

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Máster universitario en rendimiento deportivo y salud



**DISEÑO DE UNA PROGRESIÓN DE EJERCICIOS DE ESTABILIDAD
DEL TRONCO ORIENTADOS A POSICIONES FUNCIONALES PARA
EL ADULTO MAYOR**

David Martín Villodres

Curso académico 2023-2024

Tutora académica: Amaya Prat Luri

RESUMEN

El envejecimiento es un proceso gradual que implica cambios biológicos, sociales y psicológicos que, debido a aspectos como el aumento en la esperanza de vida y/o unos altos niveles de sedentarismo supone un alto impacto socioeconómico en el sistema sanitario. En este sentido, el no tener una capacidad física adecuada puede condicionar la movilidad del adulto mayor, donde la marcha es un aspecto muy importante ya que se relaciona con el riesgo de caídas. Uno de los aspectos que influye sobre esa tarea de marcha es la estabilidad del tronco, que afecta a la capacidad de adaptarse a cambios en la velocidad y de recuperar la estabilidad después de perturbaciones. Sin embargo, los protocolos de entrenamiento del tronco en esta población se desarrollan principalmente en el suelo, y no hay tantas progresiones de ejercicios en posiciones que sean más próximas a tareas más funcionales para el adulto mayor. Además, el control de la carga de estos ejercicios suele basarse en criterios subjetivos que no suelen estar especificados, lo que dificulta el conocimiento sobre la dosis respuesta de estos ejercicios. El objetivo principal del presente Trabajo Final de Máster fue establecer una progresión de 7 ejercicios focalizados en el tronco en posiciones más funcionales para el adulto mayor, desde posiciones en sedestación hasta otras simulando fases de la marcha. Los ejercicios estuvieron orientados a retar principalmente la estabilidad del tronco en el plano frontal (i.e., foco en musculatura inclinadora). Las evaluaciones consistieron en dos sesiones de evaluación: (i) valoración de las características antropométricas, y de la fuerza que podían resistir manteniendo la posición en cada uno de los ejercicios de la progresión a partir de un test de ruptura, (ii) valoración de la estabilidad del tronco en la progresión de ejercicios en dos intensidades diferentes (i.e., 70 y 90%) en base a la fuerza obtenida en el test de ruptura de la primera sesión. Previo a las mediciones con los adultos mayores, se realizaron unas valoraciones con personas jóvenes (a quienes se les realizó únicamente la primera sesión evaluación) para optimizar la selección de ejercicios de la progresión, así como el protocolo de medida. Tras la valoración de estos test y al comparar entre los dos grupos, no se encontraron diferencias significativas en los resultados obtenidos del test de ruptura. Sin embargo, al evaluar los resultados entre los lados (izquierdo y derecho) de cada ejercicio en personas mayores, se descubrieron diferencias significativas. Además, de encontrar altos y moderados los valores de correlación entre los ejercicios. Por último, al analizar los resultados de los dos grupos de intensidad en personas mayores, se hallaron valores similares de aceleración del tronco.

Palabras clave: adulto mayor, entrenamiento, core stability, valoración.

ÍNDICE

Introducción.....	1
Metodología	2
Diseño del estudio	2
Captación de participantes	2
Sesiones de valoración.....	3
Test de ruptura	4
Estabilidad del tronco durante la porgresión de los ejercicios	5
Tratamientos de los datos	6
Análisis estadístico	6
Bibliografía	7



INTRODUCCIÓN

El envejecimiento es un proceso gradual y continuo de cambios naturales desde la adultez temprana, que abarca transformaciones biológicas, sociales y psicológicas (García & Maya, 2014); el cual se considera saludable cuando se mantiene la capacidad física para asegurar el bienestar en la vejez (Rudnicka et al., 2020). Esto representa uno de los mayores retos en los ámbitos social, económico, cultural y sanitario, siendo en este último, el aspecto con más foco de atención debido al gran aumento en la esperanza de vida y el sedentarismo de esta población (Silva et al., 2019). El presentar unos bajos niveles de capacidad física se relaciona con una mayor prevalencia de enfermedades, caídas y fracturas, limitando la capacidad para realizar las actividades cotidianas (Shafi et al., 2023). Es por ello por lo que va a ser fundamental mantener la capacidad física del adulto mayor para realizar estas actividades cotidianas (Carmona-Torres et al., 2019), las cuales se dividen en básicas (e.g., alimentarse, vestirse, bañarse), instrumentales (e.g., caminar) y avanzadas (e.g., actividades de ocio) (Mullen et al., 2012; Rikli & Jones, 2012; Cornelis et al., 2019).

Una condición física adecuada es un aspecto clave para que los adultos mayores se desenvuelvan con autonomía e independencia, destacando la actividad física como un medio eficaz para prevenir y retrasar el deterioro funcional (Vicente et al., 2007). Durante el envejecimiento, van sucediendo alteraciones en el funcionamiento del sistema nervioso central, neuromuscular y óseo, lo cual conlleva una reducción de la fuerza y potencia muscular, así como un deterioro del equilibrio (Granacher et al., 2013), afectando a su marcha y movilidad (Cerdeira, 2014). La marcha que es una de las tareas físicas más realizadas diariamente en la comunidad y por eso, se usa comúnmente como un medio para medir la función física, la calidad de vida y el estado de salud (Bezodis et al., 2013). Debido a los cambios en el funcionamiento físico relacionados con la edad, la distancia recorrida y la capacidad para sortear obstáculos pueden verse afectados (Darraz et al., 2021). Esta alteración de la marcha incrementa con el paso de los años, siendo un 15% a los 60 años, un 35% a los 70 años y un 80% a los mayores de 85 años (Jahn et al., 2010), lo cual se asocia con un mayor riesgo de caídas, deterioro cognitivo, e incluso con un mayor riesgo de mortalidad prematura (Herssens et al., 2018). Entre las capacidades físicas que influyen sobre el desempeño de la marcha se encuentra la estabilidad de tronco, ya que su deterioro puede disminuir la velocidad y longitud del paso (Cruz-Jiménez, 2017; Lee et al., 2019). Esta baja estabilidad del tronco dificulta a los adultos mayores a adaptarse a cambios en la velocidad y a recuperar la estabilidad después de perturbaciones en la marcha (Hamed et al., 2018). Aunque la mayoría de los estudios experimentales sobre estabilidad de tronco se han centrado en el plano anteroposterior, los efectos del envejecimiento también afectan al plano frontal (Hilliard et al., 2008), lo cual puede relacionarse con la influencia de los movimientos del tronco sobre la estabilidad lateral en posiciones de bipedestación y durante la marcha (Mille et al., 2005).

Además, estas alteraciones en la marcha podrían estar relacionadas con cambios en la musculatura del tronco (Granacher et al., 2013), debido a que los patrones alterados del tronco, como una movilidad intervertebral reducida y debilidad muscular, pueden explicar parte de los cambios espaciotemporales de la marcha en esta población (Shahtahmassebi et al., 2017). Además, la musculatura del tronco también influye sobre la transferencia efectiva de fuerzas durante el movimiento corporal (Faccio et al., 2021), por lo que el entrenamiento de estas estructuras en adultos mayores puede ser un componente importante para mantener dicha transferencia y reducir los trastornos de la marcha (Cury et al., 2021). Sin embargo, tras una revisión de la literatura, los protocolos de entrenamiento del tronco en esta población presentan principalmente una progresión de ejercicios que se desarrollan en una situación de suelo y no hay tantas progresiones de ejercicios en posiciones que sean más próximas a tareas más funcionales (Lesinski et al., 2015; Granacher et al., 2013). Además, la descripción de las características básicas del entrenamiento en estos programas es limitada, especialmente en lo

referente a la intensidad, lo que dificulta el conocimiento sobre la relación dosis-respuesta del entrenamiento y su replicabilidad (Granacher et al., 2013).

En base a lo anteriormente expuesto, el objetivo principal del presente Trabajo Final de Máster fue establecer una progresión de 7 ejercicios focalizados en el tronco en posiciones más funcionales para el adulto mayor, desde situaciones de sedestación hasta otras simulando fases de la marcha. Para el establecimiento de las progresiones se utilizó un elástico para retar la estabilidad del tronco en el plano frontal (i.e., foco en musculatura inclinadora), considerando variables mecánicas como la disminución de la base de sustentación, la reducción del número de apoyos y/o la modificación de la zancada (Vera-Garcia et al., 2020). Se valoró la fuerza que podía resistir el participante manteniendo la posición en cada uno de los ejercicios a través de un test de ruptura (Larson et al., 2010; Burns & Spanier, 2005) y la estabilidad del tronco de los ejercicios en dos intensidades diferentes (i.e., 70 y 90%) en base a los valores de fuerza obtenidos en el test de ruptura previamente implementado. Previo a las mediciones con los adultos mayores, se realizaron unas valoraciones con personas jóvenes (a quienes se les realizó únicamente la primera sesión evaluación) para optimizar la selección de ejercicios de la progresión, así como el protocolo de medida. Con respecto a los valores en el test de ruptura se esperó encontrar valores más altos en jóvenes respecto a mayores. Con respecto a los valores de estabilidad del tronco en los adultos mayores se esperó observar una menor aceleración (i.e., menor intensidad de los ejercicios) en el grupo de menor intensidad.

METODOLOGÍA

DISEÑO DEL ESTUDIO

El siguiente Trabajo Final de Máster consistió en un estudio descriptivo dirigido a personas mayores para establecer una progresión de ejercicios de estabilidad del tronco orientados a posiciones más funcionales para el adulto mayor (i.e., sedestación, bipedestación) aplicando una fuerza lateral. El estudio se organizó en dos sesiones de evaluación: (i) la primera sesión consistió en valorar las características antropométricas de los participantes, y el test de ruptura en la progresión de 7 ejercicios a través de un dinamómetro digital; (ii) la segunda sesión consistió en valorar la estabilidad del tronco de los ejercicios a través de un acelerómetro instalado en un dispositivo móvil a dos intensidades diferentes teniendo en cuenta los valores de fuerza obtenidos en el test de ruptura previo. Las sesiones tuvieron una duración aproximada de 45 y 90 minutos respectivamente, con una separación de al menos 24 horas entre ambas. Previo a las mediciones con los adultos mayores, se realizaron unas valoraciones con personas jóvenes para optimizar la selección de ejercicios de la progresión, así como el protocolo de medida; a quienes se les realizó únicamente la primera sesión evaluación (i.e., test de ruptura).

CAPTACIÓN DE PARTICIPANTES

En el estudio participaron 9 personas mayores (n hombres/mujeres = 4/5; edad = $68,11 \pm 1,90$ años; altura = $163,56 \pm 8,01$ cm; masa = $72,57 \pm 17,45$ kg) y 6 personas jóvenes (n hombres/mujeres = 3/3; edad = $23,33 \pm 2,08$ años; altura = $167,17 \pm 5,12$ cm; masa = $76,67 \pm 12,12$ kg) físicamente activas sin ninguna contraindicación para la práctica de ejercicio físico. La captación de las participantes se realizó a partir de los diversos grados académicos y cursos de entrenamiento que ofrece la Universidad Miguel Hernández de Elche. Se consideraron los siguientes criterios de inclusión: no padecer ninguna enfermedad que contraindicara la práctica de ejercicio físico (e.g., enfermedades respiratorias graves, hipertensión, enfermedades cardíacas, lesiones musculoesqueléticas, neurodegenerativa y/o cognitiva, etc.), no tener programada o en lista de espera una cirugía que contraindiquen la práctica de ejercicio físico, estar entre un rango de edad de 18 a 64 años para las personas jóvenes y ser ≥ 65 años para las personas mayores. El presente estudio estuvo en concordancia con la Declaración de Helsinki y fue aprobado por la Oficina de Ética en la Investigación de la Universidad Miguel Hernández de Elche (FM.MRD.APL.DMV.240312).

SESIONES DE VALORACIÓN

Los participantes realizaron las sesiones en el laboratorio de investigación Biomecánica y Salud del Centro de Investigación del Deporte de la Universidad Miguel Hernández de Elche, donde un estudiante de máster fue el encargado de llevar a cabo la intervención. Se pidió a los participantes asistir con ropa deportiva y zapatillas cómodas. En primer lugar, al llegar a la primera sesión de evaluación se les explicó las características generales de la intervención y las sesiones que realizarían. Luego, para la evaluación de las mediciones antropométricas se midió la masa corporal (kg), la talla (cm), la anchura de la cadera en base a la distancia entre las espinas iliacas anteriores superiores (cm), la longitud de cada pierna en base a la distancia de la espina iliaca anterior superior al maléolo interno del tobillo (cm), la altura del tronco en base a la distancia del borde superior del trocánter mayor a acromión (cm) y la amplitud del paso se calculó en base al 1/3 de la altura del participante (cm). Los instrumentos que conformaron este protocolo fueron un tallmetro para medir la talla, una báscula Tanita para medir la masa corporal, un pelvímetro para medir la anchura de la cadera y una cinta métrica suave para medir la altura del tronco y la longitud de las piernas. Las medidas de la anchura de cadera y la amplitud del paso sirvieron para estandarizar los ejercicios a nivel antropométrico para cada participante. Por otro lado, la longitud de la pierna y la altura del tronco se utilizaron para normalizar las medidas entre los participantes.

Posteriormente, se les comentó que durante las dos sesiones de evaluación llevarían puesto un cinturón ajustable colocado alrededor del tronco entre las fosas axilares, en el cual se ejerció una fuerza lateral para el tronco en la progresión de los ejercicios que se ejecutaron en las sesiones de evaluación. Luego, se les explicó el uso de los instrumentos que conformaban el protocolo que iban a realizar, que fueron un cajón pliométrico de madera (30 cm), dos cintas métricas que estandarizaron a nivel antropométrico la anchura entre los pies y la distancia de zancada entre los participantes, un dinamómetro digital (Tindefq Progressor 200) y un móvil con la aplicación del dinamómetro digital, el cual se colocó en un trípode delante del participante para que tuviera referencia de los valores aplicados durante la prueba. Asimismo, en esta primera sesión de evaluación también se utilizó una estructura vertical, rígida y estable con un implemento horizontal saliente, elástico y ajustable para el control de la posición durante la ejecución de los ejercicios.

Tras la explicación de los instrumentos que iban a utilizar durante la prueba y su función, se les comentó la posición de los 7 ejercicios que se iban a evaluar en la sesión y se llevó a cabo una demostración. Por último, antes de comenzar cada ensayo del test se indicaron los siguientes criterios a los participantes: i) mantener una posición neutra de la columna, ii) mantener la visión en el móvil, iii) no empezar la prueba antes de la indicación del examinador, iv) mantener los brazos cruzados, v) no desplazarse hacia el lado contrario de la tracción, vi) no realizar la maniobra de Valsalva. En caso de no cumplir dichos criterios el ensayo se corregía al participante hasta la correcta realización del test.

Al llegar a la segunda sesión de evaluación, se les explicó detalladamente las características y el protocolo de la sesión que realizarían. Posteriormente, se les volvió a explicar los instrumentos que se iban a utilizar para los ensayos, como también del acelerómetro instalado en el móvil, que se colocaría en el cinturón de forma horizontal entre los ángulos inferiores de las dos escápulas. Tras la explicación, se les volvió a comentar la posición de los 7 ejercicios de la sesión anterior y se les realizó una demostración del procedimiento a seguir en este protocolo. Por último, se les volvió a recordar sobre los criterios que debían de seguir antes de comenzar cada ensayo.

Test de ruptura

Para la evaluación de la fuerza que puede resistir la persona manteniendo una posición, en este caso, de una fuerza lateral aplicada directamente a la región del tronco durante los 7 ejercicios se llevó a cabo el test de ruptura (Larson et al., 2010; Burns & Spanier, 2005). El participante debía de mantener la posición del ejercicio mientras que el examinador aplicaba una resistencia progresiva a través de un dinamómetro digital (Tindefq Progressor 200) para obtener la máxima carga que podía soportar el participante mantenido la posición. Todos los participantes realizaron el mismo orden de ejercicios del 1 al 7 de menor a mayor dificultad según la implementación de variables mecánicas (Figura 1) y realizando primero la tracción del lado izquierdo para luego realizar la del lado derecho, llevando a cabo dos ensayos por lado y anotando el mayor valor obtenido (Kg).

Previo al inicio de la medición se les explicó los instrumentos que iban a utilizar y la posición de cada ejercicio: (1) sedestación en cajón pliométrico de madera con pies colocados a la anchura de las caderas (i.e., parte externa del talón en línea con las marcas de la cinta métrica que determinaban la anchura de caderas de cada participante), (2) sedestación en cajón pliométrico de madera con pies juntos, (3) sedestación en cajón pliométrico de madera con pies colocados a la anchura de caderas y pie contrario al lado traccionado elevado, (4) bipedestación con pies colocados a mayor anchura de caderas (i.e., parte interna del talón en línea con las marcas de la cinta métrica que determinaban la anchura de caderas de cada participante), (5) bipedestación con pies colocados a la anchura de las caderas, (6) posición de zancada con el pie del lado traccionado adelantado (i.e., punta del pie del lado traccionado adelantado y talón del pie contrario al lado traccionado en línea con las marcas de la cinta métrica que determinaban la amplitud del paso) y con los pies colocados a la anchura de caderas, (7) posición de zancada con pie del lado traccionado adelantado con punta elevada y con los pies colocados a la anchura de caderas.

Tras darles las explicaciones y intrucciones previas del test, se les colocó el dinamómetro digital entre el cinturón ajustado al tronco y el agarre que el examinador utilizaría para traccionar lateralmente el tronco, todo esto colocado a partir de dos mosquetones. Luego, el participante se situaba en la posición del ejercicio, teniendo en cuenta la estandarización en base a las mediciones antropométricas previas. Posteriormente, se colocaba la estructura vertical con el implemento horizontal en el límite superior del acromion en el lado contrario a la tracción del examinador, permitiendo controlar la posición correcta del tronco durante el ejercicio y el desplazamiento de éste. También, se situó delante del participante un móvil mostrando la fuerza máxima generada durante la prueba permitiendo al participante tener una referencia durante todos los ensayos y al examiandor obtener el resultado de la medición.

Tras la colocación del participante y de todos los instrumentos necesarios para la prueba, el examinador daba comienzo al test con una cuenta regresiva de “3, 2, 1, ya” y traccionaba lateralmente, aumentando gradualmente la fuerza durante un período de cinco a diez segundos. Esto permitió a los participantes no desestabilizarles de la postura de inicio, logrando realizar el test de ruptura correctamente. La prueba finalizaba cuando el implemento horizontal se desplazaba hacia la dirrección desde donde el examinador aplicaba la fuerza, indicando así el movimiento del tronco en la dirección en que se aplicaba la fuerza y la pérdida del control postural.

Sedestación			Bipedestación		Zancada	
1	2	3	4	5	6	7
						

Figura 1. Test de ruptura de la progresión de los ejercicios: (1) sedestación con pies colocados a la anchura de la cadera, (2) sedestación con pies juntos, (3) sedestación con pies colocados a la anchura de cadera y pie contrario al lado traccionado elevado, (4) bipedestación con pies colocados a mayor anchura de cadera, (5) bipedestación con pies colocados a la anchura de la cadera, (6) posición de zancada con pie del lado traccionado adelantado y con los pies colocados a la anchura de cadera, (7) posición de zancada con pie del lado traccionado adelantado con punta elevada y con los pies colocados a la anchura de cadera.

Estabilidad del tronco durante la progresión de ejercicios

Para la valoración de la estabilidad del tronco durante la misma progresión de ejercicios se utilizó un elástico anclado al dinamómetro digital para establecer la intensidad del ejercicio (i.e., 70 ó 90% del valor alcanzado en el test de ruptura) para cada participante. Mediante el dinamómetro digital se cuantificaba la resistencia (kg) y por ende, intensidad que le suponía para cada participante, el cual se situaba a una distancia que supusiera el nivel de intensidad requerido. Se utilizó un acelerómetro instalado en el móvil a través de la aplicación Core Maker (en desarrollo), registrando la aceleración del tronco (i.e., aceleración media resultante de los tres ejes del movimiento: transversal, vertical y anteroposterior) en los 7 ejercicios propuestos (Figura 2).

Todos los participantes llevaron a cabo primero dos repeticiones de cada ejercicio en el lado izquierdo y luego en el lado derecho, manteniendo la posición a la fuerza aplicada por el elástico directamente a la región del tronco durante 30 segundos con un descanso de 1 minuto por repetición, y 2 minutos entre ejercicio. En los descansos del mismo ejercicio el participante no se podía mover del sitio para no perder la distancia a la que se debía de colocar el elástico. La intensidad y el orden de los ejercicios se realizó de forma aleatoria para cada participante dividiéndolos en el 70 o 90% del valor alcanzado en el test de ruptura y en sedestación, bipedestación y zancada, en donde en cada bloque se llevaron a cabo primero los ejercicios de menor dificultad en base a los criterios mecánicos (Figura 1).

Tras darles la explicación de los ejercicios y las instrucciones previas del test, se colocó el dinamómetro digital unido al elástico que también estaba sujeto a una superficie estable, y posteriormente, se ajustaba al cinturón del participante. Una vez colocado, se introdujeron los datos de la intensidad a la cual iban a realizar los ejercicios, y se colocaba al participante a la distancia donde la resistencia del elástico fuera igual a la intensidad requerida. Por último, tras situar al participante en la distancia adecuada, se realizaron las estandarizaciones correspondientes en base a las mediciones antropométricas previas. Por otro lado, se ubicó el móvil delante del participante para permitirle tener una referencia constante durante los ensayos y mantener la intensidad requerida durante toda la prueba.

Tras la colocación del participante y de todos los instrumentos necesarios para la prueba, el examinador daba comienzo al test con una cuenta regresiva de "3, 2, 1, ya". A continuación, colocaba gradualmente el elástico en el cinturón del participante, para luego soltarlo completamente, lo cual permitió a los participantes comenzar el test de una manera estable. Una vez completado el paso anterior, se iniciaba la prueba y se registraba la aceleración durante el ejercicio, que finalizaba cuando pasaban los 30 segundos, y se extraía gradualmente el elástico para que el participante pudiera empezar su descanso entre ensayos.

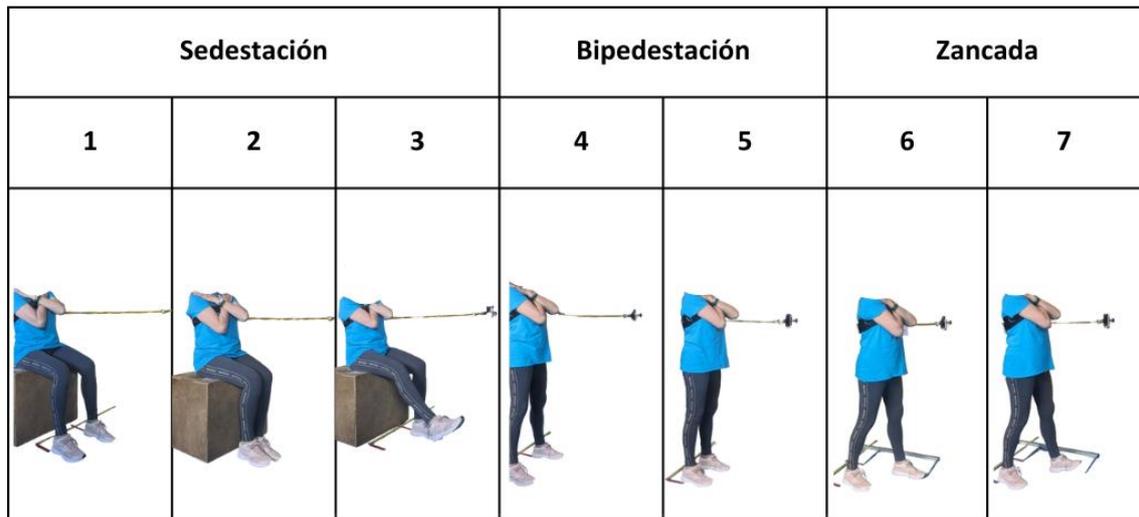


Figura 2. Estabilidad del tronco durante la progresión de los ejercicios: (1) sedestación con pies colocados a la anchura de la cadera, (2) sedestación con pies juntos, (3) sedestación con pies colocados a la anchura de cadera y pie contrario al lado traccionado elevado, (4) bipedestación con pies colocados a mayor anchura de cadera, (5) bipedestación con pies colocados a la anchura de la cadera, (6) posición de zancada con pie del lado traccionado adelantado y con los pies colocados a la anchura de cadera, (7) posición de zancada con pie del lado traccionado adelantado con punta elevada y con los pies colocados a la anchura de cadera.

TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Para valorar la carga máxima de los dos ensayos de la prueba de ruptura de cada ejercicio se utilizó el resultado más alto (kg). Este resultado se almacenó por la aplicación móvil y posteriormente, se registró en una hoja de Excel específica para cada participante. Para valorar el nivel de intensidad (i.e., aceleración del tronco) de cada ejercicio, se empleó la variable de aceleración media proporcionada directamente por la aplicación, la cual se obtiene determinando la magnitud promedio del vector resultante de la aceleración en los tres ejes del espacio: vertical, anteroposterior y mediolateral. El valor obtenido de los dos ensayos fue registrado en una hoja Excel específica para cada participante y se empleó el promedio de los dos ensayos.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se calcularon la media y la desviación estándar de los parámetros obtenidos del test de ruptura y las mediciones antropométricas, tanto de los participantes jóvenes como mayores. Para los valores obtenidos de aceleración no se realizó ningún análisis estadístico debido al bajo número de participantes (n 70/90% del valor alcanzado en el test de ruptura = 3/4). La normalidad de los datos se verificó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors ($p > 0,05$). Para evaluar las diferencias entre el lado izquierdo y derecho de los dos grupos (i.e., jóvenes y mayores) en la prueba de ruptura, se aplicó una prueba t de Student para muestras emparejadas en los siete ejercicios. Para comparar las medias entre los dos grupos (i.e., jóvenes y mayores) de los siete ejercicios de cada lado, se realizó una prueba t de Student para

muestras independientes. En este análisis, la variable de agrupación fue el "grupo" (i.e., jóvenes y mayores), y las variables de la prueba fueron cada uno de los ejercicios, tanto del lado izquierdo como del derecho. Finalmente, para conocer la magnitud de la asociación entre los resultados de los siete ejercicios en el test de ruptura se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson con intervalos de confianza del 95%. Los valores de correlación se interpretaron de la siguiente manera: correlación débil ($< 0,20$), correlación moderada ($0,50 \leq r < 0,80$) y correlación alta ($> 0,80$) (Roy-García et al., 2019). Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software "Statistical Package for Social Sciences" (SPSS Chicago, versión 29, Illinois, USA) con un nivel de significación establecido en $p < 0,05$.

BIBLIOGRAFÍA

- Abou, L., De Freitas, G. R., Palandi, J., & Ilha, J. (2018). Clinical Instruments for Measuring Unsupported Sitting Balance in Subjects with Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *Topics In Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 24(2), 177-193. <https://doi.org/10.1310/sci17-00027>
- Barbado, D., Irlles-Vidal, B., Prat-Luri, A., García-Vaquero, M. P., & Vera-García, F. J. (2019). Cuantificación de la Intensidad del Entrenamiento de Ejercicios de Estabilidad de Core mediante un Acelerómetro de Smartphone - Ciencias del Ejercicio. *Revista de Educación Física*, 1(2). <https://g-se.com/cuantificacion-de-la-intensidad-del-entrenamiento-de-ejercicios-de-estabilidad-de-core-mediante-un-acelerometro-de-smartphone-2527-saG5cd071a69b9d8>
- Bezodis, N. E., Salo, A., & Trewartha, G. (2013). Excessive fluctuations in knee joint moments during early stance in sprinting are caused by digital filtering procedures. *Gait & Posture*, 38(4), 653-657. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.02.015>
- Carmona-Torres, J. M., Rodríguez-Borrego, M. A., Laredo-Aguilera, J. A., López-Soto, P. J., Santacruz-Salas, E., & Cobo-Cuenca, A. I. (2019). Disability for basic and instrumental activities of daily living in older individuals. *PloS one*, 14(7), e0220157. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220157>
- Cerda, A. L. (2014). Manejo del trastorno de marcha del adulto mayor. *Revista Médica Clínica las Condes (Impresa)*, 25(2), 265-275. [https://doi.org/10.1016/s0716-8640\(14\)70037-9](https://doi.org/10.1016/s0716-8640(14)70037-9)
- Cornelis, E., Gorus, E., Van Schelvergem, N., & De Vriendt, P. (2019). The relationship between basic, instrumental, and advanced activities of daily living and executive functioning in geriatric patients with neurocognitive disorders. *International Journal Of Geriatric Psychiatry*, 34(6), 889-899. <https://doi.org/10.1002/gps.5087>
- Cruz-Jiménez, M. (2017). Normal Changes in Gait and Mobility Problems in the Elderly. *Physical Medicine And Rehabilitation Clinics Of North America*, 28(4), 713-725. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2017.06.005>
- Cury, A. C., Pinto, R. Z., Madaleno, F. O., & Resende, R. A. (2021). Do older adults present altered pelvic and trunk movement pattern during gait? A systematic review with meta-analysis and GRADE recommendations. *Brazilian journal of physical therapy*, 25(5), 484-499. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2021.01.003>
- Burns, S. P., & Spanier, D. E. (2005). Break-Technique Handheld Dynamometry: Relation Between Angular Velocity and Strength Measurements. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation*, 86(7), 1420-1426. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.12.041>
- Darráz, S. B., González-Roldán, A. M., De María Arrebola, J., & Montoro, C. I. (2021). Impacto del ejercicio físico en variables relacionadas con el bienestar emocional y funcional en adultos mayores. *Revista Española de Geriatría y Gerontología*, 56(3), 136-143. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2021.01.006>

- Faccio, A. F. F., Porto, J. M., Júnior, R. C. F., De Oliveira, B. G. M., & De Abreu, D. C. C. (2021). Trunk muscle function and anterior and posterior limits of stability in community-dwelling older adults. *Journal Of Bodywork And Movement Therapies*, 28, 212-218. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.06.009>
- Granacher, U., Lacroix, A., Muehlbauer, T., Roettger, K., & Gollhofer, A. (2013). Effects of core instability strength training on trunk muscle strength, spinal mobility, dynamic balance and functional mobility in older adults. *Gerontology*, 59(2), 105–113. <https://doi.org/10.1159/000343152>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0041-1>
- Hamed, A. B., Böhm, S., Mersmann, F., & Arampatzis, A. (2018). Follow-up efficacy of physical exercise interventions on fall incidence and fall risk in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0170-z>
- Herssens, N., Verbecque, E., Hallems, A., Vereeck, L., Van Rompaey, V., & Saeys, W. (2018). Do spatiotemporal parameters and gait variability differ across the lifespan of healthy adults? A systematic review. *Gait & Posture*, 64, 181-190. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.06.012>
- Hilliard, M. J., Martinez, K. M., Janssen, I., Edwards, B., Mille, M. L., Zhang, Y., & Rogers, M. W. (2008). Lateral balance factors predict future falls in community-living older adults. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 89(9), 1708–1713. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.01.023>
- Jahn, K., Zwergal, A., & Schniepp, R. (2010). Gait disturbances in old age: classification, diagnosis, and treatment from a neurological perspective. *Deutsches Arzteblatt international*, 107(17), 306–316. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2010.0306>
- Larson, C. A., Tezak, W. D., Malley, M. S., & Thornton, W. (2010). Assessment of Postural Muscle Strength in Sitting: Reliability of Measures Obtained with Hand-Held Dynamometry in Individuals with Spinal Cord Injury. *Journal Of Neurologic Physical Therapy*, 34(1), 24-31. <https://doi.org/10.1097/npt.0b013e3181cf5c49>
- Lee, A., Bhatt, T., Smith-Ray, R. L., Wang, E., & Pai, Y. (2019). Gait Speed and Dynamic Stability Decline Accelerates Only in Late Life: A Cross-sectional Study in Community-Dwelling Older Adults. *Journal Of Geriatric Physical Therapy (2001)*, 42(2), 73-80. <https://doi.org/10.1519/jpt.0000000000000171>
- Lesinski, M., Hortobágyi, T., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2015). Effects of Balance Training on Balance Performance in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports medicine*, 45(12), 1721–1738. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0375-y>
- Mille, M. L., Johnson, M. E., Martinez, K. M., & Rogers, M. W. (2005). Age-dependent differences in lateral balance recovery through protective stepping. *Clinical biomechanics*, 20(6), 607–616. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.03.004>
- Pajares, P. R., Gómez, M. A. H., & Benito, M. Á. A. (2018). La SEMFYC quiere potenciar la investigación en el área del envejecimiento [semfyc wants to potentiate research in the aging area]. *Atencion primaria*, 50(6), 321–322. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2018.05.001>

- Roy-García, I., Rivas-Ruiz, R., Pérez-Rodríguez, M., & Palacios-Cruz, L. (2019). Correlation: not all correlation entails causality. *Deleted Journal*, 66(3), 354-360. <https://doi.org/10.29262/ram.v66i3.651>
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2013). Development and validation of criterion-referenced clinically relevant fitness standards for maintaining physical independence in later years. *The Gerontologist*, 53(2), 255–267. <https://doi.org/10.1093/geront/gns071>
- Rudnicka, E., Napierała, P., Podfigurna, A., Męczekalski, B., Smolarczyk, R., & Grymowicz, M. (2020). The World Health Organization (WHO) approach to healthy ageing. *Maturitas*, 139, 6–11. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2020.05.018>
- Shafi, H., Awan, W. A., Olsen, S., Siddiqi, F. A., Tassadaq, N., Rashid, U., & Niazi, I. K. (2023). Assessing Gait & Balance in Adults with Mild Balance Impairment: G&B App Reliability and Validity. *Sensors*, 23(24), 9718. <https://doi.org/10.3390/s23249718>
- Shahtahmassebi, B., Hebert, J. J., Hecimovich, M. D., & Fairchild, T. J. (2017). Associations between trunk muscle morphology, strength and function in older adults. *Scientific reports*, 7(1), 10907. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-11116-0>
- Vicente, J. M., Rodríguez, H. M., González-Montesinos, J. L., Gallardo, P. R., & Camerino, A. A. (2007). Medición del grado de aptitud física en adultos mayores. *Atención Primaria*, 39(10), 565-568. <https://doi.org/10.1157/13110737>

