

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
MÁSTER EN RENDIMIENTO DEPORTIVO Y SALUD**



**“EFECTO DE DIFERENTES INTENSIDADES DE ENTRENAMIENTO
EN PROGRAMAS DE EJERCICIOS DE ESTABILIDAD DEL TRONCO
SOBRE EL EQUILIBRIO Y LA MARCHA EN PERSONAS MAYORES”**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2021-2022**

AUTORA: Aynara Molina Seguí

TUTORES ACADÉMICOS: Francisco José Vera García y David Barbado Murillo

RESUMEN

El envejecimiento da lugar a un deterioro funcional que afecta al equilibrio y la marcha, y en consecuencia, a un mayor riesgo de sufrir caídas. En los últimos años el entrenamiento de la estabilidad del tronco ha despertado un gran interés en el ámbito de la tercera edad, ya que se ha relacionado con la mejora del equilibrio y la prevención de caídas en el adulto mayor. A pesar de existir una gran evidencia de los beneficios que ofrecen este tipo de programas en esta población, la falta del control y cuantificación de parámetros de la carga del entrenamiento (sobre todo la intensidad de los ejercicios), dificulta el análisis en la relación dosis-respuesta. Por ello, en este estudio experimental se ha utilizado la acelerometría integrada en smartphones, para establecer diferentes intensidades de entrenamiento de estabilidad, en función de la aceleración de la pelvis durante la ejecución de los ejercicios. El objetivo del estudio fue comparar los efectos de dos programas de ejercicios de estabilidad del tronco, uno de intensidad alta y otro de intensidad moderada, sobre el equilibrio corporal general y la marcha en personas mayores. En este estudio participaron 14 personas de la tercera edad, que se dividieron aleatoriamente en 3 grupos: grupo control, grupo de intensidad alta y grupo de intensidad moderada. Los grupos experimentales realizaron dos programas de ejercicios que variaron en cuanto al nivel de intensidad (el nivel de intensidad establecido mediante la acelerometría). La duración fue de 6 semanas y se realizaron 2 sesiones por semana. En cada sesión se realizaron 4 series de los ejercicios puente frontal, puente lateral, puente dorsal y bird-dog. Antes y después del periodo de entrenamiento, se valoró el equilibrio general en diferentes posiciones mediante técnicas posturográficas, la marcha y la movilidad funcional mediante el uso de la aplicación móvil Gait&Balance y el Timed Up-and-Go test (TUG) y el control postural en ejercicios de estabilidad del tronco mediante acelerometría integrada en smartphones.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales causas de deterioro funcional en personas mayores está asociada a trastornos del equilibrio (Chillida, 2008). El desempeño de los sistemas neuromusculares, propioceptivos, vestibulares y visuales disminuye con el envejecimiento, lo que da lugar a una disminución del equilibrio y con ello, un mayor riesgo de caídas en los adultos mayores, dado que este es un factor de riesgo determinante (Berg, 1989; Richardson & Hurvitz, 1995; Shishov et al., 2017; Yip et al., 2014). No obstante, la causa de las caídas en esta población es multifactorial; destacando la reducción de la fuerza muscular y del tiempo de reacción (reflejos), al perder la capacidad para llevar a cabo tareas que exijan cambios repentinos a su alrededor. Esta pérdida del control ortostático anticipatorio, se debe a la disminución de la velocidad de procesamiento de los sistemas central y periférico (Leveille et al., 2009; Steinweg, 1997; Cevallos, 2020). Además, las caídas se deben también a una reducción del control y de la estabilidad corporal, dando lugar a trastornos en el equilibrio y en la marcha (Cevallos, 2020; Rose, 2014).

Se ha demostrado que el 30-40% de las personas mayores experimenta alguna caída al año (García-Reyes & López-Torres, 2007; Rubenstein & Josephson, 2006; Stalenhoef et al., 2002), lo que es un dato muy relevante, sobre todo considerando que según la Organización Mundial para la Salud (OMS), para el año 2050 la población de más de 65 años llegará a los 2000 millones, frente a los 841 de la actualidad (OMS, 2020). En consecuencia, los servicios de salud están promoviendo cada vez más intervenciones para reducir el número y la severidad de las caídas en esta población.

Entre los métodos de intervención estudiados en los últimos años para la prevención de caídas, los programas de ejercicio físico son los más utilizados, por sus beneficios sobre la fuerza/potencia del tren inferior y el tronco, la flexibilidad de las articulaciones del miembro inferior y la estabilidad del tronco (Canto et al., 2022; Choi et al., 2012; Gillespie et al., 2012; Granacher, 2013), mejorando con ello el mantenimiento del equilibrio corporal (Spirduso et al., 1995). Sin embargo, no hay una clara evidencia de cuáles son los ejercicios de acondicionamiento físico más eficaces para mejorar el equilibrio y con ello reducir el riesgo de caídas en mayores (Orr et al., 2008).

Diversos autores han sugerido que los ejercicios de fuerza y estabilidad del tronco deben ser parte de las intervenciones de entrenamiento del equilibrio y la marcha para esta población (Granacher, 2009; Kahle & Tevald, 2014; Liu et al., 2017; Suri et al., 2011). En este sentido, actualmente se están utilizando ejercicios de estabilidad del tronco como intervenciones preventivas de caídas en personas de tercera edad (Granacher, 2013; Jung et al., 2015; Villafañe, et al., 2015). No obstante, a pesar de los potenciales beneficios y efectos que tiene el trabajo de estabilización del tronco para mejorar el equilibrio y la marcha en esta población (Choi, et al, 2012; Jung et al., 2015), se desconoce el origen de estos beneficios, ya que la mayoría de estudios no utilizan únicamente ejercicios de estabilización del tronco (Granacher et al., 2013; Kahle & Tevald, 2014; Liu et al., 2017). Además, no existe una buena caracterización de la relación dosis-respuesta de este tipo de entrenamiento en las personas mayores, ya que existen deficiencias importantes en la descripción de los programas y el control de la carga de entrenamiento (Granacher, 2009; Jung et al., 2015; Liu et al., 2017).

Uno de los parámetros más relevantes de la carga de entrenamiento en este tipo de programas es la intensidad de ejercicios como las planchas/puentes (*planks/bridges*) y el perro de muestra (*bird-dog*) (Barbado et al., 2018; Heredia-Elvar et al., 2021; Vera-Garcia et al., 2020). La intensidad en estos ejercicios, donde el/la participante debe mantener el raquis y la pelvis en posición neutra, está relacionada con la dificultad de los/as participantes para controlar la postura durante su ejecución (Barbado et al., 2018; Heredia-Elvar et al., 2021; Vera-Garcia et al., 2020).

En los últimos años, se ha propuesto el uso de la acelerometría integrada en smartphones (Barbado et., al 2018) como una técnica fiable, fácil de utilizar y de bajo coste para cuantificar la intensidad de los ejercicios de estabilización de forma objetiva (Barbado et al., 2018; Heredia-Elvar et al., 2021). Asimismo, Heredia-Elvar et al., (2021) han establecido umbrales de aceleración (basados en esta técnica) durante la ejecución de diversos ejercicios de estabilización que podrían indicar los niveles mínimos de intensidad necesarios para producir adaptaciones con el entrenamiento. No obstante, la acelerometría integrada en smartphones ha sido utilizada en personas jóvenes y activas, pero no se conoce su utilidad real en personas mayores. En este sentido, se desconoce el impacto

de realizar ejercicios de diferente nivel de intensidad sobre la estabilidad del tronco, así como, sobre cualidades y habilidades tan importantes para las personas mayores, como el equilibrio general y la marcha.

Por ello, en este trabajo de Fin de Máster se realizó un estudio experimental donde se utilizó la acelerometría integrada en smartphones para establecer diferentes intensidades de entrenamiento en programas de ejercicios de estabilización del tronco en personas de la tercera edad. El objetivo del estudio fue comparar el efecto de un programa de ejercicios de estabilidad del tronco de intensidad alta y un programa de ejercicios de estabilidad del tronco de intensidad moderada sobre el equilibrio corporal general dinámico y estático y la marcha en personas de la tercera edad.

METODOLOGÍA

Diseño experimental

Los/as participantes se dividieron aleatoriamente en 2 grupos de entrenamiento, uno de intensidad alta ($n=6$; edad= $69,75 \pm 4,83$ años; masa= $67,3 \pm 11,73$ kg; altura= $1,665 \pm 0,125$ m) y otro de intensidad moderada ($n=5$; edad= $73 \pm 2,44$ años; masa= $74 \pm 6,64$ kg; altura= $1,681 \pm 0,72$ m), y un grupo control ($n=3$; edad= 74 ± 4 años; masa= $75,4 \pm 8,08$ kg; altura= $1,646,3 \pm 0,108$ m). Se llevó a cabo un ensayo con doble ciego controlado y apareado respecto al nivel inicial de control del tronco, con dos grupos de entrenamiento. Los programas de entrenamiento fueron diseñados y dirigidos por los miembros del Laboratorio de Biomecánica y Salud del Centro de Investigación del Deporte de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

La intervención tuvo una duración de 10 semanas (Figura 1). Los grupos experimentales realizaron un programa de entrenamiento supervisado de la estabilidad del tronco durante 6 semanas. Además, 2 semanas antes (pre-test 1 y 2) y 2 semanas después de la intervención (post-test 1 y 2), se llevó a cabo en ambos grupos 4 sesiones de registro (2 sesiones por semana), donde se evaluó el equilibrio general dinámico y estático en diferentes posiciones mediante técnicas posturográficas, la marcha y la movilidad funcional mediante el uso de una aplicación móvil y el Timed Up-and-Go test (TUG) y el control postural en ejercicios de estabilidad del tronco mediante acelerometría integrada en smartphones. Los participantes del grupo control no entrenaron y solo realizaron

las sesiones de valoración pre- y post-test. Asimismo, se les informó que no cambiaran sus niveles de actividad física durante el programa.

Semana 1	Semana 2	Semanas 3 y 4*	Semanas 5 y 6*	Semanas 7 y 8	Semana 9	Semana 10
Pre-test 1	Pre-test 2	6 semanas x 2 sesiones/semana			Post-test 1	Post-test 2
		G1: Intensidad alta (n=6)				
		G2: Intensidad moderada (n=5)				
		GC: Grupo control (n=3)				
*Al final de las semanas 4 y 6 se realizó una reevaluación de los ejercicios de entrenamiento para ajustar la intensidad del entrenamiento.						

Figura 1. Diseño experimental controlado y aleatorizado.

Participantes

En este estudio participaron voluntariamente 14 personas de la tercera edad, sanas y con un buen nivel de condición física. Los participantes fueron incluidos en el estudio si eran mayores de 65 años y no padecían enfermedades que contraindicaran la práctica de los programas de ejercicios de tronco, como enfermedades respiratorias graves, hipertensión, cardiopatías, lesiones musculoesqueléticas, incontinencia urinaria, hernia inguinal, etc. Asimismo, se excluyeron del estudio las personas que estaban participando o habían participado en los últimos 6 meses en otros programas estructurados de ejercicios de tronco. Para poder iniciar el estudio, los participantes tuvieron que firmar un consentimiento informado y aprobado por la Oficina Universitaria para Ética de la Investigación (DPS.FVG.02.14) según la Declaración de Helsinki. Además, debían presentar un documento firmado por su médico de atención primaria (*certificado de aptitud física* desarrollado por el grupo de investigación) donde este/a certificaba que su nivel de aptitud física era adecuado para participar en el estudio.

Procedimiento de medida

Todos los test se realizaron 2 veces tanto en las dos semanas pre-test como en las dos semanas post-test. Además, en cada semana de registro se realizaron dos sesiones para que los sujetos no realizaran en una única sesión todos los test. La primera sesión de registro se llevó a cabo para establecer

diferentes niveles de intensidad de los ejercicios de entrenamiento (puente frontal, puente lateral, puente dorsal y perro de muestra o bird-dog) en función de la aceleración de la pelvis valorada mediante un acelerómetro triaxial integrado en un smartphone (Iphone SE, Model MHGQ3QL/A) (Figura 2). La aceleración registrada fue utilizada durante el diseño de los programas de entrenamiento (ver el apartado *Intervención*) para seleccionar las variantes de los diferentes ejercicios que mejor se ajustaba a la intensidad de cada grupo de entrenamiento.

Para medir la aceleración de la pelvis se utilizó la aplicación CoreMaker, creada por el grupo de investigación. Para ello, antes de realizar los ejercicios se utilizó un cinturón elástico para colocar el smartphone sobre: i) el sacro del o de la participante en los puentes frontal y lateral y en el bird-dog; y ii) el lateral de la pelvis en el puente dorsal, entre la cresta ilíaca y el trocánter mayor del fémur (en el lado dominante si ambas piernas estaban apoyadas y en el lado de la pierna que estaba en suspensión en variantes monopodales). El orden de los ejercicios fue contrabalanceado para evitar el efecto de la fatiga, aunque los niveles de dificultad siempre se realizaron de menor a mayor dificultad. Se pidió a los participantes que en cada ejercicio mantuvieran la posición durante 15 s. Además, para evitar las grandes oscilaciones posturales que suelen aparecer al principio de la tarea, el registro de la aceleración comenzaba una vez que uno de los investigadores verificaba que el/la participante se había colocado en la postura adecuada, pidiendo a los/las participantes que rectificaran su posición cuando era necesario. Asimismo, otro investigador apuntaba los datos obtenidos y anotaba cualquier error de ejecución u otras observaciones de interés.

Puente frontal



Puente dorsal



Puente lateral



Bird-Dog



Figura 2. Variantes de los ejercicios de puentes y de bird-dog valorados mediante acelerometría para seleccionar las variantes de los ejercicios que mejor se ajustaba a la intensidad de caga grupo de entrenamiento.

En la segunda sesión de registro, se utilizó una plataforma de fuerzas (Kistler, Switzerland, Model 9286AA) para registrar (1000 datos/s) el movimiento del centro de presiones (COP) durante la realización del Tandem Stance Balance Test (Moreno-Navarro et al., 2020). Esta prueba (Figura 3) mide el equilibrio dinámico en posición tándem (el pie del lado dominante se situó justo delante del pie del lado no dominante) con los brazos cruzados sobre el pecho y los pies descalzos. Mediante un software desarrollado por miembros del laboratorio, en este test se proporcionó a los/las participantes información visual de su CoP y

de un punto criterio (PC) proyectados sobre una pantalla a 140 cm de la plataforma de fuerzas. El punto criterio se desplazaba en una trayectoria antero-posterior y los/las participantes debían mantener su CoP lo más cerca posible del PC en todo momento. Se realizaron 3 repeticiones de 70 s y con un periodo de descanso entre repeticiones de 60 s.



Figura 3. Imagen de un participante durante la ejecución del Tandem Stance Balance Test con feedback visual sobre plataforma de fuerzas.

A continuación, se colocó el Smartphone en posición vertical sobre la región lumbar de los/las participantes (con el cinturón elástico) para medir el equilibrio general y la marcha con una batería de 12 test: i) cuatro test de equilibrio en apoyo bipodal, pies paralelos a la anchura de las caderas y brazos relajados a los lados del cuerpo (Figura 4): test sobre superficie estable con ojos abiertos, test sobre superficie estable con ojos cerrados, test sobre superficie inestable con ojos abiertos, test sobre superficie inestable ojos cerrados; ii) cuatro test de equilibrio en apoyo tándem (pierna no dominante situada detrás) y brazos relajados a los lados del cuerpo: test sobre superficie estable con ojos abiertos (Figura 5), test sobre superficie estable con ojos abiertos y movimientos de rotación cervical (45° hacia un lado y 45° en sentido contrario), test sobre superficie inestable con ojos abiertos y test sobre superficie estable con ojos cerrados; y iii) cuatro test de marcha: test marcha a velocidad normal o natural,

test de marcha a velocidad normal con movimientos de rotación cervical (45° hacia un lado y 45° en sentido contrario), test de marcha a velocidad normal y carga unilateral (sujetando una masa del 10% del peso corporal con la mano dominante) (Figura 6) y test de marcha a velocidad rápida.

Durante el desarrollo de estas pruebas se utilizó la aplicación para smartphone Gait&Balance desarrollada por Rashid et al. (2021) para valorar parámetros relacionados con la calidad de la marcha y el control del equilibrio corporal. Cada test tuvo una duración de 30 s y se estableció un periodo de recuperación de al menos 30 s entre pruebas. Los test de equilibrio se realizaron con pies descalzos y los de marcha con calzado deportivo. En cuanto al orden de ejecución, primero se realizaron los cuatro test de equilibrio con pies paralelos, después los cuatro test de equilibrio en apoyo tándem y posteriormente los cuatro test de marcha.



Figura 4. Imagen de un participante durante la ejecución del test de equilibrio sobre superficie inestable con ojos abiertos y pies paralelos a la anchura de las caderas.



Figura 5. Imagen de una participante durante la ejecución del test de equilibrio sobre superficie estable en posición tándem con ojos abiertos.



Figura 6. Imagen de dos participantes durante la ejecución del test de marcha a velocidad normal con movimientos de rotación cervical (imagen de la izquierda) y test de marcha a velocidad normal y carga unilateral (imagen de la derecha).

Por último, se procedió a realizar el TUG para medir la movilidad funcional de las personas de la tercera edad (Moreno-Navarro et al., 2020). En esta prueba cada participante tenía que levantarse de una silla (sin ayuda de brazos, estos estaban cruzados sobre el pecho), caminar una distancia de 3 m, girar alrededor de una pica y volver a sentarse en la silla (Figura 7). Cada sujeto tenía que ejecutar la prueba 3 veces con un descanso de 60 s entre repeticiones. El tiempo que cada participante tardó en realizar la prueba se midió con un cronómetro (Model HS-30W-N1V, CASIO, Tokio, Japón).



Figura 7. Imagen del espacio y material utilizado para realizar el Timed Up-and-Go test.

Ninguno/a de los/las participantes había realizado previamente los test ejecutados en este estudio, por lo que el nivel de familiarización inicial con los test era el mismo para todos/as los/as participantes. Con el fin optimizar la concentración y atención durante la realización de los test, todos se realizaron en una sala multiusos en el Club Atlético Montemar (Alicante), bien iluminada, climatizada y apartada del resto de salas para evitar cualquier ruido.

Intervención

Las sesiones de entrenamiento se realizaron en la misma sala del Club Atlético Montemar donde se realizaron los registros pre- y post-test y bajo la supervisión y control del equipo de investigación. Los integrantes de los grupos de intensidad alta y moderada participaron en dos programas de ejercicios de estabilidad del tronco de características similares cuya diferencia radicaba en el nivel de intensidad los ejercicios. En este sentido, ambos programas tuvieron una duración de 6 semanas, realizando 2 sesiones de entrenamiento de 40 min por semana. En cada sesión se realizaron 4 series de 25 s de los ejercicios puente frontal, puente lateral sobre lado derecho, puente lateral sobre lado izquierdo, puente dorsal y bird-dog, con una recuperación de 20 s entre ejercicios y de 1 min entre series. No obstante, la intensidad de los ejercicios realizados por cada grupo de entrenamiento fue diferente, seleccionando para cada participante del grupo de intensidad alta aquellas variantes de los ejercicios que en las sesiones de registro pre-test (Figura 2) obtuvieron niveles de aceleración

de la pelvis de entre 0.25 y 0.35 m/s² para el bird-dog, puente lateral y puente dorsal, y de entre 0.30 y 0.40 m/s² para el puente frontal. Por otro lado, para cada participante del grupo de intensidad moderada se seleccionaron aquellas variantes de los ejercicios que en las sesiones de registro pre-test obtuvieron niveles de aceleración de la pelvis de entre 0.15 y 0.25 m/s² para el bird-dog, puente lateral y puente dorsal, y de entre 0.20 y 0.30 m/s² para el puente frontal. Estos rangos de aceleración (Tabla 1) se establecieron a partir los umbrales de aceleración establecidos recientemente por Heredia-Elvar et al., (2021) para jóvenes físicamente activos y de los datos de un estudio piloto realizado por el grupo de investigación con seis personas de la tercera edad.

Tabla 1. Rangos de aceleración de la pelvis (m/s²) de los ejercicios de estabilidad del tronco para la selección de las variantes realizadas por los participantes en los grupos de intensidad alta y moderada.

Grupo	Bird-dog	Puente dorsal	Puente lateral	Puente frontal
Intensidad alta	0.25-0.35	0.25-0.35	0.25-0.35	0.30-0.40
Intensidad moderada	0.15-0.25	0.15-0.25	0.15-0.25	0.20-0.30

Cada 2 semanas de entrenamiento, se llevó a cabo una reevaluación de la intensidad de los ejercicios en los grupos experimentales para reajustar la carga de entrenamiento en cada sujeto (Figura 1). Para ello, se registró la aceleración de la pelvis durante la ejecución de las variantes de los ejercicios que cada participante había realizado las últimas 2 semanas. Si la intensidad de las variantes utilizadas seguía dentro de los rangos establecidos (Tabla 1), el/la participante continuaba utilizando las mismas variantes durante las 2 semanas siguientes, pero si la intensidad quedaba por debajo del rango se seleccionaba otras variantes que si quedaran dentro del rango.

Tratamiento de datos

Como se ha indicado anteriormente, los datos de la aceleración de la pelvis durante los ejercicios de estabilidad del tronco fueron obtenidos mediante la aplicación CoreMaker, que calcula la aceleración media como el vector resultante promedio de la aceleración en los tres ejes del espacio (Duarte et al., 2014).

Para evaluar el control postural en posición tándem sobre la plataforma de fuerzas (Tandem Stance Balance Test) la señal del CoP fue filtrada mediante un filtro de paso bajo de 5 Hz, tipo “Butterworth” de segundo orden. Al ser una tarea con feedback visual, para cuantificar el rendimiento en el test se utilizó como medida global el error radial medio obtenido mediante un software desarrollado por el grupo de investigación en entorno “LabView (v9.0. National Instruments, Austin, TX, USA).

En los test de equilibrio y marcha, realizados con el smartphone, se utilizó la aplicación Gait&Balance (Rashid et al., 2021). Esta aplicación permitió valorar el equilibrio corporal como el logaritmo natural negativo de la media de la aceleración absoluta a lo largo del vector resultante de los tres ejes del espacio. Asimismo, en los test de marcha se utilizó la aplicación para calcular la frecuencia de paso, la longitud de paso promedio, el tiempo medio de paso, la variabilidad de la longitud del paso, la variabilidad del tiempo de paso, la velocidad de la marcha y la estabilidad postural.

Análisis estadístico

Se calculó la media y la desviación típica de los parámetros mencionados en el apartado anterior, siendo estas las variables dependientes de la intervención. A continuación, se comprobó si los datos seguían una distribución normal con la prueba Kolmogorov-Smirnov.

Con el objeto de conocer si existían diferencias significativas tras el periodo de entrenamiento de estabilidad del tronco entre los diferentes grupos, se realizó un ANOVA mixto para todas las variables, siendo el factor inter-participante el “grupo” (tres niveles: grupo control, grupo de intensidad alta y grupo de intensidad moderada) y el factor intra-participante el “instante temporal” (2 niveles: media del pre-test 1 y pre-test 2; media del post-test 1 y post-test 2). Para comprobar si había diferencias entre los grupos en el pre-test y el post-test, se comprobó si existía una interacción significativa entre los dos factores (grupo e instante temporal). Una vez rechazada la hipótesis nula con una significación positiva, se procedió a realizar un análisis post hoc, mediante pruebas T de student ajustada con la corrección de bonferroni para así poder conocer entre que grupos existía esa diferencia.

Todos los cálculos estadísticos se efectuaron utilizando el paquete “Statistical Package for Social Sciences” (SPSS, versión 22.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA), fijando un nivel de significación de $p < 0.05$.

REFERENCIAS

- Barbado, D., Irlés-Vidal, B., Prat-Luri, A., García-Vaquero, M. P., & Vera-García, F. J. (2018). Training intensity quantification of core stability exercises based on a smartphone accelerometer. *PloS One*, *13*(12), e0208262.
- Berg, K. (1989). Balance and its measure in the elderly: a review. *Physiotherapy Canada*, *41*(5), 240-246. <https://doi.org/10.3138/ptc.41.5.240>
- Calatayud, J., Escriche-Escuder, A., Cruz-Montecinos, C., Andersen, L. L., Pérez-Alenda, S., Aiguadé, R., & Casaña, J. (2019). Tolerability and Muscle Activity of Core Muscle Exercises in Chronic Low-back Pain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(19), 3509.
- Canto, Y. E., Andrade, R. P., & Rodríguez, L. U. (2022). Ejercicios multicomponente sobre la calidad de vida y el equilibrio en adultos mayores: Revisión sistemática y metaanálisis. *Fisioterapia*, *44*(3).
- Cevallos Sánchez, I. M. (2020). *Investigación bibliográfica sobre el análisis del trastorno del equilibrio que produce caídas y lesiones craneoencefálicas en el adulto mayor* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Chillida, J. R. (2008). Trastornos del equilibrio en el anciano. *Jano: Medicina y humanidades*, (1680), 31.
- Chiu, Y. L., Tsai, Y. J., Lin, C. H., Hou, Y. R., & Sung, W. H. (2017). Evaluation of a smartphone-based assessment system in subjects with chronic ankle instability. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, *139*, 191-195.
- Choi, S. H., Lim, J. H., & Cho, H. Y. (2012). The effects of trunk stabilization exercise using swiss ball and core stabilization exercise on balance and gait in elderly women. *Journal of Korean Society of Physical Medicine*, *7*(1), 49-58.
- Duarte, F., Lourenço, A., & Abrantes, A. (2014). Classification of physical activities using a smartphone: evaluation study using multiple users. *Procedia Technology*, *17*, 239-247.
- García-Reyes, M., López-Torres, J., Villena, A., del Campo, J., Párraga, I., y Maldonado del Arco, N. (2007). Factores de riesgo de Caídas en ancianos. *Revista Clínica de Medicina de Familia*, *2*(1), 20-24.

- Gillespie, L. D., Robertson, M. C., Gillespie, W. J., Sherrington, C., Gates, S., Clemson, L., & Lamb, S. E. (2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane database of systematic reviews*, (9).
- Granacher, U., Gruber, M., & Gollhofer, A. (2009). Resistance training and neuromuscular performance in seniors. *International Journal of Sports Medicine*, 30(09), 652-657.
- Granacher, U., Gollhofer, A., Hortobágyi, T., Kressig, R. W., & Muehlbauer, T. (2013). The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports Medicine*, 43(7), 627-641. DOI10.1007 / s40279-013-0041-1
- Heredia-Elvar, J. R., Juan-Recio, C., Prat-Luri, A., Barbado, D., & Vera-Garcia, F. J. (2021). Observational Screening Guidelines and Smartphone Accelerometer Thresholds to Establish the Intensity of Some of the Most Popular Core Stability Exercises. *Frontiers in Physiology*, 1799.
- Hibbs, A. E., Thompson, K. G., French, D., Wrigley, A., & Spears, I. (2008). Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports Medicine*, 38(12), 995-1008.
- Hwang, J. H., Lee, Y. T., Park, D. S., & Kwon, T. K. (2008). Age affects the latency of the erector spinae response to sudden loading. *Clinical Biomechanics*, 23(1), 23-29.
- Imai, A., Imai, T., Iizuka, S., & Kaneoka, K. (2018). A trunk stabilization exercise warm-up may reduce ankle injuries in junior soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 39(04), 270-274.
- Jung, D. I., Ko, D. S., & Jeong, M. A. (2015). Kinematic effect of Nintendo WiiTM sports program exercise on obstacle gait in elderly women with falling risk. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(5), 1397-1400.
- Kahle, N., & Tevald, M. A. (2014). Core muscle strengthening's improvement of balance performance in community-dwelling older adults: A pilot study. *Journal of Aging and Physical Activity*, 22(1), 65-73.
- Kim, M. K. (2016). The effects of trunk stabilization exercise using a Swiss ball in the absence of visual stimulus on balance in the elderly. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(7), 2144-2147.
- Leveille, S. G., Jones, R. N., Kiely, D. K., Hausdorff, J. M., Shmerling, R. H., Guralnik, J. M., ... & Bean, J. F. (2009). Chronic musculoskeletal pain and the occurrence of falls in an older population. *Jama*, 302(20), 2214-2221.

- Liu, S. Y., Zhang, X., Sun, J. B., Li, Q. N., Liu, Y., Lian, Z. Q., & Zhang, D. R. (2017). The effects of 10-week core strength training on the body balance in the middle-aged men. *Zhongguo Ying Yong Sheng li xue za zhi= Zhongguo Yingyong Shenglixue Zazhi= Chinese Journal of Applied Physiology*, 33(4), 365-368.
- Moreno-Navarro, P., Gomez-Illán, R., Carpena-Juan, C., P Sempere, Á., Vera-Garcia, F. J., & Barbado, D. (2020). Understanding the deterioration of gait, postural control, lower limb strength and perceived fatigue across the disability spectrum of people with multiple sclerosis. *Journal of Clinical Medicine*, 9(5), 1385.
- Murillo, F. D. B., Vidal, B. I., Prat-Luri, A., Vaquero, M. P. G., & Garcia, F. J. V. (2019). Cuantificación de la Intensidad del Entrenamiento de Ejercicios de Estabilidad de Core mediante un Acelerómetro de Smartphone. *Revista de educación física: Renovar la Teoría y Práctica*, (154), 18-28.
- OMS. (2020). "Envejecer bien": una prioridad mundial. Comunicado de prensa. Centro de prensa de la OMS. Ginebra.
- Orr, R., Raymond, J., & Singh, M. F. (2008). Efficacy of progressive resistance training on balance performance in older adults. *Sports medicine*, 38(4), 317-343.
- Rashid, U., Barbado, D., Olsen, S., Alder, G., Elvira, J. L., Lord, S., ... & Taylor, D. (2021). Validity and reliability of a smartphone app for gait and balance assessment. *Sensors*, 22(1), 124.
- Richardson, J. K., & Hurvitz, E. A. (1995). Peripheral neuropathy: a true risk factor for falls. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 50(4), M211-M215.
- Rose, D. J. (2014). *Equilibrio y movilidad con personas mayores*. Paidotribo.
- Rubenstein, L. Z., & Josephson, K. R. (2006). Falls and their prevention in elderly people: what does the evidence show? *Medical Clinics*, 90(5), 807-824.
- Shamsi, M. B., Sarrafzadeh, J., & Jamshidi, A. (2015). Comparing core stability and traditional trunk exercise on chronic low back pain patients using three functional lumbopelvic stability tests. *Physiotherapy Theory and Practice*, 31(2), 89-98.
- Shishov, N., Gimmon, Y., Rashed, H., Kurz, I., Riemer, R., Shapiro, A., ... & Melzer, I. (2017). Old adult fallers display reduced flexibility of arm and trunk movements when challenged with different walking speeds. *Gait & Posture*, 52, 280-286.
- Spiriduso, W. W., Francis, K. L., & MacRae, P. G. (1995). *Physical Dimensions of Aging* (Vol. 798). Champaign, IL: Human kinetics.

- Stalenhoef, P. A., Diederiks, J. P. M., Knottnerus, J. A., Kester, A. D. M., & Crebolder, H. F. J. M. (2002). A risk model for the prediction of recurrent falls in community-dwelling elderly: a prospective cohort study. *Journal of Clinical Epidemiology*, 55(11), 1088-1094.
- Steinweg, K. K. (1997). The changing approach to falls in the elderly. *American Family Physician*, 56(7), 1815-1823
- Suri, P., Kiely, D.K., Leveille, S.G., Frontera, W.R., & Bean, J.F. (2011). Increased trunk extension endurance is associated with meaningful improvement in balance among older adults with mobility problems. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(7), 1038–1043. PubMed
- Villaquiran-Hurtado, A., Molano-Tobar, N. J., Portilla-Dorado, E., & Tello, A. (2020). Flexibilidad, equilibrio dinámico y estabilidad del core para la prevención de lesiones en deportistas universitarios. *Universidad y Salud*, 22(2), 148-156.
- Villafañe, J. H., Pirali, C., Buraschi, R., Arienti, C., Corbellini, C., & Negrini, S. (2015). Moving forward in fall prevention: an intervention to improve balance among patients in a quasi-experimental study of hospitalized patients. *International journal of rehabilitation research*, 38(4), 313-319.
- Yip, J. L., Luben, R., Hayat, S., Khawaja, A. P., Broadway, D. C., Wareham, N., ... & Foster, P. J. (2014). Area deprivation, individual socioeconomic status and low vision in the EPIC-Norfolk Eye Study. *J Epidemiol Community Health*, 68(3), 204-210.