

O efeito da idade, da dupla tarefa e da visão no senso de posicionamento do tornozelo

Effect of age, dual task and vision on the sense of ankle positioning

Efectos de la edad, doble tarea y visión en el sentido de posicionamiento del tobillo

Aline Bigongiari¹, Luis Mochizuki², Juliana Valente Francica¹, Flavia de Andrade Souza¹, Patricia Martins Franciulli¹, Angelica Castilho Alonso^{1,2}

RESUMO | O objetivo desta pesquisa foi mensurar de forma objetiva a propriocepção, em diferentes situações (com e sem o auxílio da visão, com e sem tarefa cognitiva concomitante e de forma ativa ou passiva), em indivíduos idosos e adultos. Participaram do estudo dez adultos saudáveis e dez idosos saudáveis. Foram estudados os efeitos de diferentes restrições no desempenho do movimento por meio dos erros absoluto (precisão) e relativo (consistência). A mensuração do senso de posicionamento do tornozelo foi realizada com o dinamômetro isocinético *Biodex System 3*. A análise de variância de quatro fatores e o teste *post hoc* de Tukey foram utilizados para analisar os parâmetros. Os resultados mostraram que o fator sujeito interfere no erro absoluto, pois os grupos apresentaram diferença significativa: os idosos erram mais quando comparados com os adultos. Os demais fatores (visão, tarefa cognitiva e tipo de movimento) não apresentaram diferença significativa. No erro relativo os resultados mostraram que a tarefa cognitiva concomitante ao movimento foi capaz de produzir diferença significativa; entretanto os demais fatores (indivíduos, visão e tipo de movimentação) não foram capazes de produzir uma diferença significativa. A idade afeta a precisão do sentido proprioceptivo, independentemente da situação. Não houve diferença entre a realização do movimento com e sem o auxílio da visão, e a dupla tarefa (motora associada à cognitiva) afeta a consistência do movimento.

Descritores | Propriocepção; Idoso; Adulto; Equilíbrio Postural; Acidentes por Quedas.

ABSTRACT | The objective of this research was to measure objectively the proprioception in different situations (with and without the aid of vision, with or without a concomitant cognitive

task, and actively and passively), in elder and adult individuals. Ten healthy adults and ten healthy seniors participated in the study. The effects of different restrictions were studied in the development of movement through absolute (accuracy) and relative (consistency) errors. The sense of ankle positioning was measured with a Biodex System 3isokinetic dynamometer. Four-factor analysis of variance and the Tukey post hoc test were used to analyze the parameters. The results showed that the subject factor interferes in the absolute error, since the groups showed significant difference: the elderly make more mistakes when compared with adults. The other factors (vision, cognitive task and type of movement) did not show significant difference. In the relative error, results showed that the cognitive task concomitant to movement was capable of producing significant difference; however, the other factors (individuals, vision and type of movement) were not. Age affects the accuracy of the proprioceptive sense, regardless of the situation. There was no difference between performing the movement with and without the aid of vision, and the double task (motor associated with cognitive) affects the consistency of the movement.

Keywords | Proprioception; Elderly; Adult; Postural Balance, Accidental Falls.

RESUMEN | En este estudio se propone medir objetivamente la propiocepción en situaciones diferentes (con y sin la ayuda de la visión, con y sin la tarea cognitiva concomitante y de forma activa o pasiva), en adultos y adultos mayores. Del estudio han participado diez adultos sanos y diez adultos mayores sanos. Se analizaron los efectos de diversas restricciones en el funcionamiento del movimiento por medio de los errores absoluto (precisión) y relativo (consistencia). La medición del

Trabalho desenvolvido na Universidade São Judas Tadeu (USJT) – São Paulo (SP), Brasil.

¹Universidade São Judas Tadeu (USJT) – São Paulo (SP), Brasil.

²Laboratório do Estudo do Movimento do Instituto de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo (SP), Brasil.

Endereço para correspondência: Angelica Castilho Alonso – Rua Taquari, nº 546 – Mooca – São Paulo (SP), Brasil – CEP: 03166-000 – E-mail: angelicacastilho@msn.com – Fonte de financiamento: Nada a declarar – Conflito de interesses: Nada a declarar – Apresentação: 12 jun. 2017 – Aceito para publicação: 28 set. 2017 – Aprovado pelo Comitê de Ética: Protocolo nº 060/06.

sentido de posicionamiento del tobillo se llevó a cabo por medio del dinamómetro isocinético *Biodex System 3*. Se utilizaron el análisis de varianza de cuatro factores y la prueba *posthoc* de Tukey, para analizar los parámetros. Los resultados demostraron que el factor sujeto interfiere en el error absoluto, ya que los grupos presentaron una diferencia significativa: los adultos mayores cometen más errores que los adultos. Los otros factores (visión, tarea cognitiva y tipo de movimiento) no demostraron diferencias significativas. En el error relativo, los resultados desvelan que la tarea cognitiva y el movimiento

fueron capaces de producir una diferencia estadísticamente significativa; sin embargo, otros factores (personas, visión y tipo de movimiento) no fueron capaces de producirla. La edad afecta a la exactitud del sentido propioceptivo, independientemente de la situación. No hubo diferencias entre el rendimiento del movimiento con y sin la ayuda de la visión, y la doble tarea –motora relacionada con la cognitiva– impacta en la consistencia del movimiento.

Palabras clave | Propriocepción; Adulto Mayor; Adulto; Balance Postural; Accidentes por Caídas.

INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento é acompanhado por um declínio do sistema sensorio motor, que é responsável por transmitir estímulos ao sistema nervoso central (SNC), quanto à posição e ao movimento do corpo em relação às superfícies de apoio, às informações relativas à distensão dos músculos, à tensão nas articulações e à vibração profunda, como também à posição articular estática e ao movimento, além da direção e da intensidade deste¹.

O controle postural depende de informações sensoriais fornecidas pela visão, pela propriocepção e pelo sistema vestibular que são integradas e processadas centralmente por diversas áreas do cérebro, incluindo o cerebelo, o tronco encefálico, os gânglios da base, o córtex sensorial e o motor. Por meio de sinais medulares o controle postural é efetuado pela ativação de músculos dos membros e do tronco. Os componentes musculoesqueléticos para controle postural incluem: amplitude e flexibilidade das articulações, ativações musculares coordenadas e um bom alinhamento entre os segmentos corporais²⁻⁴.

Os efeitos funcionais são afetados pelo número de receptores perdidos. Sua diminuição leva a déficit no controle neuromuscular, na coordenação motora e no equilíbrio postural, consequentemente aumentando o risco de queda^{5,6}. Segundo Ribeiro e Oliveira⁶, os idosos dependem mais das informações sensorio-motoras do que da visão para se manterem em equilíbrio. Além disso, déficits proprioceptivos podem levar a anormalidades biomecânicas durante as atividades funcionais que, ao longo do tempo, acarretam doenças articulares degenerativas.

Existem algumas técnicas para avaliar o sistema sensorio-motor. Uma delas avalia o senso de posicionamento documentando a habilidade do indivíduo de produzir um ângulo predeterminado da amplitude de movimento articular, bastante estudado na literatura mundial^{4,7}.

Nos últimos anos, estudos de capacidades funcionais em diferentes condições – como visuais⁸, multitarefas⁹, direção veicular^{10,11}, equilíbrio postural, marcha^{12,13} – têm incluído a dupla tarefa, definida como a realização simultânea de uma tarefa primária, geralmente motora, em associação com outras tarefas, chamadas secundárias, que podem ser cognitivas, motoras ou motoras-cognitivas. Essas atividades estão ligadas à função executiva que ocorre em nível cortical, sendo possível que uma tarefa interfira na outra, com redução do automatismo e consequentemente aumento da demanda motora.

Como a maioria das tarefas cotidianas ocorrem em condições de dupla tarefa, e por mais que as informações sensoriais ou a falta/alteração dessas informações estejam relacionadas à queda de idosos, ainda permanecem dúvidas a respeito das condições proprioceptivas desses indivíduos. A grande incidência de quedas e suas consequências incapacitantes aumentam a necessidade de pesquisas que visam investigar suas prováveis causas.

Por essa razão, o objetivo deste estudo foi mensurar e comparar o senso de posicionamento durante o movimento de dorsiflexão de tornozelo com e sem uma tarefa cognitiva e sem o auxílio da visão em idosos e adultos saudáveis.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo transversal controlado, realizado no laboratório de biomecânica de movimento humano da Universidade São Judas Tadeu e aprovado pelo comitê de ética dessa instituição.

Casuística

Participaram desse estudo 20 indivíduos, divididos em dois grupos: o grupo de idosos saudáveis (n=10) e o

grupo controle de indivíduos adultos (n=10). Os critérios de inclusão foram: serem indivíduos saudáveis; ausência das desordens vestibulares, proprioceptivas ou neurológicas referidas; estar sem utilizar medicações que pudessem comprometer o entendimento da tarefa; não ter limitação nas articulações dos membros inferiores, especialmente no tornozelo. Foram critérios de exclusão: referir dor ou qualquer desconforto durante a coleta de dados ou ser incapaz de realizar a tarefa cognitiva adicional por qualquer motivo.

Procedimentos

Os indivíduos que cumpriram os critérios de inclusão foram convidados a participar do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Os seguintes dados foram registrados durante uma entrevista: idade, dominância dos membros inferiores, dados relacionados a saúde, massa corporal e estatura, tendo sido calculado o índice de massa corporal. Todos os testes demoram cerca de uma hora.

Mensuração

A mensuração do senso de posicionamento do tornozelo foi realizada no dinamômetro isocinético *Biodex Sistem 3* (*Biodex Medical Systems*). Esse mecanismo de medição foi conectado a um sistema de aquisição e interpretação de dados com armazenamento em computador *Pentium 4* de 2,66MHz. A frequência de aquisição dos sinais mensurados foi de 1KHz.

Inicialmente os sujeitos foram acomodados na cadeira do dinamômetro, que foi ajustada para cada indivíduo. O segmento corporal proximal foi fixado por meio das cintas disponíveis na cadeira, de acordo com as especificações do aparelho. Foi realizado o protocolo de avaliação da propriocepção unilateral do tornozelo direito e, após o ajuste do arco de movimento alcançado por cada sujeito, definiu-se 5° de dorsiflexão como ângulo alvo para todos, utilizando-se a velocidade de 10°/s.

Iniciou-se o teste pelo movimento de dorsiflexão do tornozelo de forma passiva para o sujeito, sendo estabelecido um tempo de três segundos para memorização do ângulo alvo. Essa tarefa foi repetida seis vezes para cada situação: (1) em silêncio; (2) sem o auxílio da visão; e (3) com tarefa cognitiva, quando se utilizou do teste de Stroop apenas a tarefa de leitura, que consiste em ler nomes de cores impressos em cor incongruente. Esse tipo de tarefa exige atenção seletiva, capacidade de manter o foco em uma atividade e de inibir a tendência a fornecer respostas impulsivas. Após

a coleta passiva, foi solicitado que o sujeito refizesse o teste de forma ativa, utilizando o mesmo protocolo.

Análise estatística

Os parâmetros foram comparados por meio de análise de variância (Anova). Foram examinados os seguintes fatores para essa análise: sujeitos (grupo controle e grupo de idosos), visão (com e sem seu auxílio), tarefa cognitiva (com ou sem realizá-la) e movimentos (passivo e ativo). O teste *post hoc* utilizado foi o de diferença honestamente significativa (HSD) de Tukey.

Para medir o desempenho do movimento foram avaliados os erros absoluto e relativo. Para calculá-los é necessário obter a tendência direcional de erro, que é estimada por meio do erro constante (EC) – ou erro algébrico. O cálculo dessa variável é feito pela média aritmética simples dos valores de erro, com atribuição de um sinal (+ ou -), em uma série de tentativas. Com essa estratégia é possível calcular a precisão média de resposta (erro absoluto ou erro quadrático) e a variabilidade das respostas ao longo dessas tentativas (erro variável ou relativo). O erro absoluto é o valor representativo da magnitude dos erros temporais cometidos na série de tentativas, independentemente da direção do erro.

Para ser considerado um executante habilidoso, o participante deveria apresentar respostas precisas na maioria das tentativas. Caso os erros de desempenho fossem concentrados ao redor de um valor, normalmente próximo a zero, considerava-se que o executante era consistente em seu desempenho. Vale ressaltar que precisão e consistência são conceitualmente independentes: enquanto a precisão corresponde a erros de desempenho próximos de zero, consistência é a concentração dos erros em uma série de tentativas ao redor de um valor qualquer, não necessariamente zero.

Para todas as análises estatísticas, o nível de significância adotado foi $p < 0,05$. Os testes foram realizados no software *Statistica* (*Statsoft, Inc., Tulsa, OK, USA*).

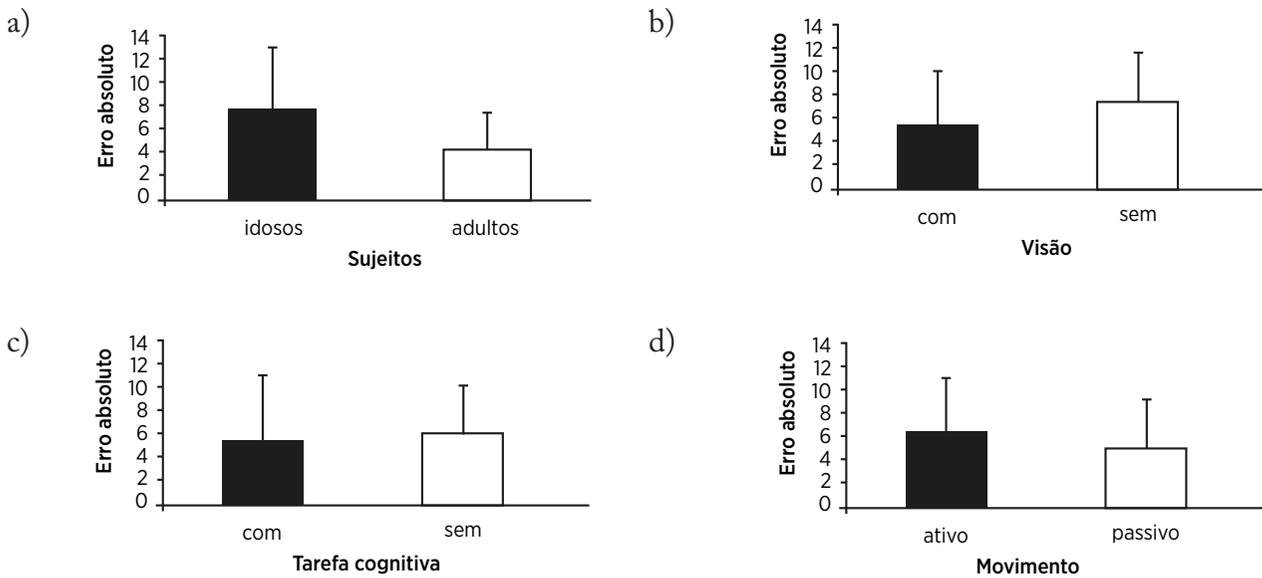
RESULTADOS

Participaram do estudo dez idosos saudáveis com média de 65 anos, 55kg e 1,60m de estatura. Do grupo controle participaram dez indivíduos adultos com média de 21 anos, 50kg e 1,62m de estatura.

A Figura 1 mostra o erro absoluto (precisão). A análise de variância (Anova) demonstrou diferença significativa

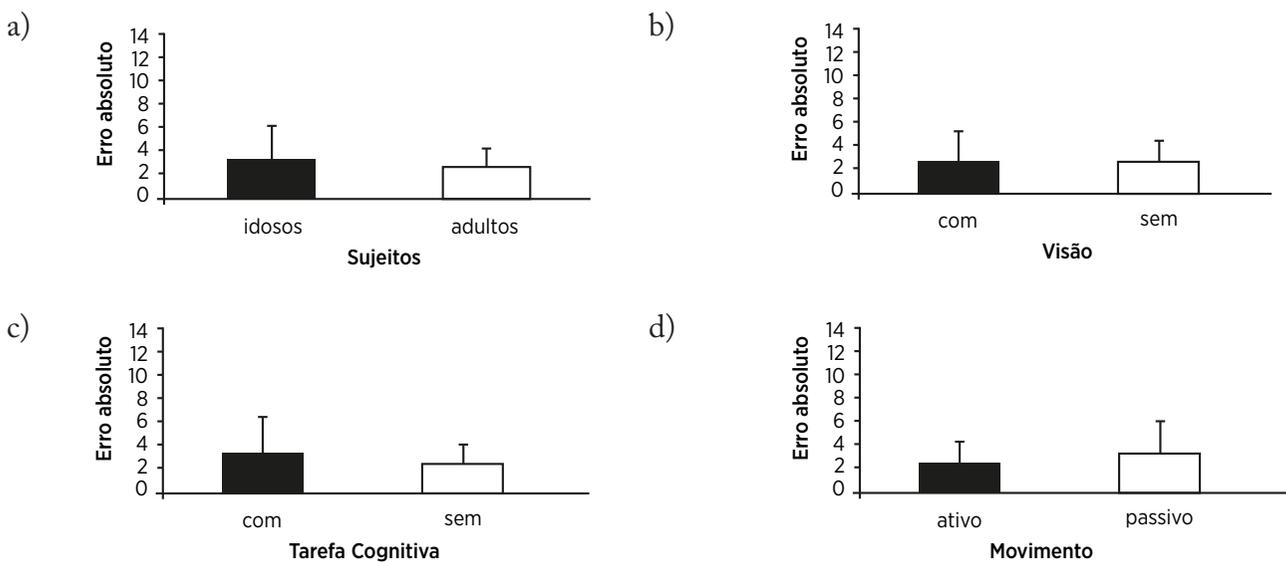
para o fator sujeito (Figura 1a – $F_{(1,118)}=19,5$; $p<0,0001$), em que o *post hoc* Tukey apontou maiores erros no grupo dos idosos ($p=0,0001$). Entretanto, com relação aos demais fatores, como visão (Figura 1b – $F_{(1,118)}=21,9$; $p<0,05$), tarefa cognitiva (Figura 1c – $F_{(1,118)}=22,4$; $p<0,26$) e movimento (Figura 1d – $F_{(1,118)}=22,0$; $p<0,05$) não houve diferença significativa.

A Figura 2 mostra o erro relativo (consistência). Para os fatores sujeito (Figura 2a – $F_{(1,118)}=2,8$; $p=0,09$), visão (Figura 2b – $F_{(1,118)}=0,1$; $p=0,68$) e movimento (Figura 2d – $F_{(1,118)}=2,1$; $p=0,14$) não houve diferença significativa. Mas com relação à tarefa cognitiva (Figura 2c), segundo a Anova, houve diferença significativa ($F_{(1,118)}=5,2$; $p=0,04$), em que o *post hoc* de Tukey apontou maiores erros no grupo de idosos.



(a): diferença entre idosos e adultos; (b): valores encontrados durante a realização da tarefa com e sem o auxílio da visão; (c): resultados obtidos na realização da tarefa cognitiva concomitante ao movimento; (d): valores encontrados entre as diferentes formas de execução do movimento.

Figura 1. Mostra média e desvio padrão do erro absoluto durante a tarefa de alcançar o ângulo meta de 5° de dorsiflexão de tornozelo no dinamômetro isocinético.



(a): diferença entre idosos e adultos; (b): valores encontrados durante a realização da tarefa com e sem o auxílio da visão; (c): resultados obtidos na realização da tarefa cognitiva concomitante ao movimento; (d): valores encontrados entre as diferentes formas de execução do movimento.

Figura 2. Média e desvio padrão do erro relativo durante a tarefa de alcançar o ângulo meta de 5° de dorsiflexão de tornozelo no dinamômetro isocinético

DISCUSSÃO

Os principais achados do estudo foram que a idade está relacionada com déficits sensório-motores e com a consequente redução do sentido proprioceptivo e que a tarefa cognitiva interfere na reprodução do movimento.

Nossos resultados demonstraram que, quando comparados a adultos, independentemente da situação, os idosos apresentam uma diferença significativa no erro absoluto do senso de posição articular, que está relacionado à precisão. Entretanto não houve alteração no erro relativo, que está relacionado à consistência. Portanto, embora o idoso erre mais, ele é tão consistente como um adulto.

No estudo de Pupo et al.⁷, idosos sem osteoartrose apresentaram resultados semelhantes aos deste estudo. No entanto, os resultados eram piores quando os idosos apresentavam diagnóstico de osteoartrose. Isso sugere que o envelhecimento do tecido muscular e articular pode afetar o senso de posição do indivíduo, já que proprioceptores importantes à essa tarefa se localizam nos músculos e nas articulações. Durante todo o envelhecimento ocorre degradação da massa muscular, sarcopenia e sua posterior substituição por tecido conjuntivo, como também diminui a área de contato entre o axônio e a membrana da célula. Talvez isso seja uma possível causa dessa diferença.

Diferentemente dos demais autores, nossos resultados com relação à visão demonstraram que não houve diferença significativa entre realizar o movimento com ou sem o auxílio desta, tanto em relação ao erro absoluto quanto em relação ao relativo. A discordância entre resultados encontrados neste estudo e nos anteriores pode ter ocorrido em função de diferenças metodológicas em relação ao instrumento de avaliação proprioceptiva. Em estudos de Jamet et al.⁸ a avaliação foi realizada com o indivíduo em pé – diferentemente da forma adotada neste estudo, em que todos os indivíduos permaneceram sentados. Isso sugere que a visão é mais requisitada para obter o controle postural em pé.

Em relação à tarefa cognitiva adicionada concomitante ao movimento, esta não foi capaz de alterar significativamente a precisão; entretanto, com relação à consistência, os idosos apresentaram decréscimo. Esse é um tipo de tarefa que se relaciona com a função executiva e, segundo Asimakopulos et al.¹⁰, é um componente determinante de diferentes capacidades funcionais, inclusive nas tarefas complexas, como dirigir um automóvel^{10,11}. A literatura mostra que em idosos há risco à integridade física com relação à execução de dupla-tarefa – por exemplo, caminhar e realizar outra

tarefa cognitiva –, pois isso interfere no desempenho da marcha de idosos saudáveis, aumentando o risco de quedas e de fraturas nessa população^{12,13}. Barbosa et al.¹⁴ e Deshpande et al.¹⁵ afirmam que o declínio da acuidade proprioceptiva está diretamente ligado ao desafio induzido e que se deve levar em consideração a inclusão da tarefa dupla na avaliação e na prática clínica.

Com relação à forma de movimentação, tanto a precisão quanto a consistência não sofreram alteração significativa, possivelmente porque o sentido de propriocepção está relacionado ao movimento, sem importar se isso ocorre de forma passiva ou ativa^{1,5}.

CONCLUSÃO

A idade afeta a precisão do sentido proprioceptivo, independentemente da situação. Não houve diferença entre a realização do movimento com e sem o auxílio da visão, e a dupla tarefa (motora associada à cognitiva) afeta a consistência do movimento.

REFERÊNCIAS

1. Rahal MA, Alonso AC, Andrusaitis FR, Rodrigues TS, Speciali DS, D'Andréa Greve JM, et al. Analysis of static and dynamic balance in healthy elderly practitioners of Tai Chi Chuan versus ballroom dancing. *Clinics*. 2015;70(3):157-61. doi: 10.6061/clinics/2015(03)01
2. Serra MM, Alonso AC, Peterson M, Mochizuki L, Greve JMDA, Garcez-Leme LE. Balance and muscle strength in elderly women who dance samba. *PLOS ONE*. 2016;11(12):e0166105. doi: 10.1371/journal.pone.0166105
3. Alonso AC, Luna NMS, Mochizuki L, Barbieri F, Santos S, Greve JM. The influence of anthropometric factors on postural balance: the relationship between body composition and posturographic measurements in young adults. *Clinics*. 2012;67(12):1433-41. doi: 10.6061/clinics/2012(12)14
4. Alonso AC, Luna NM, Dionísio FN, Speciali DS, Garcez-Leme LE, Greve JMD. Functional balance assessment: review. *MedicalExpress*. 2014;1(6):298-301. doi: 10.5935/MedicalExpress.2014.06.03
5. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: theory and practical applications. 2nd ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
6. Ribeiro F, Oliveira J. Effect of physical exercise and age on knee joint position sense. *Arch Gerontol Geriatr*. 2010;51(1):64-7. doi: 10.1016/j.archger.2009.07.006
7. Pupo STM, Bastos CS, Silva SP, Santos CAS, Alonso AC, Sabbag-Silva A. Avaliação do senso de posicionamento articular em adultos idosos com e sem diagnóstico de osteoartrose na região do joelho. *Fisioter Bras*. 2015;16(3):212-7.

8. Jamet M, Deviterne D, Gauchard GC, Vançon G, Perrin PP. Higher visual dependency increases balance control perturbation during cognitive task fulfillment in elderly people. *Neurosci Lett*. 2004;359(1-2):61-4. doi: 10.1016/j.neulet.2004.02.010
9. Maylor EA, Allison S, Wing AM. Effects of spatial and nonspatial cognitive activity stability. *Br J Psychol*. 2001;92(2):319-38.
10. Asimakopulos J, Boychuck Z, Sondergaard D, Poulin V, Ménard I, Korner-Bitensky N. Assessing executive function in relation to fitness to drive: a review of tools and their ability to predict safe driving. *Aust Occup Ther J*. 2012;59(6):402-27. doi: 10.1111/j.1440-1630.2011.00963.x
11. Alonso AC, Peterson MD, Busse AL, Jacob-Filho W, Borges MT, Serra MM, et al. Muscle strength, postural balance, and cognition are associated with braking time during driving in older adults. *Exp Gerontol*. 2016;85:13-7. doi: 10.1016/j.exger.2016.09.006
12. Al-Yahya E, Dawes H, Smith L, Dennis A, Howells K, Cockburn J. Cognitive motor interference while walking: a systematic review and meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev*. 2011;35(3):715-28. doi: 10.1016/j.neubiorev.2010.08.008
13. Johansson J, Nordström A, Nordström P. Greater fall risk in elderly women than in men is associated with increased gait variability during multitasking. *J Am Med Dir Assoc*. 2016;17(6):535-40. doi: 10.1016/j.jamda.2016.02.009
14. Barbosa JMM, Prates BSS, Gonçalves CF, Aquino AR, Parentoni AN. Efeito da realização simultânea de tarefas cognitivas e motoras no desempenho funcional de idosos da comunidade. *Fisioter Pesqui*. 2008;15(4):374-9. doi: 10.1590/S1809-29502008000400010
15. Deshpande N, Simonsick E, Metter EJ, Ko S, Ferrucci L, Studenski S. Ankle proprioceptive acuity is associated with objective as well as self-report measures of balance, mobility, and physical function. *Age (Dordr)*. 2016;38(3):53. doi: 10.1007/s11357-016-9918-x