

Entrenamiento de la musculatura intrínseca del pie para la prevención de caídas en personas mayores

Effect of a program of intrinsic musculature exercises of the foot in the prevention of risk of fall on the elderly

Nicolás Van Niekerk-Bakit¹, Wilson Pasten- Hidalgo¹, Paula Moreno-Reyes¹, Mauricio Venegas², Giovanni Francino³, Sergio Jiménez^{1, 4}

VAN NIEKERK-BAKIT, N; PASTEN- HIDALGO, W.; MORENO-REYES, P.; VENEGAS, M.; FRANCINO, G.; JIMÉNEZ, S. Entrenamiento de la musculatura intrínseca del pie para la prevención de caídas en personas mayores. *J. health med. sci.*, 8(4):281-287, 2022.

RESUMEN: Objetivo: Las personas mayores y particularmente las mujeres, son propensas a sufrir traumatismo por caídas. El objetivo de esta investigación fue mejorar la estabilidad y funcionalidad de la pisada en personas mayores, implementando un programa de entrenamiento de musculatura intrínseca del pie, y determinar sus efectos en el riesgo de caída como método de prevención. **Materiales y Método:** Participaron 33 personas mayores, de género femenino y autovalentes. En las participantes se evaluó el equilibrio y la velocidad de la marcha con la prueba Time up and Go (TUG), y el equilibrio dinámico se evaluó con la Escala de Tinetti (ET). La intervención constó de enteramiento de tipo short-foot de forma diaria, durante 4 semanas. **Resultados:** los tiempos del TUG disminuyeron de manera progresiva al final de la intervención, lo que indica una optimización en la velocidad de la marcha, por lo que, el entrenamiento tuvo resultados beneficios para la transferencia de carga corporal de una posición sedente a bípedo y de bípedo a marcha. En cambio, para el equilibrio y marcha según ET no se detectó una diferencia significativa. **Conclusiones:** Este entrenamiento presenta una mejoría en el ámbito funcional de cambio de posición, pero no reemplaza el ajuste postural de base de sustentación para mantener el centro de masa en su posición central.

PALABRAS CLAVES: Riesgo de caída, envejecimiento, short foot, ejercicio terapéutico, personas mayores.

INTRODUCCIÓN

Las personas mayores, como grupo etario, presentan un crecimiento importante y sostenido a nivel mundial que lleva a un envejecimiento progresivo de la población global. Se ha estimado que al año 2050, las personas mayores corresponderán a un 22% de la población mundial, mientras que en el año 1950 estos solo correspondían a un 8%. Por otra parte, los menores de 15 años correspondían a un 34% de la población mundial en 1950, y se estima que disminuirán a un 20% para el año 2050 (Saad, Miller, Holz, & Martínez, 2012).

Uno de los principales riesgos de salud al que están expuestas las personas mayores es a

los traumatismos causados por caídas. Por tanto, las caídas desde una posición bípeda representan un 30% de estos eventos, cifra que aumenta con la edad. Por consiguiente, después de los 80 años, la frecuencia de caída tiene un incremento de 4 a 5 veces al año (Fabre, Ellis, Kosma, & Wood, 2010). La prevalencia de caídas, ocasionadas tanto por disfunción en el equilibrio como por inestabilidad en la marcha, ha incrementado la morbimortalidad en personas mayores activas, conduciendo en muchos casos a una privación de su independencia (Fabre *et al.*, 2010), esto debido a lesiones de mediana a gran severidad del aparato locomotor.

Las caídas pueden ser prevenidas, pero para esto se requiere estimular el balance corporal, tanto en una situación estática como la sedes-

¹ Departamento de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Atacama. Chile.

² Escuela de Kinesiología, Facultad de Medicina, Universidad Finis Terrae. Santiago, Chile.

³ Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás. Chile.

⁴ Neural Control of Movement Laboratory, Faculty of Science, Medicine and Health, University of Wollongong. Australia.

tación, como en situaciones dinámicas tal como lo es la marcha humana. Para mejorar las habilidades motoras en posiciones altas, un entrenamiento que ha recibido recientemente gran interés es el short-foot, que permite activar los músculos intrínsecos del pie, los cuales, producto de la edad, podrían verse debilitados o inhibidos. El short-foot es un ejercicio particularmente efectivo para evitar una disminución excesiva del Arco Longitudinal Medial (ALM) del pie (Mulligan & Cook, 2013). Estos músculos son relevantes para mejorar la alineación dinámica del pie, controlando la posición del arco y la estimulación de los propioceptores plantares para mejorar el equilibrio (Mulligan & Cook, 2013). En estudios en personas jóvenes, la disfunción de estos músculos, puede llevar a crear trastornos que disminuyen la capacidad de controlar la pronación del pie (Kelly, Kuitunen, Racinais, & Cresswell, 2012), alterando el empuje del ALM durante la marcha (Kelly *et al.*, 2012). Se ha registrado que realizar entrenamiento de este tipo por cuatro o más semanas, tiene cambios significativos en el ALM en personas jóvenes y adultas. Sin embargo, en la actualidad se desconoce el empleo de este entrenamiento en personas más longevas.

Dentro de la población de personas mayores, las mujeres presentan una mayor incidencia de traumatismos por caídas. Se estima que poseen un 67% más de probabilidades de sufrir caídas que los hombres. Esta mayor susceptibilidad se atribuye a una menor fuerza muscular y reducción de la capacidad física de la mujeres, sumada a un mayor sedentarismo (Fabre *et al.*, 2010) y mayor pérdida de tejido muscular y óseo (Yu *et al.*, 2019). Sin embargo, llegar a edades más longevas es más predominante en las mujeres, debido a que tienen una esperanza de vida superior al de los hombres (Flores, Rivas, & Seguel, 2012).

Es por esto, que el objetivo de este estudio fue, determinar los efectos que tiene un entrenamiento de la musculatura intrínseca del pie en el riesgo de caída en personas mayores autovalentes. El estudio se enfocó exclusivamente en mujeres, puesto que tienen un mayor riesgo a sufrir caídas. El programa de entrenamiento implementado fue el método short-foot, el cual es práctico para ejecutar y no necesita de agentes externos, permitiendo realizarlo fácilmente en la comodidad del hogar. Este estudio también está orientado a mejorar las políticas públicas en personas mayores ayudando a tener un envejecimiento activo y más funcional.

METODOLOGÍA

Selección de participantes

Se realizó un estudio cuasiexperimental, de carácter longitudinal, evaluado en 3 tiempos: antes, durante y después de la intervención. La muestra fue seleccionada de manera intencionada, desde una comunidad de mujeres mayores de 60 años, las que cumplieron con ser participantes activas de un programa de ejercicios de esta agrupación y asistir al menos dos veces a este evento. Además, ellas declararon no poseer algún trastorno sistémico ó motor que le impidiese realizar la intervención, gracias a la observación de un examen preventivo del adulto mayor (EMPAM) vigente, clasificándolas como personas mayores autovalentes y habilitadas para recibir entrenamiento de equilibrio controlado. Todas aceptaron participar firmando un consentimiento informado, el cual fue aprobado por comité de Ética de la **Universidad Santo Tomás, Chile (CEC UST N° 172/2019)**. La media aritmética y desviación estándar (DS) de la muestra fue de 70 ± 6 años. El peso corporal total de las participantes obtuvo una media y DS de $69,4 \pm 11,1$ Kg. La altura total de la muestra fue de $1,50 \pm 0,07$ m y su índice de masa corporal (IMC), fue de $29,8 \pm 4$ kg/m.

Mediciones

El peso de las participantes fue medido con una balanza de medición corporal TANITA SG3315 (TANITA Corporation, IL, USA), esta medición se realizó con el sujeto a pies descalzo sin apoyo. Luego, se registró la altura que fue medida con un estadiómetro Harpenden portátil 39801 (Holtain Limited, UK.) con el individuo en bipedestación, los talones juntos, utilizando el plano de Frankfort para estas dos variables. Por último, se calculó el IMC ($\text{IMC} = \text{peso}/\text{talla}^2$) en kg/m.

La movilidad y el riesgo de caídas fueron medidas con la prueba Time up and Go (TUG) (Shumway-Cook, Baldwin, Polissar, & Gruber, 1997). Se le pidió a cada participante que se sentará con su espalda apoyada en la silla sin apoyabrazos, para luego pararse de la silla y caminar una distancia de 3 metros, y finalmente girar y regresarse para sentarse nuevamente en la silla (Agüero, Reyes, Narváez, & Pérez, 2015; del Nogal *et al.*, 2005). La medición del tiempo de la marcha normal se iniciaba cuando la persona comenzaba a levantarse de la silla y se fina-

lizó cuando retornó a la misma y se sentó (Figura 1). En esta prueba, el tiempo se midió con un cronómetro Polar V-800 (Polar Electro 2019, Finlandia).

La valoración del equilibrio y la marcha fueron medidas con la Escala de Tinetti (ET), el cual es un instrumento que se divide en dos subescalas. La primera, denominada subescala del equilibrio consta de 9 ítems que permiten evaluar el equilibrio en posición sedente, las funciones de levantarse y sentarse, y el equilibrio de pie. La segunda, llamada subescala de la calidad de la marcha evalúa la calidad de la marcha (Figura 2) (del Nogal, González-Ramírez, & Palomo-Illoro, 2005). La Evaluación, tanto para el TUG como para la ET fueron realizadas antes, durante y después de la intervención.

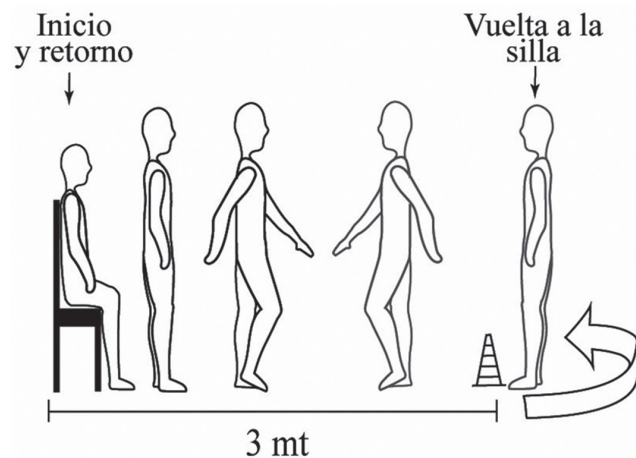


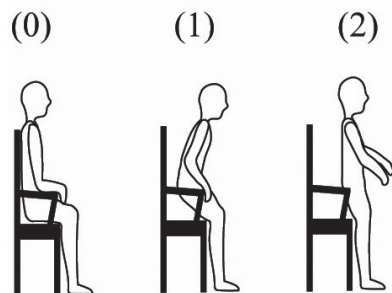
Figura 1. Prueba de Timed Get up and Go (TUG).
 * Timed Get up and Go (TUG).

Procedimiento

Antes de iniciar el programa de intervención, los participantes fueron sometidos a la primera evaluación de la TUG y ET (pre-intervención), además se efectuó una charla explicando el programa de entrenamiento con short-foot, para la posterior realización de los ejercicios sin supervisión técnica. El protocolo de ejercicios se ejecutó en forma diaria, con un máximo de 10 minutos por sesión, por 4 semanas. En cada sesión, la participante se colocó en posición sedente con flexión de rodilla en 90° y flexión de cadera en 90° grados, apoyando ambos pies descalzos en el suelo, con los dedos extendidos (Figura 3 hacia la izquierda). Para ejecutar el ejercicio, se presiona hacia el suelo flexionando los orfejos del pie, en especial el orfejo mayor, manteniendo esta presión por 10 segundos y repitiendo el ejercicio 30 veces en cada sesión. Cada pie fue ejercitado de manera consecutiva con un periodo de 10 s de descanso.

Pasada la primera semana de intervención, todas las participantes fueron capaces de realizar el ejercicio sin problema, y sin experimentar calambres musculares, por lo que se procedió a incrementar el esfuerzo, realizándolo en un posición bípeda (Figura 3 hacia la derecha), apoyando el pie ejercitado aproximadamente un 90% de peso corporal presionando hacia el suelo con flexiones de los orfejos del pie, en especial del orfejo mayor y manteniendo esta presión por 10 segundos repitiéndola 30 veces en cada sesión (Mulligan & Cook, 2013). Cabe destacar que la progresión del protocolo short-foot fue realizada solo en posición sedente y bípeda y no unipodal, resguardando los principios de individualidad del en-

Fase 1: medición de equilibrio



Fase 2: medición de marcha

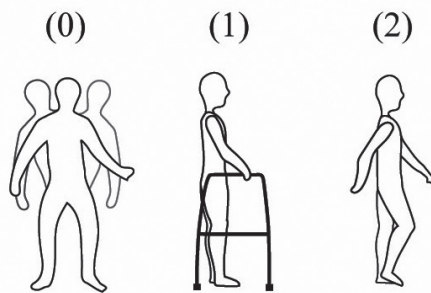


Figura 2. Escala de Tinetti, para el equilibrio estático desde una postura sedente a bípeda (figura de la izquierda) como para el equilibrio durante la marcha (figura en la derecha).

*Escala de Tinetti.

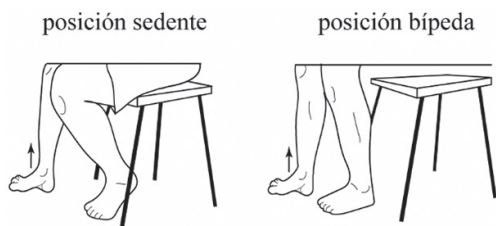


Figura 3. Intervención del entrenamiento de musculatura intrínseca de pie a través de Short foot. Se observan ambas fases del entrenamiento, desde una posición sedente (figura a la izquierda) y en bipedestación (figura a la derecha). Cabe destacar que el participante realizó flexiones de los ortejos del pie, en especial del ortejo mayor durante estas fases con diferentes modalidades y progresiones.

*Short foot.

trenamiento, debido a que, es alto el riesgo que los sujetos sufran un accidente, ya que, la mayoría de los individuos realizó los ejercicios de forma solitaria en el hogar. Igualmente, las participantes realizaron los ejercicios a diaria y se juntaron una vez a la semana para resolver dudas y explicar los cambios a introducir en la siguiente semana de acuerdo con la progresión del programa de entrenamiento.

Análisis de datos

La homogeneidad de los datos recolectados fue evaluada usando la prueba de normalidad Shapiro-Wilk. Los datos entre los grupos fueron comparados calculando el promedio y la desviación estándar. En los casos en que no se cumplieron las condiciones para realizar el análisis de varianza (ANOVA) para datos cuantitativos, se compararon los grupos calculando la mediana y los quintiles del 25% y 75%. Para cada una de las 3 variables en estudio: TUG, ET equilibrio y marcha, se compararon los datos antes, durante y después de la intervención, mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) para datos de simple entrada (Modelo I o efectos fijos), o el Friedman Repeated Measures Analysis of Variance Ranks (mediante Chi cuadrado) en caso de que no se cumplió la normalidad. Para el análisis entre las variables se utilizó el Tukey test para análisis múltiples (a través del q test cuando el análisis fue no paramétrico). Las diferencias fueron consideradas estadísticamente significativas cuando $p \leq ,05$.

RESULTADOS

Se detectó una diferencia significativa en las medianas de TUG inicial –intermedio– final (Chi-

cuadrado (24,6; 2); $p < ,001$) (Figura 4). El análisis post Hoc (Tukey test) arrojó diferencias significativas entre el TUG inicial v/s Final ($q = 6,96$ s; $p < ,05$), TUG inicial v/s intermedio ($q = 3,48$ s, $p < ,05$), TUG intermedio y final ($q = 3,6$ s, $p < ,05$). Según el ANOVA de una vía no se detectó una diferencia significativa entre las medias de inicial –intermedio– final de las medidas del ET de equilibrio ($F (1,7; 2)$; $p = ,19$) (Figura 5). Del mismo modo, no hubo diferencia significativa entre las medianas y quintiles en el caso del ET de Marcha inicial –intermedio– final (Chi-

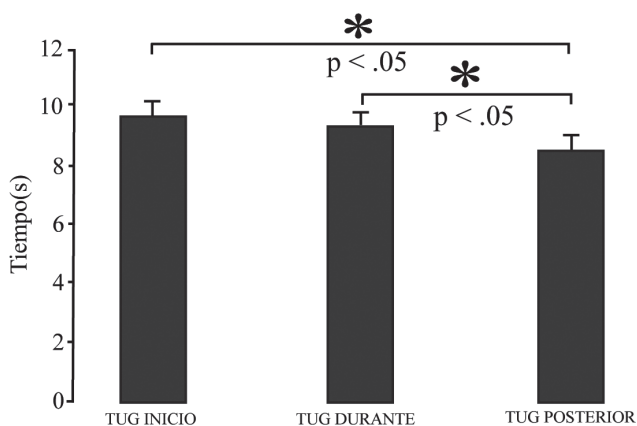


Figura 4. Comparación de las medianas (barras grises) y quintiles representados por las "T" en el límite superior de las barras de medianas correspondientes al 25/75% de cada una de ellas. Cada una de estas variables corresponde a la medición antes, durante y después de la Prueba de Diferencia significativa en las medianas de TUG inicial –intermedio– final (Chi-cuadrado (24,6; 2); $p < ,001$).

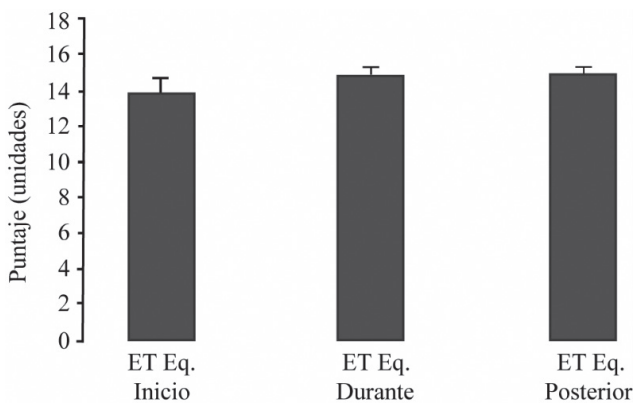


Figura 5. Comparación de las medias (barras grises) y desviaciones estándar ("T" en el límite superior de las barras) para el antes, durante y posterior a la intervención para la variable de la Escala de Tinetti (ET) en equilibrio estático. Diferencia significativa entre las medias de inicial –intermedio– final de las medidas del ET de equilibrio ($F (1,7; 2)$; $p = ,19$).

cuadrado = 24,6; 2; $p < 0,001$), según el ANOVA On ranks (Figura 6).

DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo fue analizar los efectos del entrenamiento de método short-foot por 4 semanas en personas mayores autovalentes de género femenino, sobre la mejora del riesgo de caída, medidos a través de las pruebas de TUG y ET marcha y equilibrio. Se demostró en general una disminución del tiempo final del TUG, comparado con el inicial y el intermedio. Sin embargo, no hubo diferencias entre los tres períodos de prueba ET equilibrio y marcha.

La disminución de los tiempos de la prueba TUG en tres períodos, de manera progresiva, demostró la eficacia del tratamiento basado en activación de musculatura intrínseca del pie. Este programa de ejercicios puede constituir una posible estrategia de reactivación de los músculos de la bóveda plantar, participando significativamente en la aceleración del cambio de carga corporal desde sedente a bípeda y al desplazarse. Se ha planteado que la disminución del tono y sensibilidad propioceptiva de esta área del pie que ayuda a la determinación de la elevación de todo el cuerpo puede estar enmascarada por el factor de envejecimiento (Morag & Cavanagh, 1999),

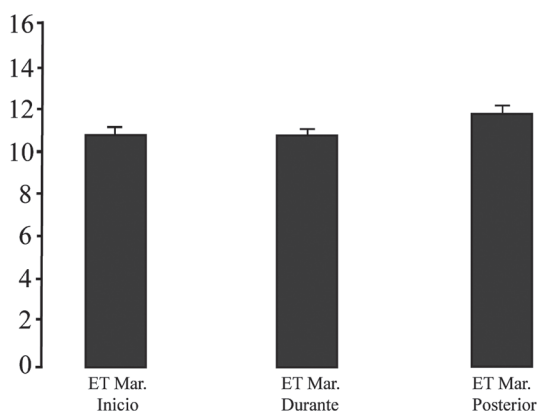


Figura 6. Comparación de las medianas (barras grises) y quintiles representados por las "T" en el límite superior de las barras de medianas correspondientes al 25/75% de cada barra, para el antes, durante y posterior a la intervención para la variable de la Escala de Tinetti (ET) en marcha. No hubo diferencia significativa entre las medianas y quintiles en el caso del ET de Marcha inicial –intermedio– final (Chi-cuadrado = 24,6; 2; $p < 0,001$), según el ANOVA On ranks.

por el uso de calzado rígido (Aboutorabi, Arazpour, Bani, & Keshtkar, 2018), por el desuso de estos músculos, debido el cambio adaptativo de la mantención del balance corporal en esta población (Mahoney, Holtzer, & Verghese, 2014), o por la noción general que el envejecimiento enlentece todo tipo de acción motora (Beurskens & Bock, 2013). No obstante, nuestros resultados demostraron la posible reversibilidad de la función impulsadora del pie, en instancias de traspaso de carga corporal, sobre todo al producir una aceleración desde la posición sedente hacia bípeda. Por otro lado, podría este mismo principio de ayuda hacia el impulso durante la marcha, según el TUG, el cual disminuiría el tiempo de la vuelta observada en esta prueba (Ver Figura 1), donde esta musculatura de la planta del pie recuperaría su estrategia de proporcionar el quiebre de inercia durante el impulso hacia el desplazamiento durante una marcha natural.

La disminución de los tiempos del TUG también podrían deberse a la ayuda otorgada por la reactivación de los sensores de la planta del pie a la estrategia de tobillo para balance y carga corporal, las cuales son propias de adultos jóvenes (Han, Anson, Waddington, Adams, & Liu, 2015), posteriormente cambiándose a un mecanismo compensatorio de cadera en las personas mayores (Morag & Cavanagh, 1999) (Bleuse *et al.*, 2006), alterando los patrones de postura (Bleuse *et al.*, 2006) y mostrando una táctica de control de balance corporal deficiente en ellos (Huxhold, Li, Schmiedek, & Lindenberger, 2006). Por consiguiente, la estrategia de aceleración que es propia del torque de tobillo a través de un movimiento de resorte de los flexores de la planta del pie mostraría colaboración en el impulso de movimientos funcionales, gracias al short-foot como entrenamiento estimulante y funcional. En otras palabras, al haber re-estimulado la propiocepción de la planta del pie, en este grupo, este efecto podría haber producido el beneficio significativo de la disminución de los tiempos de la prueba como una restitución de esta información propia de poblaciones más jóvenes, para este grupo etario estudiado. Cabe mencionar que, el beneficio que se le otorga a la sensibilidad interna de la flexión de los orjejos en el balance corporal estático y dinámico, es de gran funcionalidad para las tareas cotidianas del ser humano (Marques *et al.*, 2016). Parte de los resultados del test en personas mayores son acordes a previas experiencias en la bibliografía, cuando fueron comparadas con población joven (Tamura *et al.*, 2016) o con alteraciones neurológicas (Sebastião, Sandroff,

Learmonth, & Motl, 2016) como parte de un grupo control gerontológico. No obstante, no se encontró en la literatura este efecto de posible reversibilidad al estimular la sensibilidad plantar mediante un método parecido al entrenamiento de short-foot, deduciendo la posible eficacia de esta técnica en la rehabilitación del cambio de posicionamiento corporal funcional en poblaciones mayores.

Según la evidencia mostrada con los puntajes obtenidos del ET en sus dos modalidades, ya sea equilibrio mantenido como el de marcha, no generó en nuestro estudio cambios en ninguna de ellas antes, durante y después del entrenamiento de short-foot. Previo a cuestionar la eficacia de este test como parte de un comportamiento funcional, cabe destacar los hallazgos que posee esta prueba en la comprobación de algún trastorno del equilibrio corporal estático y dinámico (del Nogal *et al.*, 2005) (Gálvez Cano, Varela Pinedo, Helver Chávez, Cieza Zevallos, & Méndez Silva, 2010) en poblaciones mayores. Sin embargo, podría darse el caso de que, esta prueba requiere la disminución de la base de sustentación, la cual amerita gran incorporación de sensibilidad distal de las extremidades inferiores para mantener el centro de masa en su posición.

El entrenamiento de short-foot abarco más bien un trabajo de tipo funcional de traspaso de carga corporal y no para la exigencia de la complejidad de estabilidad corporal que evalúa la ET. Este test, en sí, ya evidenció gran inestabilidad en personas mayor tanto en su parte estática (Uchida, Hashimoto, Suzuki, Takegami, & Iwase, 1979) (Rougier & Garin, 2006) como dinámica (Lajoie, Teasdale, Bard, & Fleury, 1993) comparada a poblaciones jóvenes en estudios previos. Es por esto que, podría este entrenamiento no evidenciar claramente un cambio de estrategia de cadera (Bleuse *et al.*, 2006) al de tobillo debido a dos razones; una en base a que en la mantención del equilibrio enfrentando disminución de la base de sustentación se mantuvo la paradoja de controlar el centro de masa a través de los sensores pélvico propios de personas mayores (Hortobágyi & DeVita, 2006), y dos, el entrenamiento basado en estimular la musculatura intrínseca del pie no fue capaz de asimilar la propiocepción de tobillo que se basa principalmente en los tendones periféricos provenientes de la pantorrilla, tales como tibial anterior, sóleo y peroneo (Han *et al.*, 2015) esto se refiere a que este tipo de técnica sólo produciría beneficios al cambio posicional, pero no para estabilizar el centro de masa en las personas mayores, debido a la com-

plejidad que conlleva la ET, pero sí para elementos más funcionales como es el pararse e ir, los que requerirían más del impulso de la musculatura plantar intrínseca para efectuar la transferencia de carga.

CONCLUSIONES

Este trabajo demostró que el programa de entrenamiento de activación de la musculatura intrínseca del pie tuvo resultados beneficiosos para la transferencia de carga corporal de una posición sedente a bípedo y de bípedo a marcha. El entrenamiento de short foot no tuvo incidencia en equilibrio estático y dinámico con disminución de base de sustentación a través de ET. Este entrenamiento generó una mejoría en el ámbito funcional de cambios de posición, pero no en reemplazar el ajuste postural de base de sustentación para mantener el centro de masa en su posición central.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

ABSTRACT: Objective: Seniors, particularly women, are at risk for suffering traumatism from falls. The objective of this study was to improve the balance and walking functionality of seniors by implementing a program to training the intrinsic muscles of the foot. The impacts of this training on preventing fall risk were assessed. **Materials and Methods:** A total of 33 self-sufficient, female seniors participated. Balance and the speed of walking were measured using the Timed Up and Go (TUG) test, while balance and gait were measured using the Tinetti Balance and Gait Assessment Tool (TT). Intervention consisted in four weeks of daily short-foot exercises. **Results:** The TUG test times decreases progressively from the start to the end of the intervention period, indicating an optimization in walking speed. This translates into beneficial results for the transfer of body load from a sedentary to standing to walking position. In contrast, balance and gait evidenced no significant changes per the TT. **Conclusions:** The implemented training program improved the functional sphere of position change, but this did not replace the postural adjustments needed in the base of support (i.e. the feet) to maintain a well-positioned center of mass.

Keywords: fall risk, aging, short foot, therapeutic exercise, seniors.

BIBLIOGRAFÍA

- Aboutorabi, A *et al.* Effect of spinal orthoses and postural taping on balance, gait and quality of life in older people with thoracic hyperkyphosis: protocol for a systematic review and meta-analysis. *BMJ open*, 8(1), e015813 doi.org/10.1136/bmjopen-2016-015813. 2018.
- Agüero, S.D. *et al.* Factores asociados a la somnolencia diurna en adultos mayores chilenos. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 50(6):270-273. doi.org/10.1016/j.regg.2015.02.008. 2015.
- Beurskens, R., & Bock, O. Does the walking task matter? Influence of different walking conditions on dual-task performances in young and older persons. *Human movement science*, 32(6): 1456-1466. doi.org/10.1016/j.humov.2013.07.013. 2013.
- Bleuse, S. *et al.* Effect of age on anticipatory postural adjustments in unilateral arm movement. *Gait & posture*, 24(2): 203-210. doi.org/10.1016/j.gaitpost.2005.09.001. 2006.
- del Nogal, M.L. *et al.* Evaluación del riesgo de caídas. Protocolos de valoración clínica. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 40: 54-63. doi.org/10.1016/S0211-139X(05)75086-1. 2005.
- Fabre, J. M *et al.* Falls risk factors and a compendium of falls risk screening instruments. *Journal of geriatric physical therapy*, 33(4): 184-197. doi.org/10.1097/JPT.0b013e3181ff2a24. 2010
- Flores, E. *et al.* Nivel de sobrecarga en el desempeño del rol del cuidador familiar de adulto mayor con dependencia severa. *Ciencia y enfermería*, 18(1): 29-41. doi.org/10.4067/S0717-95532012000100004. 2012.
- Gálvez Cano, M. *et al.* Correlación del Test "Get Up And Go" con el Test de Tinetti en la evaluación del riesgo de caídas en los adultos mayores. *Acta Médica Peruana*, 27(1): 08-11. Acta Med Per 27(1). 2010.
- Han, J *et al.* The role of ankle proprioception for balance control in relation to sports performance and injury. *BioMed research international*, 2015. doi.org/10.1155/2015/842804. 2015.
- Hortobágyi, T., & DeVita, P. Mechanisms responsible for the age-associated increase in coactivation of antagonist muscles. *Exercise and sport sciences reviews*, 34(1): 29-35. 2006.
- Huxhold, O. *et al.* Dual-tasking postural control: aging and the effects of cognitive demand in conjunction with focus of attention. *Brain research bulletin*, 69(3): 294-305. doi.org/10.1016/j.brainresbull.2006.01.002. 2006.
- Kelly, L.A. *et al.* Recruitment of the plantar intrinsic foot muscles with increasing postural demand. *Clinical biomechanics*, 27(1): 46-51. doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2011.07.013. 2012.
- Lajoie, Y *et al.* Attentional demands for static and dynamic equilibrium. *Experimental brain research*, 97(1): 139-144. doi.org/10.1007/BF00228824. 1993.
- Landinez Parra, N.S. *et al.* Proceso de envejecimiento, ejercicio y fisioterapia. *Revista cubana de salud pública*, 38: 562-580. 2012.
- Lord, S.R. *et al.* Home environment risk factors for falls in older people and the efficacy of home modifications. *Age and ageing*, 35(suppl_2), ii55-ii59. doi.org/10.1093/ageing/af088. 2006.
- Mahoney, J.R. *et al.* Visual-somatosensory integration and balance: evidence for psychophysical integrative differences in aging. *Multisensory research*, 27(1): 17-42. doi.org/10.1163/22134808-00002444. 2014.
- Marques, A *et al.* Reliability, validity, and ability to identify fall status of the balance evaluation systems test, mini-balance evaluation systems test, and brief-balance evaluation systems test in older people living in the community. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 97(12):2166-2173. e2161. doi.org/10.1016/j.apmr.2016.07.011. 2016.
- Morag, E. & Cavanagh, P.R. Structural and functional predictors of regional peak pressures under the foot during walking. *Journal of biomechanics*, 32(4): 359-370. doi.org/10.1016/S0021-9290(98)00188-2. 1999.
- Mulligan, E.P., & Cook, P.G. Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. *Manual therapy*, 18(5): 425-430. doi.org/10.1016/j.math.2013.02.007. 2013.
- Rougier, P., & Garin, M. Performing saccadic eye movements modifies postural control organisation. *Neurophysiologie clinique = Clinical neurophysiology*, 36(4): 235-243. doi.org/10.1016/j.neucli.2006.09.003. 2006.
- Saad, P.M. *et al.* Juventud y bono demográfico en Iberoamérica. 2012.
- Sebastião, E. *et al.* Validity of the timed up and go test as a measure of functional mobility in persons with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 97(7): 1072-1077. doi.org/10.1016/j.apmr.2015.12.031. 2016.
- Shumway-Cook, A. *et al.* Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Physical therapy*, 77(8): 812-819. doi.org/10.1093/ptj/77.8.812. 1997.
- Tamura, T. *et al.* The impaired balance systems identified by the BESTest in older patients with knee osteoarthritis. *PM&R*, 8(9): 869-875. doi.org/10.1016/j.pmrj.2016.02.002. 2016.
- Uchida, T. *et al.*, (1979). Effects of periodic saccades on the body sway in human subjects. *Neuroscience letters*, 13(3): 253-258. doi.org/10.1016/0304-3940(79)91503-9
- Yu, P.A. *et al.* The effects of high impact exercise intervention on bone mineral density, physical fitness, and quality of life in postmenopausal women with osteopenia: A retrospective cohort study. *Medicine*, 98(11). doi.org/10.1097/MD.00000000000014898. 2019.

Autor de la correspondencia:

Giovanni F. Francino
Facultad de Salud, Escuela de Kinesiología Universidad
Santo Tomás, Chile.
Ave.18 de Septiembre 1191, Arica, Chile.
Telf: +56 582578460 - Móvil: +56987 56 73 26
giovannifrancinoba@santotomas.cl

Recibido: 3 de Septiembre, 2022.
Aceptado: 29 de Diciembre, 2022.

