mulheres idosas caidoras.

Metodologia

Participantes

Foram avaliadas 28 idosas moradoras da comunidade da cidade de Marília-SP, com idade de 60 anos ou mais, classificadas como sedentárias de acordo com a Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte¹⁷. Não foram incluídas na pesquisa idosas com problemas visuais não corrigidos, uso contínuo de medicamentos antidepressivos e sedativos, com incapacidade de se manter em ortostatismo por pelo menos 90 segundos, em uso de dispositivo auxiliar de marcha e com doenças neurológicas. Foi realizado

rastreio cognitivo pelo Mini Exame do Estado Mental (MEEM), sendo a pontuação de corte definida pela escolaridade^{18,19}. Todas as participantes eram caidoras, com autorrelato de uma ou mais quedas ocorridas nos 12 meses anteriores à data da avaliação inicial^{20,21}.

Os procedimentos foram realizados nos laboratórios didáticos do Prédio de Fisioterapia e Terapia Ocupacional no campus da FFC-Marília.

Procedimentos

Todas as participantes preencheram um questionário com os seguintes itens: nome, idade, escolaridade, estado civil, história de quedas, local da queda, consequências da queda, número de medicamentos de uso contínuo, como medicamentos hipertensivos, controle da síndrome metabólica e diabetes e outras doenças associadas.

As participantes selecionadas foram voluntárias e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes da coleta de dados. O estudo foi aprovado (processo nº 0982/2014) no Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências-UNESP e publicado no Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos-ReBEC (RBR-54jrwd).

A avaliação foi composta por duas situações:

- 1) ST: condição de informação normal, sem a inclusão da tira sub-patelar;
- 2) CT: condição de informação sensorial adicional: com o uso da tira sub-patelar, marca Salvape[®], com largura de 2 cm, colocada bilateralmente, em posição ortostática. (Figura 1) (Inserir Figura 1)

Avaliação da Mobilidade Funcional

A mobilidade funcional foi avaliada pelo teste *Timed up and Go* (TUG), mensurando em segundos o tempo gasto pelo voluntário para levantar-se de uma cadeira, sem ajuda dos braços, andar uma distância de 3 metros, girar e retornar ao ponto de partida. No início do teste, o voluntário permanece com as costas apoiadas no encosto da cadeira e, ao final, deve encostar-se novamente. O participante recebe a instrução “vá” para realizar o teste e o tempo deve ser cronometrado a partir da voz de comando até o momento em que o voluntário apoia novamente suas costas no encosto da cadeira. O teste deve ser realizado uma vez para familiarização e uma segunda vez para tomada do tempo^{5,23}. Apesar de não ser recomendado o uso de um valor de corte²⁴, Schoene et al.²⁵ indica o valor de 10s para idosos sedentários, enquanto Alexandre et al.²⁶, recomenda valores de 12,47s para a população idosa brasileira.

O TUG é amplamente recomendado como preditor de risco de quedas em idosos, indicando o déficit de mobilidade funcional, e por consequência menor equilíbrio postural. Sendo assim, valores menores evidenciam a melhora na mobilidade, equilíbrio postural, maior velocidade de marcha e, portanto, menor risco de cair²⁵.

Avaliação da Velocidade média de marcha (VM)

Para avaliar a velocidade de marcha das idosas foi utilizado o Teste de caminhada de 10m. A velocidade usual da marcha é uma medida simples, de fácil aquisição e não necessita de equipamentos sofisticados, apenas de cronômetro e espaço viável. Para eliminar o fator aceleração e desaceleração foi solicitado aos participantes que iniciassem a caminhada 1,2m antes da cronometragem e terminassem 1,2m depois. Foram realizadas três tentativas para minimizar o efeito aprendizado, e o menor tempo foi utilizado para análise de dados. As participantes receberam o comando “Caminhe até

a próxima marca, em sua velocidade normal, assim que estiver pronta²⁷.

Análise estatística

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste Shapiro-Wilk e as comparações realizadas pelos teste *t* de Student pareado e Wilcoxon pareado. Foi adotado o nível de significância de $p \leq 0,05$.

Resultados

A tabela 1 mostra as características dos sujeitos do estudo em relação à idade, uso de medicamentos, MEEM, índice de massa corporal e número de quedas. Todas as participantes faziam uso de medicação, 79% para Hipertensão arterial sistêmica e 75% para controle de Síndrome Metabólica. No grupo avaliado, 57% foi classificada como caidora recorrente. (Inserir Tabela 1). Houve diferença significativa da velocidade média de marcha das idosas na comparação com e sem o uso da informação sensorial adicional. Os valores se alteraram de 1,08m/s para 1,14m/s, com $p=0,004$ como demonstrado na Figura 2. (Inserir Figura 2). Os dados do teste de caminhada de 10m sofreram redução de 9,41s para 9,03s, com $p=0,002$.

A avaliação da mobilidade funcional mostrou diferença significativa com e sem o uso da tira sub-patelar, com redução no teste TUG de 12,95s para 12,29s, com $p=0,0006$ como demonstrado na Figura 3. (Inserir Figura 3)

Não houve diferença significativa na divisão de idosos caidores ocasionais de caidores recorrentes. Percebe-se que o uso da tira sub-patelar demonstrou efeito benéfico em ambos os casos.

Discussão

O objetivo do presente estudo foi investigar o efeito a curto prazo da utilização de informação sensorial adicional na velocidade de marcha e mobilidade funcional de idosas caídas. De acordo com a literatura, a informação sensorial articular interfere na ação motora relacionada ao equilíbrio postural e, ao mesmo tempo, influencia a ação motora na obtenção da informação sensorial^{9,10}. O Sistema Nervoso Central (SNC) recebe as informações aferentes vindas da orientação do corpo e espaço, e seleciona respostas efetivas para estabilizar o corpo¹¹.

Os resultados deste estudo demonstraram diminuição no tempo do teste TUG, com o uso da tira sub-patelar. Esse resultado corrobora com o estudo de Carvalho et al, 2015, no qual houve redução de tempo no teste TUG em idosas caídas. Quanto menor o valor obtido no teste, melhor a mobilidade funcional do indivíduo.^{22,25} O teste também é altamente recomendado como preditor de risco de quedas, sendo assim, o idoso com um bom escore no TUG pode ser considerado com baixo risco de quedas, aumento na mobilidade funcional e diminuição do déficit de equilíbrio^{25,26}. Apesar de ser uma ferramenta simples e de fácil realização, o teste TUG pode ser considerado complexo para o idoso, pois consiste na realização de transferências de peso, andar e girar para retornar ao ponto de partida. Essas tarefas necessitam da interação de componentes neuromusculares, como força, agilidade e equilíbrio. Altos valores na execução desse teste podem indicar menor controle postural, diminuição de velocidade de marcha, medo de quedas e diminuição de força muscular^{25,28}.

Os dados do teste de caminhada de 10m também sofreram redução (de 9,41s para 9,03s, $p=0,002$), correspondendo ao aumento da velocidade média de marcha (VM) da população avaliada de 1,08m/s para 1,14 m/s ($p=0,004$). Esse resultado é

extremamente positivo para demonstrar o efeito da tira sub-patelar nos componentes do equilíbrio postural. De acordo com a literatura, a redução de 0,1m/s na velocidade média pode aumentar em 7% o risco de quedas e suas consequências, até mesmo o risco de óbito.²⁹

No estudo de Sustakoski et al.³⁰, o valor de corte da VM foi estabelecida em 1,13m/s para testes realizados com o uso da aceleração e desaceleração. Valores abaixo do estabelecido podem indicar maior risco de quedas. O presente estudo apresentou a eficácia da tira sub-patelar no aumento da VM para 1,14m/s, causando a diminuição no risco de quedas da população estudada, ao menos a curto prazo.

Na reabilitação geriátrica, o aumento da VM usualmente prediz avanço na independência e mobilidade³¹, pois traz melhora das funções físicas, diminuição de incapacidades e de utilização de serviços médicos³². A avaliação da VM é simples e pode indicar um bom estado de envelhecimento, e maior habilidade na recuperação em episódios que o idoso sofre uma sobrecarga, como a queda^{25,33,35}. A VM pode ser usada como um guia para mapear e categorizar os idosos que apresentam alto e baixo risco de quedas, além disso, tem a capacidade de identificar o medo de cair presente nessa população.³⁴

O mecanismo de ação da adição da informação sensorial, especialmente da tira sub-patelar, ainda não está totalmente esclarecido. A principal hipótese, encontrada em estudos, sugere o aumento de aferências pela constante estimulação cutânea, maior estímulo aos receptores superficiais da pele e receptores locais, com consequente aprimoramento da resposta proprioceptiva articular^{12-16,22}.

Idosos caidores apresentam redução na mobilidade e estão mais propensos a diminuição da força muscular causada pelo processo do envelhecimento e inatividade, com consequente impacto na marcha e estabilização do tornozelo e quadril.³⁶ O

aumento do estímulo vindo da tira sub-patelar pode favorecer a cinemática da articulação do joelho e produzir resultados benéficos na mobilidade e velocidade de marcha dessa população^{13,35}.

As áreas cerebrais ativadas para manutenção do equilíbrio postural recebem menos estímulos no envelhecimento, e por esta razão apresentam menor ativação nessas regiões³⁶. A adição da informação sensorial pode aumentar os estímulos para as regiões menos ativadas, aprimorando assim a resposta proprioceptiva no controle postural^{13,36}.

Segundo Globe et al.³⁷, o feedback proprioceptivo tem forte influência na manutenção do controle postural. Assim, ao aumentarmos a informação sensorial, produzimos melhora na propriocepção e, por consequência, no equilíbrio postural^{11-13,36-37}.

Pesquisas devem ser realizadas para investigar os efeitos da tira sub-patelar no controle postural, pois o número escasso de estudos sobre o tema abordado dificulta a aplicação em populações maiores ou mesmo em outras situações onde há alteração do equilíbrio postural. Novos estudos envolvendo a adição da informação sensorial podem ser realizados para concretizar questões como a durabilidade do estímulo sensorial e sua efetividade em atividades e treinamentos propostos durante as reabilitações fisioterapêuticas e práticas diárias. Entretanto, os resultados positivos do presente estudo indicam a possibilidade da utilização da tira sub-patelar nas práticas clínicas e saúde pública devido à facilidade do uso e baixo custo.

Conclusão

O uso da informação sensorial, do tipo tira sub-patelar foi eficaz no aumento da velocidade média de marcha e mobilidade funcional de idosas caídas. Estes resultados

indicam que fontes de informações sensoriais adicionais podem representar uma importante ferramenta para a diminuição do risco de quedas dessa população.



Figura 1. Tira Subpatelar

Tabela 1. Características da amostra

	Grupo caidor (n = 28) Média (DP)
Idade (anos)	69,8 (6,73)
Nº de Quedas	1,6 (0,78)
Nº medicamentos	3,0 (2,32)
IMC	29,0 (3,51)
MEEM	26,0 (2,75)

IMC: Índice de massa corpórea; MEEM: Mini Exame do Estado Mental

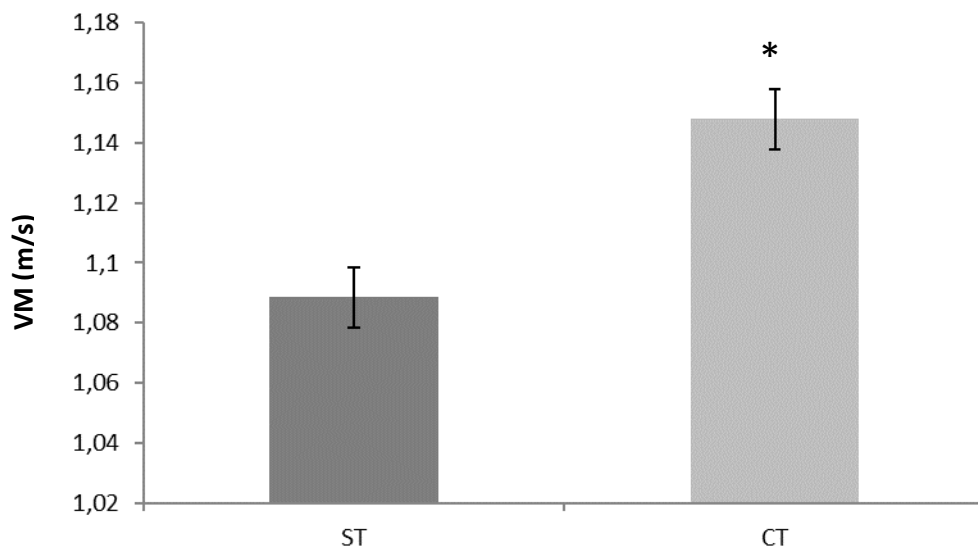


Figura 2. Velocidade média com e sem o uso da tira sub-patelar. VM: Velocidade Média; ST: Sem tira sub-patelar; CT: Com tira sub-patelar. * $p=0,004$ Fonte: Autoria própria.

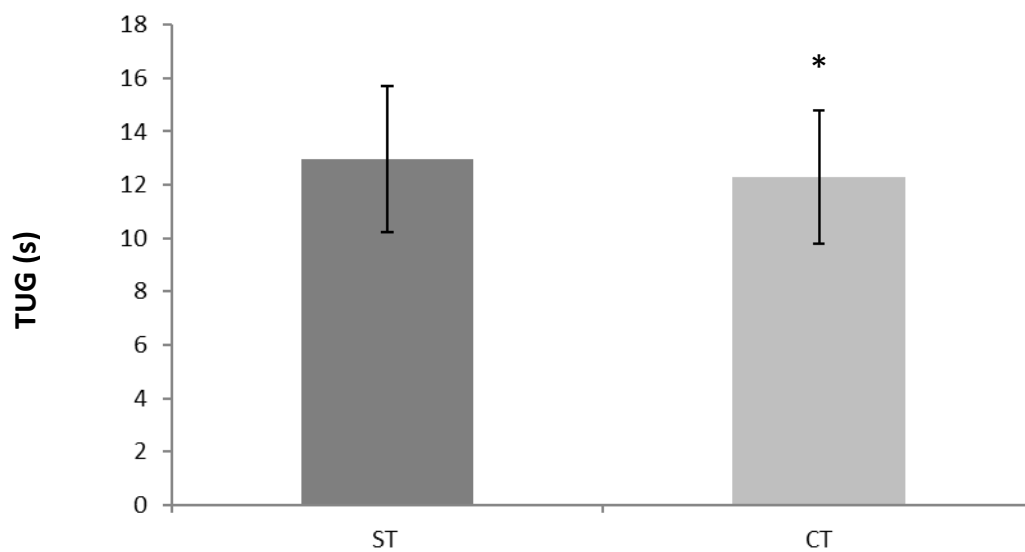


Figura 3. Média dos escores do TUG com e sem o uso da tira sub patelar. TUG= *Timed up and Go*; ST: sem tira sub-patelar; CT: com tira sub-patelar. * $p=0,0006$. Fonte: Autoria própria.

REFERENCIAS

1. Greene BR, O'Donovan A, Romero-Ortuno R, Cogan L, Scanaill CN, Kenny RA. Quantitative falls risk assessment using the timed up and go test. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2010;57(12):2918–26.
2. Herman T, Giladi N, Hausdorff JM. Properties of the “timed up and go” test: more than meets the eye. *Gerontology.* 2011;57(3):203–10.
3. Pimentel I, Scheicher ME. Comparação da mobilidade, força muscular e medo de cair em idosas caídas e não caídas. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2013;16(2):251-7.
4. Siqueira FV, Facchini LA, Silveira DS, Piccini RX, Tomasi E, Thumé E, et al. Prevalence of falls in elderly in Brazil: a countrywide analysis. *Cad Saúde Pública.* 2011;27(9):1819-26.
5. Ansai JH, Glisoi SFN, Oliveira T, Soares AT, Cabral KN, Sera CTN, Paschoal SMP. Revisão de dois instrumentos clínicos de avaliação para prever risco de quedas em idosos. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2014;17(1):177-89.
6. Gschwind YJ, Kressig RW, Lacroix A, Muehlbauer T, Pfenninger B, Granacher U. A best practice fall prevention exercise program to improve balance, strength/power, and psychosocial health in older adults: study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Geriatr.* 2013;13:105.
7. Hernandez SSS, Coelho FGM, Gobbi S, Stella F. Efeitos de um programa de atividade física nas funções cognitivas, equilíbrio e risco de quedas em idosos com demência de Alzheimer. *Rev Bras Fisioter.* 2010;10(1):68-74.
8. Barela JA. Estratégias de controle em movimentos complexos: ciclo percepção-ação no controle postural. *Rev Paul Educ Fís.* 2000;supl 3:79-88.
9. Barela JA. Ciclo percepção-ação no desenvolvimento motor. In: Teixeira LA, editor. *Avanços em comportamento motor.* São Paulo: Movimento; 2001. p. 40-61.
10. Barela JA, Lopes AG, Razuk M, Barela AMF. Mudanças sensoriais e motoras no controle postural decorrentes no processo de envelhecimento. In: Afonso MR, Cavalli AS, organizadores. *Trabalhando com terceira idade: estudos e pesquisas.* Pelotas: Gráfica da UfPel; 2011. p. 211-33.
11. Bonfim TR, Barela JA. Efeito da manipulação da informação sensorial na propriocepção e no controle postural. *Fisioter Mov.* 2007;20(2):107-17.

12. Felicio LR, Masullo Cde L, Saad MC, Bevilaqua-Grossi D. The Effect of a Patellar Bandage on the Postural Control of Individuals with Patellofemoral Pain Syndrome. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(3):461-4.
13. Carvalho IF, Bortolotto TB, Fonseca LCS, Scheicher ME. Uso da bandagem infrapatelar no desempenho físico e mobilidade funcional de idosas com história de quedas. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2015;18(1):119-27.
14. Botelhos DC, Bonfim TR. Influência da informação sensorial adicional no treinamento sensório-motor. *Fisioter Pesqui.* 2012;19(3):268-74.
15. Callaghan MJ, Selfe J, Bagley PJ, Oldham JA. The effects of patellar taping on knee joint proprioception. *J Athl Train.* 2002;37(1):19-24.
16. Jerosh J, Prymka M. Knee joint proprioception in normal volunteers and patients with anterior cruciate ligament tear taking special account of the effect of knee bandage. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1996;115(3-4):162-6.
17. Nóbrega ACL, Freitas EV, Oliveira MAB, Leitão MB, Lazzoli JK, Nahas RM, et al. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. *Rev Bras Med Esporte.* 1999;5(6):207-11.
18. Brucki SMD, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PHF, Okamoto IH. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. *Arq Neuro-Psiquiatr.* 2003;61:777-81.
19. Reis LA, Torres GV, Araújo CC, Reis LA, Novaes LKN. Rastreamento Cognitivo de idosos institucionalizados no município de Jequié-BA. *Psicol Est.* 2009;14(2):295-301.
20. Gonçalves DFF, Ricci NA, Coimbra AMV. Equilíbrio funcional de idosos da comunidade: comparação em relação ao histórico de quedas. *Rev Bras Fisioter.* 2009;13(4):316-23.
21. Sai AJ, Gallagher JC, Smith LM, Logsdon S. Fall predictors in the community dwelling elderly: a cross sectional and prospective cohort study. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2010;10(2):142-50.
22. Podsiadlo D, Richardson S. The Timed "Up & GO": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39:142-8.
23. Schoene D, Wu SM, Mikolaizak AS, Menant JC, Smith ST, Delbaere K, Lord SR. Discriminative ability and predictive validity of the timed up and go test in identifying older people who fall: systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc.* 2013;61(2):202-8.
24. Rose DJ, Jones CJ, Lucchese N. Predicting the probability of falls in community-residing older adults using the 8-Foot Up and Go: a new measure of functional mobility. *J Aging Phys Act.* 2002;10(4):466-75.

25. Singh KAD, Pillai GKS, Tan TS, Suzana S. Association between physiological falls risk and physical performance tests among community-dwelling older adults. *Clin Interv Aging*. 2015;10:1319-26.
26. 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.
27. Abreu SSE, Caldas CP. Velocidade de marcha, equilíbrio e idade: um estudo correlacional entre idosas praticantes e idosas não praticantes de um programa de exercícios terapêuticos. *Rev Bras Fisioter*. 2008;12(4):324-30.
28. Virtuoso JF, Gregório LPP, Medeiros PA, Mazo GZ. The “Timed up and Go” in the prediction and explanation of falls in old people practicing physical exercises. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho hum*. 2014; 16(4):381-9
29. Hardy ES, Perera S, Roumani YF, Chandler JM, Studenski AS. Improvement in usual Gait Speed predicts better survival in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2007;55(11):1727-34.
30. Sustakoski A, Perera S, VanSwearingen JM, Studenski AS, Brach JS. The impact of resting protocol on recorded gait speed. *Gait Posture*. 2015;41:329-31.
31. Santos AS, Tribess S, Pinto LLT, Ribeiro MCL, Rocha SV, Virtuoso Júnior JS. Velocidade de caminhada como indicador para a incapacidade funcional em idosos. *Motricidade*. 2014;10(3):50-60.
32. Pamoukdjian F, Paillaud E, Zelek L, Laurent M, Lévy V, Landre T, et al. Measurement of gait speed in older adults to identify complications associated with frailty: a systematic review. *J Geriatr Oncol*. 2015;6(6):484-96.
33. Verghese J, Holtzer R, Lipton RB, Wang C. Quantitative gait markers and incident fall risk in older adults. *J Gerontol Ser A Biol Sci Med Sci*. 2009;64(8):896-901.
34. Tapajós DM, Maciel ACC. A velocidade de marcha pode identificar idosos com medo de cair? *Rev Bras Geriatr Gerontol*. 2013;16(1):71-80.
35. Marques NR, LaRoche DP, Hallal CZ, Crozara LF, Morcelli MH, Karuka AH, et al. Association between energy cost of walking, muscle activation, and biomechanical parameters in older female fallers and non-fallers. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2013;28(3):330-6.
36. Goble DJ, Coxon JP, Van Impe A, Geurts M, Doumas M, Wenderoth N, et al. Brain activity during ankle proprioceptive stimulation predicts balance performance in young and older adults. *J Neurosci*. 2011;31(45):16344-52.

37. Goble DJ, Coxon JP, Wenderoth N, Van Impe A, Swinnen SP. Proprioceptive sensibility in the elderly: degeneration, functional consequences and plastic-adaptive processes. *Neurosci Biobehav Rev.* 2009;33(3):271-8.