

Efectos del entrenamiento en superficies inestables sobre el equilibrio y funcionalidad en adultos mayores

Effect of training on an unstable balance and function in elderly

Juan C. López S¹; Elkin F. Arango V²

¹ Magíster en Motricidad-Desarrollo Humano, Licenciado en educación física, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: Jcls01@yahoo.es

² Magíster en Ciencias Clínicas, Especialista en medicina Deportiva. Medellín, Colombia. Correo electrónico: elkinarango@yahoo.es

Recibido: 23 de septiembre de 2013. Aprobado: 15 de julio de 2014. Publicado: 01 de febrero de 2015

López JC, Arango EF. Efectos del entrenamiento en superficies inestables sobre el equilibrio y funcionalidad en adultos mayores. Rev. Fac. Nac. Salud Pública 2015; 33(1):31-39.

Resumen

Objetivo: determinar los efectos de un programa de ocho semanas de entrenamiento en superficies inestables con y sin trabajo de fuerza, sobre el equilibrio y la capacidad funcional en adultos mayores de 60 años, pertenecientes al programa “Escuelas populares del deporte” del INDER Medellín. **Metodología:** se llevó a cabo un estudio experimental simple, ciego y enmascarado con asignación al azar de 34 sujetos a dos grupos de intervención con y sin trabajo de fuerza sobre superficies inestables; se midió el equilibrio unipodal, bipodal con ojos abiertos y cerrados, además de pruebas funcionales como *Up and Go*, *arm curl* y *chair test*. **Resultados:** las intervenciones con y sin trabajo de fuerza mejoraron el equilibrio total en 57,0 y 69,5 segundos respectivamente, sin

diferencias estadísticamente significativas en la comparación entre los grupos ($p = 0,13$). Se mejoró la velocidad de la marcha con ambas intervenciones sin diferencias intragrupos estadísticamente significativas ($p = 0,33$) pero importantes para la práctica. **Conclusión:** ambas intervenciones mejoran el equilibrio, sin embargo existen diferencias importantes para la práctica a favor del programa sobre superficies inestables sin trabajo de fuerza, pues la intervención tiene un mejor efecto sobre el equilibrio unipodal y bipodal tanto con ojos abiertos como con cerrados.

-----**Palabras clave:** entrenamiento de equilibrio, posición unipodal, fuerza, capacidad funcional, adulto mayor, riesgo de caída.

Abstract

Objective: to determine the effects of an eight-week training program on unstable surfaces with and without strength work regarding balance and functional capacity in adults over 60 who belong to the INDER sport schools program in Medellín. **Methodology:** simple single-blind and masked experimental trials were conducted on 34 subjects who were randomly assigned to two intervention groups with and without strength work on unstable surfaces. Unipodal and bipodal balance was measured while the subjects' eyes were open and closed. In addition, functional tests such as *Up and Go*, *Arm Curl* and *Chair Test* were conducted. **Results:** interventions with and

without strength work improved total balance in 57.0 and 69.5 seconds respectively. The differences between the groups were not statistically significant ($p = 0.33$), nonetheless they were important. **Conclusion:** both interventions improve balance, however there are differences that are important in practice. These differences favor the program involving unstable surfaces without an unstable without strength work because the intervention has a better effect on unipodal and bipodal balance both with open and closed eyes.

-----**Keywords:** balance training, postural balance unipodal stance, functional capacity, elderly, fall risk

Introducción

Los entrenamientos neuromotor y funcional se convierten en una alternativa importante para mejorar el equilibrio, la agilidad, la coordinación, el control motor, la propiocepción y reducir el riesgo de caídas en adultos mayores, quienes producto del proceso de envejecimiento presentan deterioros en el equilibrio, la fuerza y la capacidad funcional [1]; lo cual genera un incremento en las latencias del tiempo de reacción, teniendo como consecuencia una pérdida paulatina de la habilidad para reaccionar de manera adecuada a las perturbaciones generadas por el medio externo, lo que deteriora la capacidad para mantener una buena locomoción y control postural [2]. Como consecuencia, esta población incrementa el riesgo de sufrir caídas, por ejemplo en Estados Unidos las cifras indican que una de cada tres personas mayores de sesenta y cinco años sufre por lo menos una caída anual, con la posibilidad de sufrir fracturas a nivel del cuello femoral (CF), lugar donde se reportan la mayoría de lesiones en esta población producto de este suceso; estas lesiones representan costos importantes para el individuo, el grupo familiar y el Estado, es así como en países europeos se reportaron en 2004 aproximadamente 2,77 billones de euros en gastos anuales producto de fracturas de CF en adultos mayores de sesenta años; además se prevé que con el aumento de la población de esta edad, en 2030 los costos aumenten a más de 3,85 billones de euros [2, 3].

El entrenamiento neuromotor con ejercicios sobre superficies inestables mejora el equilibrio, y es además cinco veces más efectivo para reducir el riesgo de caída en adultos mayores de sesenta años, al compararlo con otro tipo de intervenciones médicas y ambientales; ensayos clínicos con dicha población, demuestran que realizar ejercicios de equilibrio con una frecuencia mínima de dos o tres veces por semana y una duración mínima de ocho semanas, disminuye el riesgo y número de caídas en más del 49% [1, 4]. Sin embargo, no todas las intervenciones con ejercicio son efectivas para mejorar el equilibrio, la capacidad funcional y disminuir el riesgo de caída en los adultos mayores [5]; parámetros de carga como volumen, intensidad y duración de los ejercicios neuromotores tienen hoy discrepancias, pues no hay acuerdos en cuanto al mínimo necesario para obtener beneficios en la salud de la población [1]; lo anterior se sustenta en la revisión sistemática que publicó Cochrane en 2012 por Howe TE y otros, que incluyó 94 estudios en adultos mayores y tenían como desenlace mejorar el equilibrio en esta población; más de 40 ensayos clínicos incluyeron trabajos de fuerza, algunos de ellos sobre superficies inestables; sin embargo, sólo los trabajos de Park et al, Worm et al, Salminen et al y Gaub et al incluyeron trabajos con el propio peso

del cuerpo, los cuales presentaron dificultades en la progresión metodológica de los ejercicios propuestos por el Colegio Americano de Medicina Deportiva; además, incluyeron combinaciones entre los trabajos de fuerza e intervenciones de estiramiento, tai-chi y yoga [5].

De otro lado, el entrenamiento de fuerza con máquinas, pesos libres y therabands en esta población, mejora la funcionalidad y disminuye el riesgo de caídas [6]. Sin embargo, aún no son claros los efectos de un programa de entrenamiento sobre superficies inestables con y sin trabajo de fuerza con el propio peso del cuerpo sobre la capacidad funcional y el equilibrio en ésta población, teniendo en cuenta una progresión adecuada de los parámetros de carga [1, 3, 7]. Por lo anterior, este trabajo tuvo como objetivos determinar los efectos de un programa de ocho semanas de entrenamiento en superficies inestables con y sin trabajo de fuerza, sobre el equilibrio y la capacidad funcional en adultos mayores de sesenta años, pertenecientes al programa “Escuelas Populares del Deporte” del Instituto de Deportes y Recreación (INDER), Medellín.

Metodología

Tipo de estudio: ensayo clínico con asignación al azar, simple ciego en paralelo.

Población: la población potencialmente elegible, estuvo compuesta por 65 adultos, mayores de sesenta años, quienes pertenecían al programa “Escuelas Populares del Deporte” del INDER, Alcaldía de Medellín, los cuales se eligieron a conveniencia y debían cumplir con los criterios de selección.

Criterios de selección

Criterios de inclusión: personas mayores de sesenta años, quienes aceptaron participar mediante la firma del consentimiento informado y pertenecían al programa Escuela de Familia del Proyecto “Escuelas Populares del Deporte”, INDER, Alcaldía de Medellín.

Criterios de exclusión: quienes presentaron antecedentes personales de cáncer, parkinson, alzheimer, osteoporosis, osteoartrosis y artritis reumatoidea, consumo de sustancias psicoactivas (cannabis sativa, cocaína, heroína) y medicamentos que afectaran el equilibrio (benzodiacepinas, antidepresivos, opiáceos, antialérgicos de primera generación y betabloqueadores), puntuación de tres o más en la escala CAGE de alcoholismo [8], amputaciones y/o prótesis en sus miembros inferiores, claustrofobia. Las características basales de los sujetos se presentan en la tabla 1.

Muestra y cálculo del tamaño de muestra

Sesenta y cinco sujetos fueron potencialmente elegibles para el estudio, 34 cumplieron con los criterios de

selección y se asignaron al azar a dos grupos de intervención (figura 1). Para el cálculo del tamaño de la muestra se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros: error alfa del 5%, error beta 10%, confiabilidad del 95%, diferencia de medias esperada de al menos tres segundos en la prueba de equilibrio unipodal con ojos abiertos (DS 2,7) (dato que se

obtuvo del estudio de Wolfson et al [9]. Se utilizó el software EPIDAT (versión 3.1), para calcular el tamaño de la muestra, lo que dio como resultado que cada grupo lo debían conformar 15 personas; se hizo una sobreestimación del 10% para prever posibles pérdidas durante la ejecución del estudio.

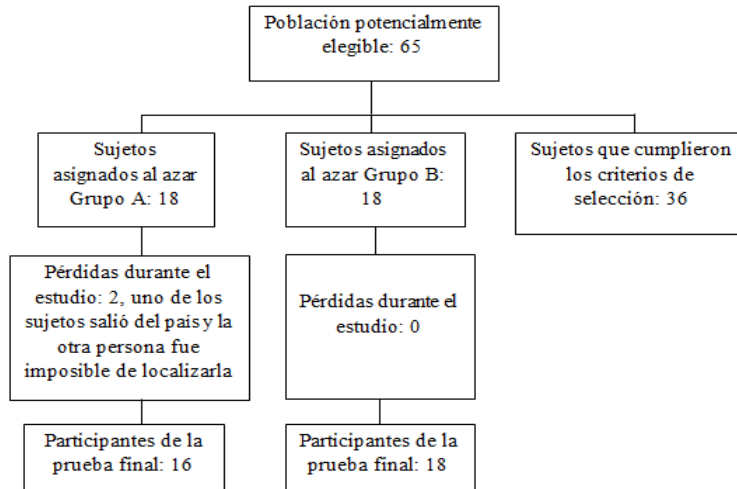


Figura 1. Diagrama de flujo de la población de escuela de familia del proyecto "Escuelas Populares del Deporte" del INDER, Medellín.

Tabla 1. Características basales de los sujetos estudiados del programa escuela de familia del proyecto Escuelas Populares del Deporte, INDER, Medellín, 2012

	Grupo con trabajo de fuerza	Grupo sin trabajo de fuerza	Total	p	
Edad (años)*	73,5 (68,2-77,0)	67,50 (65,7-71,2)	69,0(66,0-74,0)	0,29	
Sexo**	Femenino	93,0	100,0	96,5	0,41
	Masculino	7,0	0,0	3,95	
IMC (Kg/m2)*	24,9 (22,7-27,8)	27,5 (22,9-30,2)	26,3 (22,9-28,5)	0,37	
Perímetro abdominal (Cm)*	88,5 (82,2-97,7)	88,5 (81,2-95,2)	88,5 (82,0-95,2)	0,84	
Número de medicamentos*	2,0 (1,0-3,0)	2,0 (2,0-2,0)	2,0 (2,0-3,0)	0,86	
Educación formal (años)**	5,0 (5,0-5,0)	5,0 (5,0-11,0)	5,0 (5,0-5,0)	0,62	
Estrato**	1	0,0	5,6	2,9	0,46
	2	25,0	11,1	17,6	0,54
	3	75,0	83,3	79,4	0,29
Consumo de licor**	5,3	5,3	15,5	0,40	
Caídas (últimos dos años)**	12,5	27,8	20,6	0,72	

* Valores dados en medianas y rangos intercuartílicos

** Valores dados en porcentaje

† Significancia estadística $p < 0,05$.

Control de sesgos

Se obtuvo la secuencia con el programa de números aleatorios del software EPIDAT 3.1, el cual asignó a los sujetos a dos grupos, cada uno conformado por 18 personas. El enmascaramiento de las intervenciones se hizo mediante la técnica de sobres opacos marcados y sellados, en los cuales se encontraba el grupo al cual iba a pertenecer el individuo durante la intervención; uno de los evaluadores entregó el sobre a los participantes en estricto orden de llegada; el cegamiento se realizó para los evaluadores que ejecutaron las mediciones basales y post-intervención, quienes fueron ajenos a la investigación. Antes de someter a los individuos a la ejecución de las distintas valoraciones, se realizó una prueba piloto con el fin de evaluar el protocolo y las dificultades logísticas.

Definición de variables y recolección de la información

El *equilibrio* se definió como todas aquellas fuerzas que intentan mantener el centro de gravedad lo más estable posible, de manera estática o dinámica [3]. La *funcionalidad* se explicó como la capacidad de los adultos mayores para realizar actividades de la vida diaria sin limitaciones o alteraciones para su ejecución [10].

Todos los participantes que cumplieron con los criterios de selección, diligenciaron el consentimiento informado y la encuesta de antecedentes personales. Las evaluaciones físicas de las personas se realizaron bajo las mismas condiciones, es decir, fueron citados a una misma hora y lugar, de acuerdo al cronograma establecido. Se les expusieron las pruebas a las cuales iban a ser sometidos; se les midió el peso y la talla para el cálculo del Índice de Masa Corporal (IMC), el perímetro abdominal, las pruebas funcionales y de equilibrio. Para recolectar la información se utilizaron los siguientes instrumentos:

Encuesta: por medio de ésta se obtuvieron los antecedentes personales, la información sociodemográfica y el consumo de sustancias psicoactivas.

Formato de consentimiento informado: describe la voluntad de participación en el estudio.

Ficha de pruebas físicas: describe los resultados de las pruebas físicas de cada persona.

Formato de asistencia: se controló la asistencia a las sesiones de intervención con un formato que se diligenció para cada una de ellas.

Los instrumentos de valoración fueron:

1. Pruebas de funcionalidad para adultos mayores de sesenta años [11, 12]:

- *Prueba de ir y volver (Up and Go):* prueba validada con un coeficiente de correlación intraclase de 0,99 [11, 12]. Mide el tiempo que se demora un individuo en levantarse desde una silla, caminar hasta un punto y regresar a la posición inicial.

- *Prueba de sentarse y levantarse (Chair Stand):* prueba validada con un coeficiente de correlación intraclase de 0,78 [11, 12]. Mide en un tiempo de 30 segundos, el número de veces que la persona realiza eficientemente sentadillas.
- *Prueba de flexión de hombro (Arm curl):* prueba validada con un coeficiente de correlación intraclase de 0,88 [11, 12]. Mide en un tiempo de 30 segundos, el número de veces que una persona realiza flexiones y extensiones de codo.

2. Pruebas para “Evaluación del equilibrio para adultos mayores de sesenta años”.

Presenta un coeficiente de correlación de 0,99; $p < 0,01$ [11, 12].

- *Equilibrio bipodal sobre superficie inestable con ojos abiertos (BSI):* Mantener el equilibrio durante 30 segundos sobre una superficie inestable, con ambas piernas.
- *Equilibrio bipodal sobre superficie inestable con ojos cerrados (BSI):* Mantener el equilibrio durante 30 segundos sobre una superficie inestable, con ambas piernas.
- *Equilibrio unipodal sobre superficie estable con ojos abiertos (USE):* Mantener el equilibrio durante 30 segundos sobre el piso con una sola pierna.
- *Equilibrio unipodal sobre superficie estable con ojos cerrados (USE):* Mantener el equilibrio durante 30 segundos sobre el piso con una sola pierna y ojos cerrados.
- *Suma de las pruebas de equilibrio con sus cuatro componentes:* Se sumaron los resultados de las pruebas de equilibrio con sus respectivos elementos, con el fin de obtener un valor resumen de la batería de valoraciones de este dispositivo.

Descripción de las intervenciones

Grupo experimental A (con trabajo de fuerza sobre superficies inestables):

Realizó dos sesiones semanales de 30 minutos en las que se combinaron trabajo en superficies inestables con trabajo de fuerza (propio peso del cuerpo), a través de métodos continuos y en circuitos. Los ejercicios se realizaron por cadenas cinéticas (cc), así: Inferior (plantiflexión, sentadillas); cc Media (ante-versión, retroversión de cadera, abdominales oblicuos); CC Superior (flexiones y extensiones de codo). Los ejercicios se hicieron de manera progresiva, se empezó con una serie de 10 repeticiones durante la primera semana, y se terminó con cuatro series de 15 repeticiones en la última semana de intervención.

Grupo control B (sin trabajo de fuerza sobre superficies inestables):

Realizó dos sesiones semanales de 30 minutos; en los cuales se combinaron trabajos en superficies inestables y propiocepción. Los ejercicios fueron ejecutados en diferentes grados de complejidad, al pasar de complejidad baja en la cual se hicieron ejercicios en posición bipodal con ojos abiertos y cerrados, en superficies estables e inestables, a ejercicios de mediana y alta complejidad donde se realizaron ejercicios de equilibrio unipodal con ojos cerrados.

Aspectos éticos

La investigación garantizó la protección a la intimidad de las personas, al atender la disposición de la Resolución 08430 de 1993 del Ministerio de la Protección Social de Colombia, que establece las normas científicas, técnicas y administrativas de la investigación en el campo de la salud [13]; el cumplimiento a esta disposición se realizó mediante consentimiento informado. Las personas que aceptaron su participación en el estudio, conocieron los objetivos del mismo, su justificación, metodología y demás información que requirieron. Los resultados de la investigación no incluyeron identificaciones de las personas, sólo datos numéricos estrictos y propios del estudio. Se garantizó el bienestar de las personas, la dignidad, la integridad, la confidencialidad y autodeterminación; lo anterior apoyado en principios éticos de la Asamblea de Helsinki en 2008 [14].

Análisis estadístico

Los datos cualitativos se resumieron por medio de proporciones. Se aplicó la prueba de Shapiro Wilk con corrección de Lilliefors para determinar la distribución de las variables cuantitativas, lo que mostró que casi todas provenían de una población con distribución no común, con excepción de la variable edad, que se analizó con su media y desviación estándar. Para las demás variables se compararon las medianas y sus respectivos rangos intercuartílicos (RI), mediante la prueba U de Mann Withney (diferencia entre las medianas del pre y el post para cada uno de los grupos), y la prueba de Wilcoxon (diferencias en las postpruebas intergrupos). Todos los

análisis se realizaron por intención de tratamiento. Se tomó como valor de significancia $p < 0,05$ y se utilizó el paquete estadístico SPSS (versión 18).

Resultados

Descripción de la población

De una población de 65 individuos, se incluyeron 36 que cumplieron con los criterios de selección, los cuales fueron asignados al azar a los grupos de estudio. Durante la intervención se reportaron dos pérdidas en el grupo A (una de ellas por viaje al exterior, y otra por imposibilidad para realizar el seguimiento); 34 individuos finalizaron el estudio (Figura 1). La media de edad de la muestra fue de 69,0 años (DE: 66,0-74,0), sin diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en ninguna de las variables basales (Tabla 1).

Los participantes del grupo experimental con trabajo de fuerza, asistieron en promedio al 84,0% de las sesiones, mientras los del grupo control al 85%, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos ($p = 0,88$).

Pruebas de equilibrio

No hubo diferencias estadísticamente significativas en los resultados basales de las pruebas de equilibrio entre los grupos. Todas las intervenciones en el grupo experimental con trabajo de fuerza y control, mejoraron el equilibrio unipodal y bipodal tanto con ojos abiertos como cerrados, se debe tener en cuenta que sólo las pruebas de equilibrio para el grupo sin trabajo de fuerza alcanzaron la significancia estadística ($p < 0,5$) (Tablas 2 y 3). Al comparar las diferencias intragrupos (medianas post-pretest), hubo diferencias importantes en las variables equilibrio bipodal con ojos abiertos (USE) y total en segundos ($p = 0,01$) (Tabla 4).

Pruebas de funcionalidad

El entrenamiento sobre superficies inestables, no tuvo efectos sobre la capacidad funcional de los individuos, lo

Tabla 2. Resultados de las pruebas de equilibrio en el grupo con trabajo de fuerza

Prueba	Pre	Pos	Diferencia	p†
Ojos abiertos BSI*	4,74(2,90-5,86)	25,83 (8,81-30,00)	21,09	0,01†
Ojos cerrados BSI**	2,61(1,03-3,64)	3,97 (1,84 4,75)	2,26	0,13
Ojos abiertos USE**	17,82 (10,0 -30,0)	23,60 (9,19-30,0)	5,78	0,43
Ojos cerrados USE **	3,27 (2,34-4,32)	3,69 (2,34-6,63)	0,42	0,14
Total (segundos)	31,34(14,57-63,10)	48,66(31,93-70,93)	17,12	0,01†

* Valores dados en medias y desviación estándar

** Valores dados en medianas y rango intercuartílico

† $p < 0,05$ en Prueba Wilcoxon; BSI: bipodal superficies inestable; USE: unipodal superficie estable; resultados dados en segundos.

Tabla 3. Resultados de las pruebas de equilibrio en el grupo sin trabajo de fuerza

Prueba	Pre	Pos	Diferencia	p [†]
Ojos abiertos BSI*	11,47 (3,73-21,5)	30,00 (23,0-30,0)	18,53	0,01 [†]
Ojos cerrados BSI*	1,58 (0,77-4,11)	3,84 (2,50-4,14)	2,26	0,01 [†]
Ojos abiertos USE*	10,12 (4,81 -26,68)	30,00 (25,3 -30,0)	19,88	0,001 [†]
Ojos cerrados USE	2,79 (2,24-5,25)	5,68 (4,40-6,66)	2,89	0,03 [†]
Total (segundos)	37,16(17,85-48,54)	68,06(60,75-71,82)	30,09	0,001 [†]

* Valores dados en medianas y rango intercuartílico

† $p < 0,05$ prueba Wilcoxon; BSI: bipodal superficies inestable; USE: Unipodal superficie estable**Tabla 4.** Diferencias intragrupos en las pruebas de equilibrio (pre y postintervención)

Prueba	Diferencia grupo con trabajo de fuerza	Diferencia grupo sin trabajo de fuerza	p [†]
Ojos abiertos BSI*	21,09	18,53	0,22
Ojos cerrados BSI*	2,26	2,26	0,36
Ojos abiertos USE*	5,78	19,88	0,01 [†]
Ojos cerrados USE *	0,42	2,89	0,41
Total en segundos	17,12	30,09	0,01 [†]

* Valores dados en Medianas

† $p < 0,05$, Prueba U de Mann-Whitney; BSI: Bipodal superficies inestable; USE: Unipodal superficie estable

que se evidencia en las pruebas “Arm curl” y “Chair test”. Sin embargo, en la prueba de “ir y volver” (Up And Go), se encontró una mejoría significativa en el grupo experimental con trabajo de fuerza (7,23 s vs. 5,17 s; $p = 0,03$), mientras la comparación entre los grupos luego de la intervención no alcanzó la significancia estadística (Tablas 5 y 6).

Discusión

Después de la intervención, ambos grupos mejoraron el equilibrio unipodal y bipodal tanto con ojos abiertos como cerrados; el grupo con trabajo de fuerza mejoró 17 segundos (s), mientras el grupo sin trabajo de fuerza mejoró 30 s, ambas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0,01$), además están de acuerdo con las mejorías en el equilibrio reportadas en las investigaciones de Wolfson L et al, [9] quienes, realizaron intervenciones de equilibrio y fuerza sobre superficies estables, incluyendo métodos de Ti-Chi; además de las reportadas por Bulat T y otros, [15] y Kibele A [17], quienes además reportaron mejorías en el equilibrio que variaron entre 2 y 16. Dichas investigaciones utilizaron como medios para el entrenamiento bandas elásticas y máquinas; en el presente estudio se usó el propio peso del cuerpo y se obtuvieron resultados de mayor magnitud, lo que indica que con una progresión

metodológica adecuada, y con medios de entrenamiento diferentes como los que acá se plantean, se pueden obtener resultados muy favorables en esta población.

El grupo sin trabajo de fuerza, mejoró en todas las pruebas de equilibrio con resultados estadísticamente significativos, a lo que se agrega un resultado favorable en la prueba funcional de *Up and Go*, en la cual mejoró la velocidad de la marcha. En la prueba de equilibrio unipodal con ojos abiertos, este grupo mejoró 19,88 (s), resultado que toma real importancia para la práctica, debido a que esta prueba fue validada como un predictor del riesgo de caída, e indica que los adultos mayores con tiempo de equilibrio unipodal menor a 30 segundos aumentan el riesgo de sufrir este suceso [18, 19]. La mediana del postest en esta prueba fue de 30 segundos, por ello, es posible que disminuya el riesgo de caída en la población que trabajó con este método de entrenamiento. Por otro lado, al mejorar 1,70 (s) en la prueba de *Up and Go*, el grupo sin trabajo de fuerza aumentó la velocidad de la marcha, lo que puede llevar a una reducción del riesgo de caída; lo anterior se apoya en los argumentos de Rikli et al en el *senior fitness test* [11], quienes plantean que los adultos mayores que realicen la prueba de *Up and Go* y demoren más de 8,5 segundos, independiente del género, presentan un mayor riesgo de caída; es de resaltar, que los resultados, de la

Tabla 5. Resultados obtenidos en las pruebas de funcionalidad

	Grupo sin trabajo de fuerza			Grupo con trabajo de fuerza		
	Pre	Pos	p†	Pre	Pos	p†
Arm Curl RP*	17,00 (15,25-19,00)	17,00 (15,50-19,00)	0,91	18,00 (17,00-21,00)	18,00 (16,00-20,00)	0,22
Chair Stand RP *	12,00 (11,00-13,00)	12,00 (9,00-14,50)	0,41	12,00 (12,00-14,00)	13,00 (11,00-15,00)	0,16
Up And Go S*	7,23 (6,29-8,29)	5,17 (3,23-6,24)	0,03†	7,05 (6,11-6,99)	5,33 (2,95,-6,23)	0,09

*Valores dados en medianas y rangos intercuartílicos;

† $p < 0,05$; RP: número de repeticiones; S: tiempo en segundos; CM: distancia en centímetro

Tabla 6. Comparación intergrupos de los resultados postintervención en las pruebas de funcionalidad

	Con trabajo de fuerza	Sin trabajo de fuerza	p†
Arm Curl RP*	17,00 (15,50-19,00)	18,00 (16,00-20,00)	0,218
Chair Stand RP *	12,00 (9,00-14,50)	13,00 (11,00-15,00)	0,09
Up And Go S*	5,17 (3,23-6,24)	5,33 (2,95,-6,23)	0,33

*Valores dados en medianas y rango intercuartílico

† $p < 0,05$; RP: número de repeticiones; S: tiempo en segundos; CM: distancia en centímetros

actual investigación tanto de la preprueba como de la postprueba estuvieron por debajo de este rango [7, 20].

El grupo con trabajo de fuerza mejoró el equilibrio y también la velocidad de la marcha, sin embargo, al observar la diferencia intergrupos, sólo las pruebas de equilibrio bipodal en superficie inestable con ojos abiertos y la prueba de *Up and Go* fueron estadísticamente significativas. Al comparar las mejorías entre ambos grupos y sobre todo en la prueba de equilibrio unipodal, donde hay diferencias significativas e importantes para la práctica cotidiana, este método es menos efectivo que el entrenamiento sin trabajo de fuerza. Este hallazgo se puede explicar porque los individuos que trabajaron sobre superficies inestables sin trabajo de fuerza, mejoraron su equilibrio y posiblemente la fuerza isométrica de los músculos trabajados, lo que les permitió optimizar el tiempo de equilibrio unipodal con ojos abiertos y cerrados, lo anterior se apoya en el estudio de Gusi y otros [21], donde realizaron una intervención de doce semanas con ejercicios para mejorar el equilibrio en adultos mayores, al finalizar la intervención se mejoró de manera significativa la fuerza isométrica en los músculos extensores de rodilla lo que explica las mejorías en la estabilidad articular. Por otro lado, el grupo que trabajó fuerza sobre superficies inestables, no mejoró el equilibrio de manera significativa, posiblemente porque realizaron ejercicios concéntricos

y excéntricos que no reclutaron el mismo número de unidades motoras para mantener la estabilidad articular. Sin embargo, esta hipótesis deberá ser comprobada con estudios futuros, que puedan reafirmarla o dar una explicación alternativa a estos resultados.

Las mejorías que obtuvo el grupo sin trabajo de fuerza, están en acuerdo con los hallazgos de la revisión sistemática de Gillespe y otros [22] quienes después de hacer una revisión de cuatro estudios experimentales y un total de 519 participantes, logran concluir que el entrenamiento del equilibrio reduce la incidencia de caídas, en adultos mayores, a un 72% (IC95% 55-94), por eso al comparar las mejorías que tuvo este grupo en las pruebas de equilibrio, se puede concluir que el entrenamiento sobre superficies inestables sin trabajo de fuerza en adultos mayores de sesenta años, tiene mejores efectos sobre el equilibrio; lo que permite rechazar la hipótesis nula de este estudio, la cual plantea que no existen diferencias en los efectos sobre el equilibrio entre ambos métodos de entrenamiento.

No hubo efectos sobre las pruebas de funcionalidad *Arm curl*, y *Chair test* con las intervenciones sobre superficies inestables con y sin trabajo de fuerza, lo que está en desacuerdo con los ensayos clínicos de Takeshima y otros, y Toraman y otros [7, 23]; sin embargo, es importante tener en cuenta que los ejercicios realizados

por ambos grupos fueron con el peso del cuerpo y sobre superficies inestables, lo que según Armin y David [17] tiene grandes beneficios sólo en el período de adaptación al entrenamiento, lo cual posiblemente explica los desenlaces en las pruebas funcionales que se evaluaron la muestra, y se debe tener en cuenta que estas personas tuvieron un proceso de entrenamiento previo de aproximadamente un año.

Este estudio tuvo como limitación La falta de control sobre las actividades que las personas participantes hicieron fuera del entrenamiento propuesto, lo que pudo alterar los resultados. La intervención fue segura y no se presentaron efectos adversos, como caídas o accidentes dentro de la misma.

En conclusión, el entrenamiento sobre superficies inestables sin trabajo de fuerza en adultos mayores de 60 años, mejora el equilibrio y la velocidad de la marcha, lo que puede llevar a una disminución del riesgo de caída en esta población, sin embargo, esta hipótesis se apoya en antecedentes de otros estudios y por ello deberá ser corroborada.

Agradecimientos

Un especial agradecimiento al profesor Elkin Arango Vélez, quien me asesoró y guió de manera permanente en la ejecución de este trabajo, al grupo GRICAFDE de la Universidad de Antioquia, a mi familia por el apoyo constante durante estos años de Maestría, y por último al equipo de trabajo del proyecto escuelas populares del deporte del INDER-Alcaldía de Medellín que aportaron en la construcción del trabajo de campo.

Referencias

- Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 Jul;43(7):1334-59.
- Dominguez-Carrillo LG, Arellano-Aguilar G, Leos-Zierold H. [Unipedal stance time and fall risk in the elderly]. *Cir Cir.* 2007 Mar-Apr;75(2):107-12.
- Granacher U, Muehlbauer T, Gruber M. A qualitative review of balance and strength performance in healthy older adults: impact for testing and training. *J Aging Res.* 2012;2012:708905.
- Kuptniratsaikul V, Praditsuwan R, Assantachai P, Ployetch T, Udompunturak S, Pooliam J. Effectiveness of simple balancing training program in elderly patients with history of frequent falls. *Clin Interv Aging.* 2011;6:111-7.
- Howe TE, Rochester L, Neil F, Skelton DA, Ballinger C. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011(11):CD004963.
- Ballard JE, McFarland C, Wallace LS, Holiday DB, Roberson G. The effect of 15 weeks of exercise on balance, leg strength, and reduction in falls in 40 women aged 65 to 89 years. *J Am Med Womens Assoc.* 2004 Fall;59(4):255-61.
- Takeshima N, Rogers NL, Rogers ME, Islam MM, Koizumi D, Lee S. Functional fitness gain varies in older adults depending on exercise mode. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 Nov;39(11):2036-43.
- Guthmann D, Lazowski LE, Moore D, Heinemann AW, Embree J. Validation of the substance abuse screener in American Sign Language (SAS--ASL). *Rehabil Psychol.* 2012 May;57(2):140-8.
- Wolfson L, Whipple R, Derby C, Judge J, King M, Amerman P, et al. Balance and strength training in older adults: intervention gains and Tai Chi maintenance. *J Am Geriatr Soc.* 1996 May;44(5):498-506.
- Varela P Luis, Chavez J Helver, Galvez Cano Miguel, Francisco. MS. Funcionalidad en el adulto mayor previa a su hospitalización a nivel nacional. *Rev Med Hered.* 2005;16:165-71.
- Rikli RE, Jones CJ. Development and Validation of Criterion-Referenced Clinically Relevant Fitness Standards for Maintaining Physical Independence in Later Years. *Gerontologist.* 2012 May 28.
- Rikli R.E, Jones C.J. Senior Fitness Test Manual. . Champaign, IL: Human Kinetics.; 2001 [cited 2011 Sep]; Available from: www.humankinetics.com
- Prieto P. Comités de ética en investigación con seres humanos: relevancia actual en Colombia. 2011;36(2):98-104.
- Puri KS, Suresh KR, Gogtay NJ, Thatte UM. Declaration of Helsinki, 2008: implications for stakeholders in research. *J Postgrad Med.* 2009 Apr-Jun;55(2):131-4.
- Bulat T, Hart-Hughes S, Ahmed S, Quigley P, Palacios P, Werner DC, et al. Effect of a group-based exercise program on balance in elderly. *Clin Interv Aging.* 2007;2(4):655-60.
- Ogaya S, Ikezoe T, Soda N, Ichihashi N. Effects of balance training using wobble boards in the elderly. *J Strength Cond Res.* 2011 Sep;25(9):2616-22.
- Kibele A, Behm DG. Seven weeks of instability and traditional resistance training effects on strength, balance and functional performance. *J Strength Cond Res.* 2009 Dec;23(9):2443-50.
- Hurvitz EA, Richardson JK, Werner RA, Ruhl AM, Dixon MR. Unipedal stance testing as an indicator of fall risk among older outpatients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000 May;81(5):587-91.
- Vellas BJ, Wayne SJ, Romero L, Baumgartner RN, Rubenstein LZ, Garry PJ. One-leg balance is an important predictor of injurious falls in older persons. *J Am Geriatr Soc.* 1997 Jun;45(6):735-8.
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991 Feb;39(2):142-8.
- Gusi N, Carmelo Adsuar J, Corzo H, Del Pozo-Cruz B, Olivares PR, Parraca JA. Balance training reduces fear of falling and improves dynamic balance and isometric strength in institutionalised older people: a randomised trial. *J Physiother.* 2012;58(2):97-104.
- Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH. Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003(4):CD000340.
- Toraman NF, Ayceman N. Effects of six weeks of detraining on retention of functional fitness of old people after nine weeks of multicomponent training. *Br J Sports Med.* 2005 Aug;39(8):565-8; discussion 8.