



**TESIS**

**presentada para acceder al título de grado de la carrera de  
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

**Título:**

**“Efectos de la Terapia Vibratoria de cuerpo entero sobre el riesgo de caídas en  
adultos mayores“**

**Autor/es:**

**Sánchez, Leandro Enrique. DNI: 31302041**

**Molinas, Alexis Stefanía. DNI: 37798942**

**Directora: Lic. Baroni, Julieta**

**Fecha de Presentación: 4/5/2024**

**Sede: Santa Fe**

**Firmas de Autores**

A square image showing a handwritten signature in blue ink, which appears to be 'Leandro Sánchez'.

A square image showing a handwritten signature in blue ink, which appears to be 'Alexis Molinas'.

## RESUMEN

**Introducción:** La población de adultos mayores se incrementa a medida que pasan los años. Se ha proyectado que en el 2050 constituirá el 21% de la población mundial (actualmente representa el 9%). Una de las principales causas de morbimortalidad es producto de las caídas, presentando un impacto significativo e importante desafío médico, social y económico, considerándose uno de los síndromes geriátricos más relevantes. Con el objetivo de rehabilitar a esta población, el uso de las plataformas vibratorias se ha extendido de manera progresiva a los centros geriátricos. Su implementación busca mejorar las capacidades del adulto mayor sobre la marcha, equilibrio, y consecuentemente lograr una mejora en la coordinación, propiocepción, y el riesgo de caídas.

**Objetivo:** Fue analizar los efectos que produce la terapia vibratoria de cuerpo entero sobre el riesgo de caídas en adultos mayores.

**Métodos:** Se realizó una revisión bibliográfica, consultando en las bases de datos: PubMed, Biblioteca Virtual de Salud (BVS) y Biblioteca electrónica de ciencia y tecnología de MinCyT. El periodo de búsqueda aplicado fue entre los años 2014-2024.

**Resultados:** De los 15107 artículos recopilados mediante el empleo de palabras claves, se seleccionaron para su estudio 17, siendo 11 ensayos clínicos controlados y 6 estudios pilotos.

**Conclusión:** Se concluye que las plataformas vibratorias de cuerpo entero son una herramienta terapéutica que disminuye el riesgo de caídas, mejora el equilibrio y la fuerza muscular en miembros inferiores cuando el programa es mayor a 8 semanas. Sin embargo, no se encontraron evidencias de cambios en la sarcopenia ni en los parámetros de la marcha.

**Palabras claves:** plataforma vibratoria- accidentes por caídas- fuerza muscular- equilibrio postural- adultos mayores

# ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVO	3
II.a. OBJETIVO PRINCIPAL	3
II.b. OBJETIVO ESPECÍFICO	3
III. MARCO TEÓRICO	4
III.a. PROCESO DE ENVEJECIMIENTO	4
III.a.1. RIESGO DE CAÍDAS EN EL ADULTO MAYOR	7
III.a.1.A. HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE RIESGO DE CAÍDAS	8
III.a.2. EQUILIBRIO	10
III.a.2.A. HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE EQUILIBRIO ESTÁTICO	11
III.a.2.B. HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE EQUILIBRIO DINÁMICO	12
III.a.3. FUERZA	13
III.a.3.A. HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE FUERZA	14
III.a.4. MARCHA	16
III.a.4.A. HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE MARCHA	18
III.b. PLATAFORMA VIBRATORIA DE CUERPO ENTERO	19
IV. JUSTIFICACIÓN	25
V. MÉTODOS	26
VI. RESULTADOS	32
VI.a. ANÁLISIS DE RESULTADO	57
VII. DISCUSIÓN	59
VIII. CONCLUSIÓN	64
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	65

## I. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento humano es un acontecimiento universal que se da a lo largo de todo el ciclo vital desde la concepción hasta la muerte. Es un proceso evolutivo, gradual y multidimensional, siendo además uno de los fenómenos sociales más analizados en este siglo. (1) (2)

El aumento en la expectativa de vida observado en los últimos 100 años se ha debido principalmente a cambios en el estilo de vida, higiene y otros factores ambientales. El número de personas en el mundo que superan la edad de 60 años aumentó en el siglo XX de 400 millones en la década de 1950 a 700 millones en la década del 90'; estimándose que para el año 2025 existirán alrededor de 1200 millones de ancianos. También se ha incrementado el grupo de los mayores de 80 años de edad, que en los próximos 30 años constituirán el 30 % de los adultos mayores en los países desarrollados y el 12% en los llamados en vías de desarrollo. (2) (3)

Las deficiencias funcionales y las caídas se han establecido directamente como problemas globales de la vejez. En las últimas décadas se ha observado una tendencia creciente de caídas con lesiones en adultos, lo que indica la necesidad de nuevas estrategias de prevención. (4)

La disminución de la fuerza de los músculos de las extremidades inferiores y el equilibrio postural son factores de riesgo modificables que tienen implicancias funcionales tales como; restricciones en la movilidad, disminución de la velocidad de la marcha y reducción de la capacidad para llevar a cabo actividades de la vida diaria. (4)

Los accidentes por caídas son la principal causa de lesiones entre los ancianos y se han asociado con un aumento de la morbilidad, deterioro funcional, reducción de la actividad social e impacto en la calidad de vida. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las caídas son la segunda causa de muerte por lesiones no intencionales a nivel mundial, y la literatura muestra que el 40% de los adultos mayores de 65 años que viven en la comunidad experimentan accidentes por caídas anualmente. (4) (5) (6)

Indicadores de fragilidad como la interacción de la visión, el uso de asistencias en la marcha, la disminución de la fuerza de agarre de las manos, y de la velocidad al caminar, se han reconocido como factores predisponentes de caídas. Para reducir su riesgo, la evidencia en la literatura respalda un papel crucial sobre el ejercicio, especialmente los que

están diseñados para mejorar el equilibrio, la marcha y aumentar la fuerza de extremidades inferiores. (2) (4)

La rehabilitación, al igual que el ejercicio, se realiza con el objetivo de abordar las limitaciones funcionales que son características de esta población. Su propósito es el mantenimiento y recuperación de las funciones corporales necesarias para realizar actividades independientes de la vida diaria (AVD). (6)

El uso de las plataformas vibratorias se ha extendido de manera progresiva a los centros geriátricos para el entrenamiento de las personas mayores. El entrenamiento vibratorio de cuerpo entero (WBV) genera vibraciones a través de una plataforma que produce estímulos de choque a los grupos musculares, lo que puede aumentar la activación muscular, mejorar la actividad biológica de las unidades motoras de alto umbral y aumentar la excitabilidad neuromuscular. (7) (8)

Entre los mecanismos por los cuales el WBV puede promover la mejora de la aptitud neuromuscular se incluyen las adaptaciones neuronales, proporcionando una mayor entrada excitatoria de los husos musculares expuestos a la vibración. Este fenómeno se denomina reflejo de estiramiento de vibración tónica. (9)

Las intervenciones que involucran WBV son sencillas de aplicar, considerando que el individuo solo debe permanecer sobre la placa oscilante de la plataforma vibratoria, se pueden utilizar muchos parámetros en los protocolos de intervención, como la frecuencia de vibración en Hz, el desplazamiento, tiempo de exposición por sesión, frecuencia semanal y el posicionamiento corporal. (8) (9)

Los adultos mayores con funciones comprometidas realizan menos tareas de la vida diaria, lo que deriva a un círculo vicioso que implica disminución de la independencia y a una menor aptitud neuromusculoesquelética. Este ciclo aumenta sustancialmente el riesgo de sarcopenia, caídas, fracturas y hospitalización. (9)

En base a lo desarrollado se ha planteado la siguiente problemática ¿Cuáles son los efectos de la terapia vibratoria de cuerpo entero en el riesgo de caídas en adultos mayores?

## **II. OBJETIVO**

### **II.a. OBJETIVO PRINCIPAL**

Analizar los efectos que produce la terapia vibratoria de cuerpo entero sobre el riesgo de caídas en adultos mayores.

### **II.b. OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Indagar sobre el equilibrio postural estático y dinámico luego de la aplicación de terapia vibratoria de cuerpo entero en el adulto mayor.
- Describir los efectos de la terapia propuesta en la fuerza muscular y sarcopenia en miembros inferiores.
- Conocer los efectos de la vibración de cuerpo entero sobre los parámetros de la marcha en adultos mayores.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **III.a. PROCESO DE ENVEJECIMIENTO**

El envejecimiento puede definirse como el conjunto de transformaciones y cambios que aparecen en el individuo a lo largo de la vida, y que conducen a un deterioro funcional. Representa las transformaciones biológicas universales que se producen con la edad y que no están influenciadas por enfermedades o el entorno. Actualmente se cuestiona establecer o no una edad fija como inicio del proceso de envejecimiento, como medida estándar. Sin embargo, es necesario unificar criterios de identificación para hacer comparaciones de tipo estadístico que contribuyan al conocimiento, a nivel mundial, de esa población desde el punto de vista cuantitativo. El punto de corte para definir el envejecimiento está establecido en los 60 años, pero para los efectos biológicos, este punto lo sella la declinación de las actividades somáticas y mentales. (1) (10) (11) (12)

Se han propuesto varias teorías y conceptos sobre el proceso del envejecimiento; dentro de ellas están: la cronológica, biológica, psíquica, social y fenomenológica. La teoría cronológica hace referencia a la transición que ocurre gradualmente en diferentes personas, y a la serie de eventos acontecidos en la vida. La edad cronológica y el proceso de envejecimiento son fenómenos paralelos, no relacionados causalmente. La teoría biológica intenta explicar el envejecimiento desde un desgaste natural de los órganos y sistemas corporales, como una consecuencia natural de todos los seres vivos. Se asocia con una pérdida de la función neuromuscular, disfunción mitocondrial, autofagia reducida, reducción del estado bioenergético celular, menor longitud de telómeros y daños en el ADN, disfunción endotelial, daño oxidativo, inflamación crónica de bajo nivel, degeneración neurológica, cambios en la vasodilatación, disfunción metabólica, cambios hormonales, cambios en oxitocina y sarcopenia.(2) (13)

La teoría psíquica se manifiesta en dos esferas: la cognitiva, que afecta la manera de pensar y las capacidades, y la psicoafectiva, que incide en la personalidad y el afecto. Estas modificaciones no suceden espontáneamente, sino que son el resultado de acontecimientos como el duelo y el cese de actividad por retiro. La teoría social se refiere a los diferentes roles que desempeñan los individuos dentro de una sociedad, evolucionan con la edad pero no necesariamente con la edad cronológica. Y por último la teoría fenomenológica abarca la percepción que tiene el individuo de su edad, manifiesta la edad que siente. (2) (10) (12)

El envejecimiento fisiológico presenta un proceso lento de deterioro o disminución funcional equilibrado en varios órganos y sistemas de manera coordinada. Por el contrario, el envejecimiento patológico (envejecimiento secundario) se produce a partir de un proceso

de envejecimiento prematuro, generalmente específico de un tejido dañado que se explica como consecuencia de enfermedades añadidas al proceso de envejecimiento normal e interfieren con el funcionamiento social y laboral de la persona, incluso generando discapacidad. (13) (14)

La disminución de la fuerza y potencia muscular, junto con otros factores como el deterioro del sistema nervioso somatosensorial y motor, tiene implicaciones funcionales tales como disminución en la velocidad al caminar, aumento del riesgo de caídas, y una reducción de la capacidad para llevar a cabo las actividades de la vida diaria (AVD). (10) (14)

La sarcopenia es un síndrome geriátrico resultante de múltiples factores, que produce graves repercusiones en la salud de las personas mayores. Se caracteriza por una pérdida gradual y generalizada de la masa muscular esquelética (se produce la sustitución de las fibras musculares por tejido adiposo, aumento de la fibrosis, cambios en el metabolismo muscular, estrés oxidativo y degeneración de la unión neuromuscular). Como resultado de la pérdida de masa y fuerza muscular, aumenta el riesgo de presentar discapacidad física, depresión, lesiones relacionadas con caídas, enfermedades degenerativas y la posibilidad de ser admitidos en un centro de atención a largo plazo. Existen varios factores que contribuyen: el proceso de envejecimiento, influencias sobre el desarrollo en las etapas iniciales de la vida, una alimentación inadecuada, el reposo en cama o sedentarismo, enfermedades crónicas y determinados tratamientos farmacológicos. (15) (16) (17) (18)

Se puede clasificar en base a su etiología como; sarcopenia primaria relacionada con la edad y envejecimiento, sin otro origen, sarcopenia secundaria producto de una enfermedad sistémica, principalmente de origen inflamatorio. Además según su duración en: sarcopenia aguda, en un periodo de tiempo menor a 6 meses y en sarcopenia crónica, la cuál se presenta más de 6 meses, asociada a enfermedades progresivas y crónicas, representando mayor gravedad. (16) (18)

La progresión de sarcopenia se atribuye a cambios relacionados con la edad en el músculo esquelético: un aumento del deterioro muscular, o la resistencia a los factores anabólicos. Diferentes estudios sobre la calidad muscular han puesto de manifiesto una disminución importante en la capacidad para producir la fuerza por unidad de músculo durante el envejecimiento. La disminución muscular en las extremidades inferiores tiene mayor importancia ya que produce un descenso grave en la capacidad funcional de las personas. También puede depender del proceso de inflamación crónico que afecta a la



mayor parte de las personas mayores, agravado por la infiltración de grasa en el músculo y la obesidad sarcopénica. (15) (16) (17)

Los componentes de la sarcopenia son: fuerza muscular, masa y calidad muscular, además del rendimiento físico que implica a la severidad de la enfermedad. Las herramientas de detección de la sarcopenia pueden permitir seleccionar a las personas para evaluaciones más exigentes y, por lo tanto, facilitar su diagnóstico temprano y tratamiento oportuno. Existen muchas técnicas diagnósticas, por lo que se mencionan y explican solo las que tienen mayor evidencia. (16) (19)

Fuerza muscular: La prueba fuerza de agarre de las manos es un método barato y simple que predice los efectos adversos como estadías más largas en hospitales, limitaciones funcionales, mala calidad de vida y muerte. Para obtener una medida exacta se requiere un dinamómetro calibrado. En caso de no poder realizar la prueba por tener la mano deshabilitada se puede utilizar métodos isométricos con torque en extremidades inferiores. Se define como una fuerza menor a 27 kg en hombres y 16 kg en mujeres.

Masa muscular: Se recomienda el uso de la absorciometría de rayos X de doble energía para valorar la cantidad de masa (DXA) . Los valores diagnósticos para la masa esquelética apendicular (MEA) son: un radio  $MEA/Altura < 7.0 \text{ kg/m}^2$  en hombres y  $< 6.0 \text{ kg/m}^2$  en mujeres.

La resonancia magnética (RM) y la tomografía axial computada (TAC) son el “patrón de oro” para medir la composición corporal, pero debido a su costo, la radiación y dificultad de acceso no son utilizadas frecuentemente en la práctica clínica. El análisis de bioimpedancia (ABI) calcula el volumen de masa corporal magra y grasa. Esta prueba es más económica, fácilmente reproducible y adecuada en pacientes ambulatorios y hospitalizados. Las técnicas de medición del ABI, utilizadas en condiciones normalizadas, se han estudiado durante más de 10 años y se ha observado que los resultados del ABI en condiciones normalizadas se correlacionan bien con las predicciones por RM. El ABI podría ser una buena alternativa portátil a la DXA.(16) (20)

En la antropometría, se ha demostrado que la circunferencia de la pantorrilla (valor corte  $< 31 \text{ cm}$ ) predice supervivencia y rendimiento en adultos mayores, por lo cual es una opción para valorar pronóstico en sitios donde no existe ninguna técnica diagnóstica. El ultrasonido muscular es una técnica que viene en aumento, permite valorar el grosor muscular, el área de la sección transversal (CSA), grosor de los fascículos y ecogenicidad, relacionada con la

funcionalidad. La pérdida de tejido contráctil e infiltración grasa muscular se muestran como hiperecoicas.(16)

El área de sección transversal muscular es el principal factor determinante de la fuerza muscular, se determina por el número de fibras que integra cada músculo, así como por la sección transversal o grado de hipertrofia de cada una de las fibras. El diámetro de las fibras musculares es muy variable, oscilando entre 10 y 100  $\mu\text{m}$ , dependiendo del grado y tipo de sollicitación mecánica a que es sometida. Se puede determinar mediante ecografía, y más específicamente con resonancia magnética, valorando mediante cortes axiales el diámetro del músculo en cuestión.

Calidad muscular: Se analizan cambios microscópicos y macroscópicos en la arquitectura y composición muscular. No existe consenso sobre métodos de análisis. Se ha utilizado la resonancia magnética y TAC para evaluar la calidad muscular al determinar por ejemplo infiltración grasa en músculo.(16) (18)

### **III.a.1. RIESGO DE CAÍDAS EN EL ADULTO MAYOR**

La OMS define a la caída como la consecuencia de cualquier acontecimiento que precipite a una persona al suelo en contra de su voluntad. La alteración de la capacidad de marcha en los ancianos se puede complicar con caídas. Los adultos mayores son sensibles a disminuir su capacidad locomotora, iniciando de esta forma un progresivo deterioro del estado de las funciones físicas, psíquicas y sociales. Es frecuente que la caída en el adulto mayor lleve a fracturas. Ante un evento de caída, la persona mayor se vuelve más dependiente de su entorno. Es importante conocer e identificar los factores potenciadores y protectores, con el fin de adoptar medidas preventivas para estos eventos. (20) (21)

Los factores de riesgo se dividen en tres grandes grupos. Los factores intrínsecos, son inherentes a la persona, relacionados con los cambios biológicos, patológicos y psicosociales del envejecimiento (como la edad, historial de caídas, alteraciones del estado de conciencia, movilidad, equilibrio, mantenimiento postural, astenia, trastornos en las facultades mentales, dificultad o incapacidad para controlar esfínteres, existencia de barreras comunicativas, alteraciones del estado nutricional como la obesidad, carencias nutricionales, déficit vitamínico y deshidratación). Los factores extrínsecos resultan de la interacción que tienen los adultos mayores con el medio ambiente, por ejemplo, las barreras arquitectónicas, la calidad del piso y de la iluminación en su residencia, acceso al transporte público y a las zonas de recreo. Por último, los circunstanciales que están relacionados con

la actividad que se lleva a cabo. La situación funcional del anciano hace que prevalezcan unos factores u otros. (20)(22)

Entre los factores de riesgo del individuo asociados a los eventos de caídas está la disminución de la función sensorial, que es necesaria para el control postural, y cuyos componentes son: disminución de la capacidad visual y auditiva. Los trastornos vestibulares y propioceptivos, provocan una reducción de la información sobre el equilibrio axial y, en consecuencia, un aumento del tiempo de reacción a situaciones peligrosas. También influyen los cambios en el sistema nervioso central y los trastornos del sistema musculoesquelético, que acompañan el proceso de envejecimiento, estos eventos fisiológicos conducen a una reducción en la densidad de los huesos largos y la columna vertebral, con alteraciones en el equilibrio mineral óseo y reducciones más severas, lo que puede resultar en tejidos osteoporóticos. (20)(21)(24)

El estudio ICARE demostró que las caídas en los ancianos con buen estado de salud y que envejecen con éxito son mucho más violentas en comparación con las sufridas por los ancianos frágiles. Esto puede deberse a que los ancianos con buen estado de salud ejecutan acciones más peligrosas que las realizadas por ancianos frágiles que ya conocen sus propias limitaciones. (20)

El tratamiento tras la caída puede ocasionar costos elevados para los servicios de salud en términos de utilización de recursos y de ocupación de camas hospitalarias. Además, la caída puede acarrear sufrimiento tanto a las personas mayores como a sus familiares, debido a la restricción de las actividades, dolores, presencia de incapacidad física, o miedo a caer nuevamente, entre otras. (23)

### **III.a.1.A. HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE RIESGO DE CAÍDAS**

La valoración de los factores de riesgo de caídas debe incluir los siguientes aspectos: anamnesis rigurosa, valoración geriátrica exhaustiva, exploración física general, exploración de los órganos de los sentidos, exploración del equilibrio y la marcha, evaluación del entorno y realización de determinadas exploraciones complementarias. La creación de protocolos de caídas como equipos multidisciplinarios destinados de forma específica a la valoración de ancianos con caídas de repetición y a la prevención de caídas es muy importante. (23)

Valoración de las consecuencias y riesgo de caídas: Número de caídas que ha presentado el paciente en los 3 y 6 últimos meses. Lugar de la última caída. Actividad que estaba realizando en el momento de tener la caída. Síntomas que han acompañado a la caída. Consecuencias de las caídas previas (miedo a volver a caer). Se recogerán tanto las físicas como las psíquicas. (23)

Fall Risk Score: este instrumento contempla cinco ítems, y suministra una clasificación para el riesgo de caídas con un número limitado de ítems que prevé caídas en los adultos mayores, independientemente de sus causas, ya que muestra la asociación de la puntuación con el número de caídas. La escala de riesgo utiliza cinco criterios para evaluar el riesgo de caídas, que son: 1) presencia o ausencia de caídas anteriores; 2) medicamentos utilizados por los adultos mayores, con sus respectivos nombres; 3) presencia o ausencia de déficit sensorial; 4) estado mental, a través del Mini Examen del Estado Mental; 5) marcha, evaluando la manera de caminar. Esta escala va de cero a once puntos, y las puntuaciones  $\geq$  tres puntos sugieren que el adulto mayor tiene alto riesgo de caídas. (21)( 24)

Escala de riesgo de caídas: 1) presencia o ausencia de caídas anteriores; 2) medicamentos utilizados por los adultos mayores, con sus respectivos nombres; 3) presencia o ausencia de déficit sensorial; 4) estado mental, a través del Mini Examen del Estado Mental; 5) marcha, evaluando la manera de caminar. Se califica de 0 a 11 puntos y si el resultado es menor a 3 puntos significa que tiene alto riesgo de caída.

Escala de eficacia de caídas Internacional: (FES-I, Falls Efficacy Scale International): Fue inicialmente creada para medir el miedo a caerse durante actividades diarias como caminar alrededor del apartamento, sentándose y levantándose de una silla, abriendo la puerta, esta escala evalúa la dificultad referida en la realización de actividades de la vida diaria mediante 5 componentes: fuerza, ayuda para caminar, levantarse de una silla, subir las escaleras y las caídas. Las puntuaciones van de 0 a 10 puntos con 0 si no presenta dificultades y 2 puntos si presenta una marcada dificultad a 2 puntos por cada componente, cuando esta da un total igual o superior a 4 también es un indicador predictivo de sarcopenia. (24) (21)

La posturografía evalúa la habilidad del paciente en la realización de las actividades básicas de la vida diaria. Para ello, cuantifica la simetría de peso en extremidades inferiores, el rango de movilidad y el control sobre el movimiento; componentes, todos ellos, del desarrollo de la actividad diaria. Estos datos se pueden comparar con los de población sana de la misma edad, lo que permitiría detectar a los sujetos con elevado riesgo de caídas. (23)

### III.a.2. EQUILIBRIO

El equilibrio humano es un mecanismo complejo que involucra varios sistemas fisiológicos, el sistema nervioso central, las unidades sensoriales (vestibular, visual y propioceptiva) y los reflejos musculares. Cualquier deterioro de los componentes o de las interacciones entre ellos puede comprometer el equilibrio postural. Como resultado del envejecimiento se han observado alteraciones propioceptivas que se han asociado con déficits de equilibrio.(25)

El control del equilibrio se define como la capacidad de regular la relación entre la línea de gravedad y la base de sustentación durante las actividades de la vida diaria. Es el acto de mantener, lograr o restaurar un estado de estabilidad durante cualquier postura o actividad, esto depende de la evaluación y control de muchas variables por parte del SNC. La visión del control postural implica que se puede considerar que el control del equilibrio es una habilidad motora fundamental aprendida por el SNC.(25)

La movilidad independiente requiere un control postural óptimo y una función física estática (equilibrio) y dinámica (marcha). En el equilibrio estático, la persona mantiene su postura en una superficie estable, es decir sin movimiento y equilibrio dinámico, se refiere a la capacidad que tiene la persona para mantener la postura sobre una superficie que se mueve. Estrategias de control postural, varían según los objetivos de cada individuo y el contexto ambiental. Se puede clasificar el equilibrio de acuerdo a la posición y al movimiento que realiza la persona durante un tiempo determinado. (26)

Para poder mantener el equilibrio estático, el centro de gravedad corporal debe colocarse dentro de la base de sustentación del individuo, que se define como el área contenida dentro del perímetro de contacto entre la superficie y ambos pies. Si el centro de gravedad sale del perímetro de la base de sustentación, se sobrepasan los límites de estabilidad y para evitar la caída es necesario modificar la base de sustentación. Se conocen como límites de estabilidad (LDE) a la zona en el espacio a través de la cual una persona puede mover su centro de gravedad sin alterar su base de sustentación. Dichos límites están relacionados de forma directa con el riesgo de caída. (25)(26)

### III.a.2.A. HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE EQUILIBRIO ESTÁTICO

Test de Romberg: también definido como postura en tándem. Los sujetos deben pararse descalzos con el pie dominante justo delante del otro (tándem de pie, es decir, del talón a la punta del pie), los brazos cruzados sobre el pecho, con los ojos abiertos , y luego con los ojos cerrados. El resultado fue el número de segundos que el sujeto mantuvo la posición. El tiempo se detiene si el sujeto mueve cualquiera de los dos pies de la posición correcta, si abrió los ojos en los ojos, o si alcanzó el límite de tiempo de 60 segundos.(27)

Prueba de postura con una pierna (OLST): Los sujetos se colocan sobre el pie dominante con los brazos cruzados sobre el pecho, descalzos, con los ojos abiertos y luego con los ojos cerrados. El conteo del tiempo comienza cuando el sujeto levanta un pie del suelo y se detiene cuando se produce variación del modo preestablecido (desplazamiento del pie que soporta el peso, suspendido pie en contacto con el suelo, uso de la extremidad suspendida para soportar la extremidad que soporta el peso, la apertura de los ojos cuando deberían estar cerrados) o el sujeto alcanzó el límite de tiempo de 30 segundos.(27)

Alcance Funcional (FR): Es la distancia máxima que se puede estirar el sujeto hacia adelante más allá de la longitud del brazo en un plano paralelo. Con una vara de medir nivelada asegurada a la pared en altura de los hombros, manteniendo una base fija de apoyo en posición de pie. El sujeto, descalzo y de pie, debe acercarse a la pared con los pies paralelos, separados libremente (con una distancia intermaleolar de 20 cm) y se coloca en un antideslizante detrás de una línea de salida. Se debe repetir si el sujeto dio un paso o entró en contacto con la pared durante el ejercicio.(27)

Posturografía estática: La posturografía estática, también llamada estabilografía o estabilometría, utiliza una plataforma dinamométrica fija para medir las oscilaciones posturales de los pacientes durante el test de Romberg, a través del registro del movimiento del centro de presiones sobre la misma. Las pruebas más frecuentes que se utilizan son: Romberg con ojos abiertos, con ojos cerrados, o bien, con la cabeza en retroflexión, lo que provoca una distorsión de la información otolítica y de los propioceptores del cuello. También se pueden realizar estas mismas pruebas, pero distorsionando la información propioceptiva, lo que hace que el paciente tenga que apoyarse en su información vestibular para mantener el equilibrio. (26)

### III.a.2.B. HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE EQUILIBRIO DINÁMICO

Plataforma dinamométrica computarizada (PDC): La posturografía es un método cuantitativo para la valoración del equilibrio en bipedestación en situaciones que pretenden imitar las de la vida diaria. Analiza las oscilaciones posturales a través del registro de la proyección vertical de la fuerza de gravedad. El posturógrafo dispone de una plataforma dinamométrica móvil con un entorno visual también móvil que puede moverse de forma paralela a los movimientos del centro de gravedad, neutralizando o alterando la información propioceptiva de las articulaciones de los tobillos y la información visual, y también dispone de una pantalla a la altura de los ojos que permite al paciente monitorizar la posición de su centro de gravedad y realizar desplazamientos volitivos a objetivos situados en la pantalla según un patrón definido por el programa informático. (26) (28)

Prueba Timed Up and Go (TUG): esta prueba consiste en un circuito en el que el sujeto debe levantarse de una silla, camina tres metros, se da la vuelta y camina de regreso a la silla para volver a sentarse en ella. La variable controlada es la duración total de la prueba en segundos. Presenta una alta confiabilidad intra-evaluadores e inter-evaluadores, con valores superiores al 95% en la predicción del riesgo de caídas (RoF) en ancianos. Las ventajas del TUG son la sencillez y duración de su aplicación, requiere un equipo mínimo y permite que sujetos con discapacidades funcionales realicen la evaluación. Una de las limitaciones es que no puede determinar objetivamente el riesgo en sujetos con mayor dificultad. Una limitación en el valor predictivo del test es que evalúa el equilibrio de manera general. (29)(30)

Prueba de los cuatro pasos cuadrados (FSST): es fiable, válida, fácil de puntuar, rápida de administrar, requiere poco espacio y no necesita equipo especial. Es único en el sentido de que implica pasar por encima de objetos bajos (2,5 cm) y moverse en 4 direcciones.(31)

Escala de Berg (BBS): La escala de equilibrio de Berg es una prueba que se utiliza para evaluar cuantitativamente el equilibrio estático, dinámico y el riesgo de caídas en adultos mayores. Requiere de 10 a 20 minutos para completarse y mide la capacidad del paciente para mantener el equilibrio, ya sea estáticamente o mientras realiza varios movimientos funcionales, durante un período de tiempo específico. Consta de 14 tareas de movilidad, con diferentes grados de dificultad. Las tareas se dividen en 3 dominios: equilibrio sentado, equilibrio de pie y equilibrio dinámico. En el equilibrio sentado, la tarea es la evaluación de sentarse sin apoyo. El equilibrio de pie consiste en estar de pie sin apoyo, de pie con los ojos cerrados, de pie con los pies juntos, de pie sobre un pie, girarse para mirar detrás, agarrar un objeto del suelo, extender los brazos hacia adelante y colocar un pie delante del

otro. En el último dominio, se evalúa el equilibrio dinámico con el individuo que pasa de estar sentado a estar de pie, de pie a sentado, realiza una transferencia de un asiento con reposabrazos a un asiento sin reposabrazos, gira 360 grados, y coloca un pie en un escalón. Cada tarea se califica en una escala ordinal de 5 puntos que va de 0 a 4 para una puntuación máxima de 56. Generalmente se otorga una puntuación de 0 cuando el individuo no puede realizar la tarea, y una puntuación de 4, cuando puede completar la tarea de forma independiente. Cuanto más tiempo y supervisión se requiera o la necesidad de usar dispositivos de asistencia afecta a los puntos otorgados. Es una prueba breve que se puede realizar con relativa rapidez en diferentes entornos. Se ha demostrado que la Escala de Berg tiene una alta fiabilidad tanto intra-evaluador como inter-evaluador. (32) (33)

Senior Fitness Test Battery (SFT): es un instrumento para evaluar la capacidad funcional de los adultos mayores, de forma segura, independiente y sin fatiga excesiva; entre las variables de la condición física que el test incluye se encuentran: fuerza muscular (miembros superiores e inferiores), resistencia aeróbica, flexibilidad (miembros superiores e inferiores) y agilidad, donde cada ítem del SFT, es comparado con el gold estándar respectivo para hallar las propiedades psicométricas, excepto para la altura y el peso.(34)

### **III.a.3. FUERZA**

La fuerza muscular es la capacidad neuromuscular para vencer una resistencia o reaccionar contra ella mediante una tensión intramuscular, independientemente que se genere o no movimiento. Es un componente importante de la salud, siendo relevante en el desempeño de muchas actividades de la vida diaria. (35) (39)

Las unidades estructurales del músculo son las miofibrillas, las cuales realizan su función adecuadamente mediante un sistema de control, compuesto por las motoneuronas, que inervan y controlan varias fibras, a la vez que constituyen la unidad motora del músculo. Este sistema junto con los mecanismos neurales y humorales modulan a la motoneurona, son elementos importantes para la función contráctil, como el propio estado del músculo. La potencia de la contracción muscular varía según las características de sus fibras y el número de unidades motoras que participan, asimismo el músculo actúa desplazando unas palancas, los huesos, y por ello la fuerza generada depende de la situación mecánica en la que trabaja para un determinado movimiento. (35) (39)

Se distinguen dos tipos de contracciones musculares: dinámicas o isotónicas y estáticas o isométricas. Ambos tipos de contracción muscular están presentes en la mayoría de las



actividades motoras cotidianas y en los gestos deportivos. Para que un grupo muscular pueda contraerse dinámicamente, es necesario que otros músculos se contraen isométricamente, confiriendo rigidez y estabilidad necesarias a las articulaciones que intervienen, directa o indirectamente en el movimiento.(40)

La pérdida de masa muscular relacionada con la edad está mediada en gran parte por la reducción de la fuerza muscular. La tasa de disminución de la fuerza muscular con la edad es de 2 a 5 veces mayor que la disminución del tamaño muscular. Como tal, se han establecido umbrales de debilidad muscular clínicamente relevantes (fuerza de agarre de <26 kg en hombres y <16 kg en mujeres) como biomarcadores de la discapacidad.

A partir de los 25 años entrenando se pueden mejorar los valores de fuerza, pero si no es así se inicia un lento descenso a partir de esta edad y hasta los 45-50, donde se llega a perder un 25% de la fuerza conseguida entre los 25-30 años. Esto se debería a una disminución de las fibras II b de contracción rápida. En la sexta década de vida, se produce una fuerte disminución no lineal de un 15%, que puede alcanzar hasta un 30% cerca de los 80 años. El resultado es la pérdida de fuerza y equilibrio, conlleva al aumento del riesgo de problemas graves debido a las caídas, lesiones crónicas y recurrentes, y enfermedades degenerativas. (43)

### **III.a.3.A. HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE FUERZA**

Evaluación isométrica: la principal ventaja de la evaluación isométrica de la fuerza es que, con el equipo apropiado, la misma es relativamente rápida y fácil de realizar, lo que confiere poder evaluar grandes grupos de sujetos. Una variedad de dispositivos ha sido usada para medir la fuerza isométrica: estos incluyen tensiómetros con cable, medidores de esfuerzo y dinamómetros isocinéticos.

Los dinamómetros proporcionan medidas válidas y fiables. El miómetro también produce medidas isométricas y ha demostrado proporcionar medidas confiables de la fuerza. Las interfaces con los dispositivos de registro isométricos permiten el cálculo de variables adicionales además de la fuerza, como la velocidad de desarrollo de la fuerza. La evaluación en múltiples ángulos articulares permite la determinación de la fuerza por toda la extensión de movimiento. (40) (41)

Evaluación isotónica: las contracciones isotónicas se refieren a las contracciones en las cuales un objeto de una masa fija es levantado en contra de la gravedad. La mayoría de los tipos de entrenamiento de la fuerza, se refieren a movimientos isotónicos: las evaluaciones isotónicas son típicamente realizadas en máquinas que incorporan lingotes ajustables como resistencia o con el uso de pesos libres. La cantidad máxima de peso que puede ser levantado en una repetición, es llamada una repetición máxima (1RM), y es la medición más común de la fuerza isotónica. Estas mediciones están también afectadas por la fatiga muscular y no constituyen una medición de la fuerza muscular per se.

Evaluación isocinética: los ejercicios isocinéticos son realizados a velocidad constante y representan una disputa entre la velocidad impuesta mecánicamente y el movimiento del sujeto. La confiabilidad de las evaluaciones isocinéticas ha sido alta. Una variedad de factores necesita ser controlados, con el objeto de generar datos confiables y válidos. Estos incluyen factores como la elección de las variables que serán medidas (torque pico, trabajo o potencia), los posicionamientos, estabilización apropiada, y los procedimientos de reducción de datos.

Una gran extensión de variables de rendimiento está disponible para los análisis de datos isocinéticos. De estas, hay 3 particularmente importantes para las evaluaciones de fuerza y potencia:

El torque pico: es definido como el producto de la masa, la aceleración y el largo del brazo de la palanca. El mismo es el máximo torque producido en cualquier lugar del recorrido del movimiento y es fácilmente identificado como el tope de la curva de torque (representación gráfica del torque dinámico vs. la posición). Proporciona al profesional información del mayor torque, manifestado por el miembro evaluado y es un excelente indicador del máximo nivel de fuerza del sujeto, no tiene en cuenta ROM.

El trabajo rotatorio: es el producto del torque y la distancia recorrida y es más fácilmente computado como el área bajo la curva del torque. Considera a la distancia recorrida, y revela la habilidad del sujeto de producir torque por todo el ROM. Como el torque, el trabajo está inversamente relacionado con la velocidad.

La potencia: es el cociente trabajo/tiempo y demuestra una relación parabólica con la velocidad. La potencia puede ser la variable más abarcativa, ya que considera al torque, la distancia, y el tiempo. El trabajo evalúa su habilidad para sostener el torque (FM<sub>max</sub>) a través del ROM de un miembro. La potencia, ya que utiliza al tiempo en su fórmula, puede ser la variable que mejor describe, por sí misma, la habilidad de expresar fuerza explosiva.

Cada variable informa a la fuerza de una manera ligeramente diferente y las mismas deberían ser usadas razonablemente con respecto a los resultados proyectados. El conocimiento exacto de los niveles presentes de fuerza muscular de un individuo es importante para la evaluación de la capacidad funcional, y para la prescripción adecuada del ejercicio atlético y de rehabilitación. (40)

Fuerza funcional de los músculos de la parte inferior del cuerpo (30CST): El levantamiento de la silla de 30 segundos, implica sentarse y levantarse de una silla tantas veces como sea posible durante 30 segundos con los brazos cruzados sobre el pecho. Se registra el número de posiciones que una persona puede completar, en lugar de la cantidad de tiempo que se tarda en completar un número predeterminado de repeticiones.

#### **III.a.4. MARCHA**

La marcha normal es un conjunto de elementos alternantes y rítmicos del tronco y extremidades que permiten el desplazamiento del cuerpo. Presenta dos componentes el equilibrio y la locomoción, para la preservación de estos dos elementos se precisa el intercambio de los sistemas aferentes (visual, vestibular y propioceptivo) con los centros de proceso de esta información (médula, tronco, cerebelo y hemisferios cerebrales), de la eferencia motora y del aparato músculo-esquelético, constituyendo un programa motor, en un entorno de decisiones voluntarias (función cognitiva) y continuos ajustes inconscientes del sujeto (reflejos posturales). (41)

La marcha consta de una fase estática que constituye el 60% de la misma y ocurre cuando una pierna sufre carga y está en contacto con el suelo, y una fase de balanceo o dinámica (40%) cuando avanza la otra pierna para dar el paso siguiente. Mientras tanto, los brazos se desplazan hacia delante y hacia atrás en dirección opuesta a la de las piernas. En numerosas patologías de origen neurológico, como hemiplejía o hemiparesia, parálisis cerebral, enfermedad de Parkinson o esclerosis múltiple, la marcha se encuentra alterada por afectación del equilibrio, coordinación, tono muscular o parálisis, y dichas alteraciones son motivo frecuente de consulta. Actualmente, los laboratorios de análisis del movimiento están equipados con sofisticado instrumental y aparatos, como plataformas dinamométricas, plantillas instrumentadas, cámaras infrarrojas, técnicas de electromiografía y posturografía, que permiten hallar los distintos parámetros de la marcha. (43)

Un patrón de marcha humana puede ser caracterizado con diferentes tipos de parámetros, algunos básicos y otros de mayor complejidad. De forma básica, la marcha se

describe mediante parámetros espacio-temporales, estos parámetros no sólo varían entre sujetos sino también en el mismo, resultan ser representativos de una persona cuando las condiciones y los factores que afectan la marcha (como terreno, calzado, transporte de carga, edad, fatiga, peso) se mantienen constantes. (42)

Sin embargo, se obtiene una descripción más detallada del ciclo de la marcha al utilizar información cinemática, y en mayor medida si el estudio se completa con información cinética. En estudios cinemáticos es posible registrar las variaciones angulares de las articulaciones del cuerpo, así como la inclinación, torsión y oscilación de los segmentos corporales. Los estudios cinéticos se enfocan principalmente en reportar las fuerzas de reacción del suelo, los momentos y potencias presentes en las articulaciones. (42)

Las gráficas cinéticas de las fuerzas de reacción permiten analizar aspectos del patrón como la oscilación vertical del centro de gravedad (CG) durante el apoyo (fuerza vertical), las fuerzas de frenado y empuje (longitudinal), y la resistencia a la pronosupinación del pie (medio-lateral). Además es posible analizar la absorción de energía mecánica en las articulaciones debido a la acción muscular, mediante las gráficas de potencia. La cinética permite también analizar la inclinación (anterior, posterior o neutra de todo el cuerpo) que presenta el sujeto al caminar, lo cual tiene consecuencias directas en el rendimiento energético. Las dimensiones de la pista o pasillo en el que el paciente realiza su marcha, deben ser suficientes para lograr la ejecución de más de un ciclo completo de la marcha a cadencia libre. La reconstrucción tridimensional se realiza en un laboratorio de seis cámaras, que incluye las cámaras, la pista, el volumen de muestreo y se observa la dirección de progresión del modelo tridimensional del paciente utilizando el protocolo Davis. Para tener los parámetros de la marcha se necesita como mínimo el análisis de un ciclo completo, que consiste en dos pasos o una zancada, pero como en los extremos de la pista el reconocimiento de los marcadores no es tan bueno, es recomendable que el paciente tenga suficiente espacio para realizar más de un ciclo completo. (42)

Los ancianos experimentan cambios en su mecánica de marcha, el deterioro físico inherente al envejecimiento o incluso la prudencia que el temor a caer despierta en las personas mayores hace que éstos sean frecuentes y de muy diversa índole; no obstante, el más común a todos ellos es la disminución de la velocidad, en general, como consecuencia de alteraciones en los distintos componentes de la marcha. Igualmente presentan diferencias dependiendo del sexo, en mujeres ancianas la velocidad todavía es menor que en el varón y la longitud de los pasos suele ser más pequeña. Las mujeres ancianas suelen tener una base de sustentación más diminuta y deambulación a pasos pequeños que

ocasiona una marcha pélvica. El menor control muscular que se presenta a esta edad hace que el impacto del pie sobre el suelo sea más enérgico. Existe también una tendencia al valgo que coloca el cuello del fémur en una posición mucho más favorable para la fractura. La base de sustentación de los hombres ancianos, por el contrario, suele ser mayor, tanto en bipedestación como caminando. Por lo general, su postura suele ser más inclinada y arrastran los pies con importante flexión de los codos y las rodillas y disminución de las oscilaciones de los brazos. Tanto la fase de apoyo como la de separación del pie se prolongan y la anchura de la zancada es mayor. (43)

#### **III.a.4.A. HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN DE MARCHA**

Parallel walk test: (Prueba de marcha paralela): Consiste en ordenarle a los pacientes que caminen a su velocidad confortable por 6 metros entre 3 sets de líneas paralelas (instaladas con diferencia de 20 cm, 30,5 cm y 38 cm respectivamente) usando su calzado habitual y con cualquier ayuda para caminar si fuera necesario. El tiempo requerido para completar cada caminata es grabado como tiempo PWT, las puntuaciones de éstas se calculan teniendo como base la precisión de la colocación del pie. Si el pie está siempre entre las líneas la puntuación es cero, si pisa una línea se le otorga 1 punto y si pisa fuera de las líneas o mantiene el equilibrio agarrándose de algo, se le otorga 2 puntos. (44)

Prueba de caminata cronometrada de 10 m (10 mTW): Se utiliza cotidianamente para medir la velocidad de la marcha. A los sujetos se le computa como caminan en una velocidad habitual a lo largo de una pasarela de 10 metros con un anexo de 2 metros para posteriormente medir su aceleración y desaceleración. Presenta una alta fiabilidad (ICC=94). (44)

Prueba de Evaluación de Movilidad Orientada al Rendimiento (POMA) de Tinetti: Fue desarrollado por Tinetti en 1986 y ha sido ampliamente utilizado en adultos mayores. El POMA es fácil de realizar y no requiere equipo costoso más que una silla estándar y un cronómetro. La administración por parte de un profesional capacitado tarda entre 10 y 15 minutos. La POMA es una evaluación de la movilidad orientada al desempeño con dos componentes: subescala de equilibrio estático, (9 ítems) y subescala de marcha (7 ítems). La primera incluye nueve cambios de posición que evalúan las habilidades de equilibrio estático, como el equilibrio sentado, se levanta, los intentos de levantarse, el equilibrio de pie y sentarse. La segunda subescala, contiene siete maniobras de marcha utilizadas durante las actividades diarias, como el inicio de la marcha, la longitud y altura del paso, continuidad del paso y la simetría del paso, trayectoria, estabilidad de tronco y movimiento

de deambulaci3n. Consta de 16 ítems, cuyo valor máxímo es de 28 puntos. Este instrumento permite clasificar el equilibrio en tres categorías: normal, adaptado o regular y anormal. La marcha es clasificada como: normal, regular y anormal. La puntuaci3n determina el riesgo, a mayor puntuaci3n menor riesgo, <19 es igual a riesgo alto de caídas; entre 19 y 25 existe riesgo moderado de caídas; >25 equivale a riesgo leve de caer y 28 puntos significa equilibrio y marcha íntegros, sin riesgo de caer. Identifica individuos con alto riesgo de caídas, pero no detecta pequeños cambios. Puntuaciones entre 19 y 24 representan riesgo de caídas, siendo éste elevado por debajo de 19. Según datos del estudio ICARE, los sujetos con trastornos del equilibrio o de la marcha que presentan un número mayor de caídas son con mayor frecuencia mujeres. (43) (36) (37)

Los equipos de salud deben identificar las distintas alteraciones, realizar una buena evaluaci3n e iniciar el manejo integral de esta poblaci3n. Las intervenciones permiten obtener buenos resultados en la locomoci3n de la mayoría de los pacientes, disminuyendo los riesgos de complicaciones como caídas e inmovilizaci3n y mejorando la funcionalidad global. (10)

La fisioterapia ayuda a promover, prevenir y recuperar la salud de los adultos mayores, estimulando su independencia. Así, varios programas están destinados a prevenir las complicaciones del paso de la edad. Los programas diseñados para la prevenci3n de caídas son similares a los programas destinados a combatir los efectos del envejecimiento. La mayoría se basan en ejercicios que aumentan la fuerza muscular e incrementan la movilidad de las articulaciones en las extremidades inferiores, la fuerza, la resistencia, la flexibilidad, la capacidad aeróbica, la funci3n, la capacidad aeróbica y el equilibrio. (10)

Si bien muchas de las intervenciones son sencillas de implementar, con equipamiento de bajo costo y evidencia científica que las avala, también existen tecnologías que se han desarrollado con buenos resultados a nivel experimental, pero que aún no se han masificado en la práctica clínica.(41)

### **III.b. PLATAFORMA VIBRATORIA DE CUERPO ENTERO**

La terapia vibratoria (TV) es una modalidad de entrenamiento que utiliza oscilaciones mecánicas como estímulo para las estructuras neuromusculares, donde la energía se transfiere desde el dispositivo de vibraci3n al cuerpo entero o partes del mismo. La TV se puede aplicar a los músculos, por medio de dos maneras: vibraci3n de todo el cuerpo (se paran en las plataformas vibratorias) y vibraci3n local (aplicada superficialmente sobre el

músculo). La terapia vibratoria puede ser un método muy efectivo para potenciar la musculatura, su aplicación es conocida, como parte del entrenamiento deportivo habitual y en otras aplicaciones relevantes en el área de rehabilitación. (17)

La vibración de cuerpo entero (WBV) es un método terapéutico que expone todo el cuerpo a oscilaciones mecánicas mientras el paciente está de pie o sentado en una plataforma vibratoria. Los movimientos oscilatorios sinusoidales generados por la plataforma se transmiten a todo el cuerpo, aumentando la carga gravitatoria a la que es sometido el sistema neuromuscular, lo que obliga al músculo a trabajar para vencer la fuerza de la gravedad, este mecanismo activa una serie de receptores cutáneos y sensoriales musculares, principalmente husos musculares y órganos tendinosos de Golgi, desencadenando un reflejo tónico vibratorio (RTV), responsable en última instancia de la contracción y relajación muscular. (17) (47) (48) (49)

Los repetidos estiramientos sobre músculos, tendones y ligamentos que acontecen con el movimiento vibratorio, provocan la activación del reflejo miotático y con ello un aumento de las contracciones reflejas y voluntarias, por la mayor implicación de algunas áreas motoras cerebrales. El estímulo mecánico produce un reflejo de estiramiento y contracción entre 30-60 veces por segundo, por lo que los músculos se contraen de forma medianamente continua. El aumento de los potenciales motores, sugiere un estado de notable excitabilidad de la corteza motora, lo que provocaría un reclutamiento predominante de fibras musculares tipo II. En consecuencia, la aplicación del estímulo vibratorio produce un estado de mayor eficiencia neuromuscular que permite aumentar el rendimiento en los movimientos voluntarios. (47) (50)

Se presume que que los cambios en la longitud del músculo inducidos voluntariamente durante la sentadilla dinámica alterarían la tensión de las fibras intrafusales y la sensibilidad, de modo que las respuestas a la WBV serían mayores en magnitud durante las contracciones excéntricas que durante las contracciones isométricas y concéntricas. También que una mayor distensibilidad de la articulación de la rodilla en ángulos de rodilla más grandes daría como resultado un mayor estiramiento muscular transitorio durante cada ciclo de vibración, y que el aumento de la estimulación aferente la daría como resultado mayores respuestas en ángulos de rodilla más grandes. Otros estudios han especulado que el aumento de la fuerza y potencia muscular después de la WBV es el resultado de una mayor activación neuromuscular durante la WBV, que posteriormente induce adaptaciones similares al entrenamiento de resistencia. (49) (50)

Los equipos de WBV permiten trabajar cualquier parte del cuerpo, precisando en ocasiones la ayuda de arneses en el tratamiento de pacientes con trastornos graves del equilibrio, con apoyos uni o bipodal, con o sin carga según se quiera mejorar o no la capacidad aeróbica. Hay dos tipos principales de plataformas vibratorias: asincrónicas (verticales) y triplanares o basculantes (horizontal). En la primera, la vibración se produce en dirección predominantemente vertical, de forma sincrónica a lo largo de toda la base oscilante. En la triplanar, la vibración se produce a través de un eje de rotación central, lo que hace que los lados derecho e izquierdo se alternan horizontalmente como un balancín. En las plataformas verticales asincrónicas se pueden obtener buenos resultados en el fortalecimiento muscular, con menor riesgo de lesiones. Por su parte, en las triplanares, el ritmo de las vibraciones varía estocásticamente, ofreciendo resultados satisfactorios en la mejora de la propiocepción, al provocar sucesivas y múltiples situaciones de inestabilidad que fomentan el proceso de aprendizaje motor. (17) (47) (48) (49)



IMAGEN 1: Plataforma vibratoria de cuerpo entero.

Fuente <https://stimdesigns.com/research/reporting-wbv-studies/page/2/>

La edad, el peso y el nivel previo de actividad física son factores a tener en cuenta a la hora de la aplicación. Además la postura que adopta el sujeto, para evitar vibraciones desagradables de la cabeza y el tronco, y también para proporcionar postura firme en la plataforma vibratoria. (49)



Los parámetros biomecánicos que determinan su intensidad son amplitud, frecuencia y magnitud de las oscilaciones. Al emplear plataformas vibratorias, las frecuencias de 30 y los 40 ciclos por segundo (Hz) han resultado efectivas para aumentar la señal electromiográfica. Aumentar la frecuencia empleada en plataforma vibratoria en un rango de 18 a 34 Hz supone un aumento proporcional del consumo de oxígeno, lo cual indica que, a mayor frecuencia mayor actividad metabólica muscular. En general, las frecuencias se mantienen por debajo de los 50 Hz, es recomendable comenzar con una frecuencia algo más baja e ir aumentando poco a poco conforme avanza el entrenamiento. Se recomienda evitar frecuencias por debajo de 20 Hz debido al fenómeno de resonancia o desplazamiento entre los órganos y la estructura esquelética. (47) (48)

Si un cuerpo, al recibir los impulsos, vibra a una frecuencia igual a la suya, se dice que está en resonancia. En esta frecuencia de resonancia (FR) la transmisibilidad de la vibración en el organismo es máxima, ocurriendo el máximo desplazamiento de las estructuras corporales, pudiendo provocar efectos negativos. La FR está relacionada con varios parámetros, disminuye con las frecuencias altas o el peso corporal, mientras que aumenta con la debilidad muscular. El rango de la FR en la WBV es de 5-10 Hz, por lo que deberían evitarse en el entrenamiento por vibración frecuencias por debajo de los 20Hz. (47)

Respecto a la amplitud o desplazamiento en cada ciclo de movimiento sinusoidal, la mayoría de las plataformas permiten desplazamientos de entre 2 y 10 mm, con un tiempo habitual de aplicación de entre 4 y 20 minutos, distribuidos en varias series de pocos minutos (1-3 min), intercalando periodos de descanso (30-60s), realizándose con una periodicidad de entre 3 y 5 veces a la semana. El aumento de la amplitud vibratoria en un rango de 2,5 a 7,5 mm, mientras el resto de parámetros permanecen constantes, supone un aumento del consumo de oxígeno, siendo estos aumentos significativamente mayores con las amplitudes más altas. (47) (48)

Su efectividad es explicada con el empleo de las vibraciones mecánicas vibra el cuerpo entero, obteniendo efectos beneficiosos a nivel sistémico: en tejido muscular, óseo, cartílago, nervios, vasos sanguíneos, hormonas y neurotransmisores. La potencia así como el trabajo muscular aumentan independientemente de la edad. Runge, et al observaron una mejora en la fuerza muscular de los miembros inferiores en ancianos así como una mejora en la movilidad articular, al ser capaz la vibración de liberar adherencias articulares, facilitando la flexibilidad muscular. La transmisión de estímulos mecánicos a los huesos genera una transformación de la estructura ósea, una reacción osteoblástica, mayor a

mayores frecuencias de vibración. Se han descrito en deportistas un aumento en el grosor y el número de trabéculas, lo que confiere al hueso una mayor rigidez y fuerza sugiriendo que el estímulo vibratorio de baja intensidad, presenta un potencial preventivo en la pérdida de masa ósea a nivel de cadera y columna lumbar. Otro estudio en mujeres postmenopáusicas muestra una mejora en la densidad ósea de la cadera y que la marcha podría disminuir el riesgo de fractura de cadera. (47) (48)

El empleo de plataformas vibratorias condiciona una notable mejora en la marcha, con un mejor equilibrio y una mejor coordinación y propiocepción, la estimulación de los mecanorreceptores propioceptivos pudiera inducir a la reorganización espinal y cortical, lo que podría suponer una mejora del control propioceptivo postural en sujetos con lesiones neurológicas, así como en una mejora del equilibrio, con un menor riesgo de caídas, en el anciano. (47)

Los efectos a corto plazo son aquéllos que tienen lugar inmediatamente después de la aplicación del estímulo vibratorio. Se ha observado una mayor potencia muscular con una menor actividad electromiográfica, lo cual indica un estado de alta eficiencia neuromuscular. Se han registrado mejoras en la capacidad de máxima contracción voluntaria concéntrica e isométrica, una mayor altura de salto en contramovimiento y una mejora del equilibrio estático. El aumento de la carga gravitatoria que ha de soportar el sistema neuromuscular provoca adaptaciones endocrinas. Se han registrado aumentos en las concentraciones plasmáticas de hormona de crecimiento y testosterona, junto con un descenso del cortisol, lo que origina un perfil hormonal eminentemente anabólico. Además se observó un elevado flujo sanguíneo en la zona que origina un edema temporal de los miembros, debido a una notable extravasación del plasma desde los capilares al espacio intersticial, lo que en el campo del entrenamiento deportivo se conoce como hipertrofia transitoria. (48) (49)

Los efectos a largo plazo son aquéllos que surgen tras un programa estructurado de estimulación vibratoria. Tras 10 días de WBV con un volumen aproximado de 10 minutos al día se generaron adaptaciones producidas, una posible elevación del umbral de descarga de los órganos tendinosos de Golgi. Ello permitiría que el complejo músculo-tendón pudiera soportar mayores tensiones y, por tanto, un mayor número de unidades motrices fueran reclutadas durante la fase excéntrica. La duración de estos programas ha variado de unos trabajos a otros, por lo que éste será un factor a tener en cuenta a la hora de analizar los resultados. (48)

Desde el punto de vista de la aplicación de WBV en el anciano, las vibraciones suponen un método de trabajo seguro para el fortalecimiento muscular, en especial cuando la

debilidad muscular afecta a los miembros inferiores, actuando las vibraciones principalmente sobre las fibras musculares tipo II, las más afectadas con el envejecimiento. A nivel esquelético, se ha demostrado que aumenta la densidad ósea y, al mejorar el equilibrio y la marcha, supone una medida preventiva eficaz en el control del riesgo de caídas y de sus consecuencias.(47)

#### **IV. JUSTIFICACIÓN**

El nuevo enfoque del concepto de envejecimiento radica en garantizar un tránsito saludable y satisfactorio, considerando que se acompaña cambios inevitables como pérdida de tejido óseo; de la función neuromuscular y del rendimiento, en partes relacionadas con la reducción de la fuerza y la potencia muscular.

La disminución de las capacidades musculares, junto con otros factores, tienen implicaciones funcionales tales como disminución de la velocidad al caminar, aumento del riesgo de caídas y una reducción de la capacidad para llevar a cabo las actividades de la vida diaria. Todo esto contribuye a una pérdida de independencia y a una reducción en la calidad de vida de las personas. Si bien el paso del tiempo no se puede evitar, hay formas de mitigar sus efectos sobre el organismo.

Aunque las caídas contribuyen a la morbimortalidad en los adultos mayores, pueden prevenirse, por medio de factores modificables. Esto representa grandes posibilidades para los profesionales de la salud en cuanto a acceder a la formulación e implementación de intervenciones que se ajusten a las características de esta población.

En este contexto de promoción y de prevención, dichos profesionales requieren instrumentos que les permitan evaluar el riesgo de caídas, y en consecuencia, desarrollar estrategias para la prevención de caídas en la población anciana no internada en establecimientos sanitarios.

La vibración de cuerpo entero a diferentes frecuencias constituye una alternativa no farmacológica, que puede ser beneficiosa para los adultos mayores y/o ancianos en lo que respecta a reducir el número de accidentes por caída, influyendo en la fuerza muscular y el equilibrio.

## **V. MÉTODOS**

Para dar respuesta a la problemática planteada, se realizó una revisión bibliográfica, consultando en las bases de datos: PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), Biblioteca Virtual de Salud (BVS) (<https://bvsalud.org/es/>) y Biblioteca electrónica de ciencia y tecnología de MinCyT (<https://biblioteca.mincyt.gob.ar/>). El periodo de búsqueda aplicado fue entre los años 2014-2024.

Las palabras claves:

PALABRAS CLAVES	TÉRMINOS DeCS	TÉRMINOS MeSH	TÉRMINOS LIBRES
plataforma vibratoria	vibración	vibration	vibraciones
terapia vibratoria			terapia vibratoria
entrenamiento vibratorio			entrenamiento vibratorio
ejercicio con vibración corporal			ejercicio con vibración corporal
WBV			whole body vibration
adultos mayores	anciano	aged	adultos mayores
evaluación geriátrica	evaluación geriátrica	geriatric assessment	
balance postural	equilibrio postural	postural balance	
accidente de caída	accidentes por Caídas	accidental falls	accidente de caída
aptitud física	aptitud física	physical fitness	
fuerza muscular	fuerza muscular	muscle strength	
entrenamiento	entrenamiento de fuerza	resistance training	
prevención	prevención de accidentes	accident prevention	

## COMBINACIÓN DE PALABRAS CLAVES

### Combinaciones de palabras claves en castellano ( <https://bvshalud.org/es/>)

- (terapia vibratoria) AND (equilibrio postural) AND (ancianos). Se recuperó 1 artículo, el cual no cumplía con criterios de selección.
- (WBV OR (plataforma vibratoria)) AND ((adulto mayor) OR ancianos)  
Se recuperaron 165 artículos de los cuales se seleccionaron 9 artículos.
- ((ejercicio con vibración corporal) OR (plataforma vibratoria) OR (WBV)) AND (ancianos OR (adultos mayores)) AND ((fuerza muscular) OR (entrenamiento de fuerza)). Se recuperaron 46 artículos de los cuales se seleccionaron 7 artículos.
- ((plataforma vibratoria) OR (terapia vibratoria) OR (WBV)) AND (ancianos OR (adultos mayores)) AND (equilibrio postural). Se recuperaron 30 artículos de los cuales se seleccionaron 4 artículos.
- ((terapia vibratoria) OR (plataforma vibratoria) OR (WBV)) AND (anciano OR (adulto mayor)) AND (prevención de accidentes). Se recuperaron 10 artículos de los cuales se seleccionó 1 artículos.
- ((plataforma vibratoria) OR (terapia vibratoria) OR (WBV)) AND ((adulto mayor) OR anciano) AND (evaluación geriátrica). Se recuperaron 3 artículos de los cuales se seleccionó 1 artículo.
- ((plataforma vibratoria) OR (terapia vibratoria) OR (WBV)) AND ((adulto mayor) OR anciano) AND (aptitud física). Se recuperaron 10 artículos de los cuales se seleccionó 1 artículos.
- ((Entrenamiento vibratorio) OR (terapia vibratoria) OR (WBV)) AND ((adulto mayor) OR ancianos) AND (accidentes por Caídas) AND (prevención de caídas). Se recuperaron 10 artículos de los cuales se seleccionó 1 artículo.

### Combinaciones de palabras clave en inglés ( <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>)

- "whole body vibration"[All Fields] OR "Vibration Therapy"[All Fields] AND "aged"[All Fields]. Se recuperaron 2047 artículos de los cuales se seleccionaron 5 artículos.
- "whole body vibration"[All Fields] OR "Vibration Therapy"[All Fields] AND "aged"[All Fields] AND "postural balance"[All Fields] AND "Muscle Strength"[All Fields] Se recuperaron 133 artículos de los cuales se seleccionaron 8 artículos.

- ("whole body vibration"[All Fields] OR "Vibration Therapy"[All Fields] OR "Body vibration exercise"[All Fields]) AND ("aged"[MeSH Terms] OR "aged"[All Fields]) AND "postural balance"[All Fields]. Se recuperaron 173 artículos de los cuales se seleccionaron 3 artículos.
- "whole body vibration"[All Fields] OR "body vibration exercise"[All Fields] OR "vibration therapy"[All Fields] AND ("aged"[MeSH Terms] OR "aged"[All Fields] OR ("older"[All Fields] AND "adults"[All Fields]) OR "older adults"[All Fields]) AND "physical fitness"[All Fields] AND "muscle strength"[All Fields]  
Se recuperaron 427 artículos de los cuales se seleccionaron 2 artículos.
- "body vibration exercise"[All Fields] OR "vibration therapy"[All Fields] OR "whole body vibration"[All Fields] AND "Older Adults"[All Fields] AND ("accidents"[MeSH Terms] OR "accidents"[All Fields] OR ("fall"[All Fields] AND "accident"[All Fields]) OR "fall accident"[All Fields]). Se recuperaron 108 artículos, pero ninguno fue utilizado para el análisis.
- "WBV "[All Fields] AND "older adults "[All Fields] AND "postural balance"[All Fields]. Se recuperaron 52 artículos de los cuales se seleccionaron 2 artículos.
- "WBV "[All Fields] AND "aged "[All Fields] AND "muscle strength"[All Fields]. Se recuperaron 380 artículos de los cuales se seleccionaron 3 artículos.
- "WBV"[All Fields] AND "older adults"[All Fields] AND "accident prevention"[All Fields]. Se recuperaron 2 artículos de los cuales se seleccionó 1 artículo.
- "WBV"[All Fields] AND "older adults"[All Fields] AND "fall accident"[All Fields]. Se recuperaron 1 artículo, pero no fue utilizado para el análisis
- "WBV"[All Fields] AND "older adults"[All Fields] AND "geriatric assessment"[All Fields] Se recuperaron 6 artículos, pero no fue utilizado para el análisis
- "Whole body vibration"[All Fields] AND "aged"[All Fields] AND "geriatric assessment"[All Fields] . Se recuperaron 30 artículos de los cuales pero no fue utilizado para el análisis.
- "Whole body vibration"[All Fields] AND "older adults"[All Fields] AND "physical fitness"[All Fields] . Se recuperaron 369 artículos de los cuales se seleccionaron 4 artículos.
- "Whole body vibration"[All Fields] AND "older adults"[All Fields] AND "resistance training"[All Fields] AND "postural balance"[All Fields] . Se recuperaron 91 artículos de los cuales se seleccionaron 5 artículos.



Criterios de selección de la muestra:

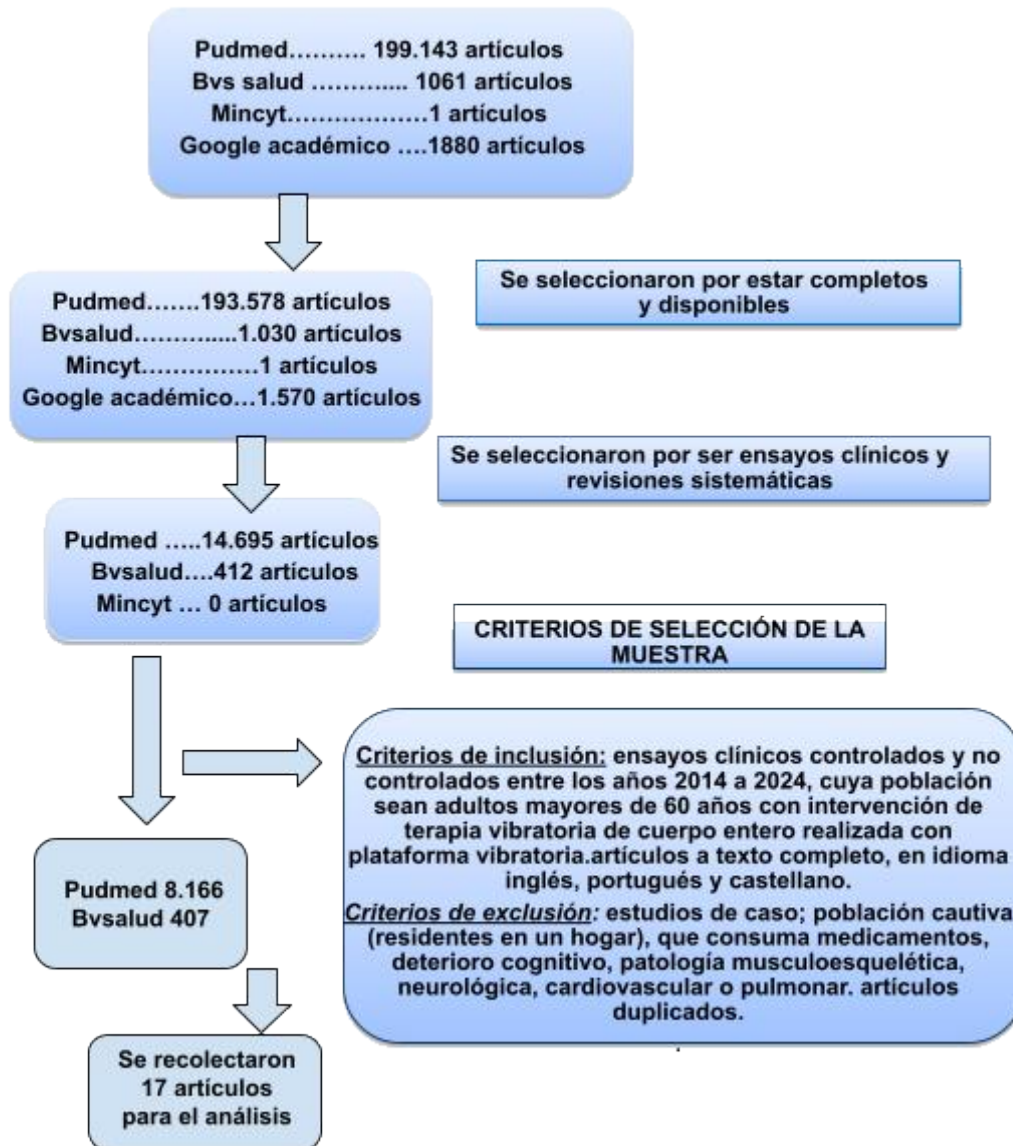
Criterios de inclusión:

- Ensayos clínicos controlados y no controlados entre los años 2014 a 2024, cuya población sean adultos mayores de 60 años con intervención de terapia vibratoria de cuerpo entero realizada con plataforma vibratoria.
- Artículos a texto completo, en idioma inglés, portugués y castellano.

Criterios de exclusión:

- Estudios de caso; población cautiva (residentes en un hogar), que consuma medicamentos, deterioro cognitivo, patología musculoesquelética, neurológica, cardiovascular o pulmonar
- Artículos duplicados.

DIAGRAMA DE FLUJO:



## **VI. RESULTADOS**

TÍTULO: “Sinus-like versus random vibration: Acute effects on elderly people with a high risk of falling”			
AÑO: 2021			
AUTORES: Kiehl A. et al (51)			
DISEÑO: experimental - estudio Piloto			
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>Adultos mayores de 65 años (10 mujeres y 2 hombres)</p> <p>Edad (X: SD) 77,7±5.3 años</p>	<p>Dispositivo de WBV sinusal: usó una amplitud de 3 mm y una frecuencia de 8,19 Hz</p> <p>Dispositivo de WBV aleatorio: amplitud de 3 mm y una frecuencia de 8,33 Hz</p> <p>En ambas intervenciones se aplicó 6 intervalos de vibración de 60 segundos separados por 60 segundos de descanso.</p> <p>Se llevaron a cabo dos días de intervención separados una semana de descanso.</p> <p>Se instruyó a los sujetos a adoptar la siguiente posición: pies paralelos, piernas ligeramente dobladas, espalda ligeramente lordótica, músculos abdominales contraídos, manos en los pasamanos y cabeza erguida en la plataforma del dispositivo WBV.</p>	<p><u>Marcha:</u> velocidad, tiempo del paso, longitud del paso y la zancada (Sistema móvil de análisis GAITRite).</p> <p><u>Equilibrio estatico:</u> (Posturografía Estática)</p> <p><u>Equilibrio dinámico:</u> (TUGT)</p>	<p>No se encontraron diferencias significativas en los siguientes parámetros de la marcha: Velocidad (cm/s) antes y después examen: p = 0,37 Tiempo de paso (s) antes y después examen: p = 0,07 Longitud del paso (cm) antes y después examen: p = 0,37 Longitud de zancada (cm) antes y después examen: P = 0,41 Tiempo de doble apoyo: =0,49</p> <p>Con respecto al equilibrio (evaluado con Posturografía Estática) se encontraron mejoras significativas en Área de la elipse p = 0,007, DE de la CoF independiente de la dirección p = 0,017, y la SD de la CoF en la dirección antero-posterior p = 0,011, respectivamente) . WBV aleatorio tuvo un efecto significativamente positivo en una</p>

	<p>También se pidió a los sujetos que usaran los mismos zapatos, con suelas que minimizaran la amortiguación de la señal, para ambas intervenciones.</p>		<p>variedad de parámetros posturales medidos con los ojos abiertos.</p> <p>El equilibrio dinámico, medido con TUGT, se encontró que no hubo mejoras significativamente en relación con el valor basal después de la intervención de WBV. P= 0,215</p>
--	--	--	---

**TÍTULO: “Optimal frequency/time combination of whole-body vibration training for improving muscle size and strength of people with age-related muscle loss (sarcopenia): A randomized controlled trial”**

AÑO: 2016

AUTORES: Wei N et al (52)

DISEÑO: ENSAYO CLÍNICO

POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>80 Adultos mayores de 65 años (10 se retiraron por motivos personales, entre los 70 que completaron el estudio, hubo 17 en LG, 17 en MG, 18 en HG y 18 en CG)</p> <p>Grupo control CG, Edad (X: SD) 78 ±4 años.</p> <p>Grupo de alta frecuencia HG, Edad (X: SD) 75± 6 años.</p> <p>Grupo de baja frecuencia LG, Edad (X: SD) 74 ± 5 años.</p> <p>Grupo de frecuencia media MG, Edad (X: SD) 76±6 años.</p>	<p>WBV con vibraciones verticales 14 400, que se dividieron en cuatro conjuntos con 3600 ciclos de vibración.</p> <p>La flexibilidad se fijó en 4 mm para todos los grupos de entrenamiento.</p> <p>Frecuencia baja y tiempo de ejercicio prolongado (LG; 20 Hz × 720 s)</p> <p>Frecuencia media y tiempo medio de ejercicio (MG; 40 Hz × 360 s)</p> <p>Frecuencia alta y corto tiempo de ejercicio (HG; 60 Hz × 240 s)</p> <p>36 sesiones de entrenamiento, 3 días a la semana durante un período de 12 semanas.</p> <p>Durante el entrenamiento, los participantes se pararon descalzos con la articulación de la rodilla flexionada a 60° sobre la plataforma de la Máquina WBV con las manos agarradas a la barandilla de delante para obtener apoyo.</p>	<p><u>Fuerza muscular:</u> (dinamómetro isocinético)</p> <p><u>El área de la sección transversal (CSA):</u>del vasto medial de la pierna dominante medido con imágenes de ultrasonido.</p>	<p>Con respecto a la Fuerza muscular, se encontraron efectos significativos en el tiempo en el punto de torque de extensión de la rodilla ( P&lt; 0,001).</p> <p><u>Área de sección transversal</u> No se encontraron diferencias significativas dentro o entre los grupos en CSA.</p>

**TÍTULO: “Influence of Whole-Body Vibration Training Without Visual Feedback on Balance and Lower-Extremity Muscle Strength of the Elderly”**

AÑO: 2016

AUTORES: Tseng SY et al (53)

DISEÑO: ENSAYO CLÍNICO

POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>51 ancianos mayor de 65 años</p> <p>WBV edad 67.21 +/- 2.29 años</p> <p>WBV grupo privado de estímulo visual VFDWBV edad 71.41 +/-5.01 años</p> <p>Grupo Control edad 68.57 +/-2.50 años</p>	<p>WBV vertical, un grupo privado de estímulo visual más WBV y un grupo control (0 Hz, ojos abiertos).</p> <p>El entrenamiento de WBV de 3 meses, recibieron formación en WBV 3 veces por semana durante 5 minutos cada vez en función de un pico a otro amplitud de 4 mm a 20 Hz, lo que da lugar a una aceleración máxima de 1,5 g.</p> <p>Los sujetos asignados al grupo VFDWBV que recibieron el entrenamiento WBV. Se les pidió que cerraran los ojos y usarán una venda para bloquear su retroalimentación visual.</p> <p>Durante las sesiones de entrenamiento, los sujetos se pararon en la plataforma</p>	<p><u>Equilibrio:</u>( plataforma de equilibrio, sistema Biodex Balance).</p> <p><u>Fuerza muscular con</u> (Biodex System III Dinamómetro isocinético Pro, músculos extensores/flexores de la rodilla)</p>	<p><u>Equilibrio:</u> Hubo diferencias estadísticamente significativas en el equilibrio entre los 3 grupos en diferentes momentos (tiempo interacción grupal: (P &lt; 0,001). El rendimiento del equilibrio fue mejor en el grupo VFDWBV y en el grupo WBV que en el grupo control en el mes 3 y en el mes 6 (P &lt; 0,001). La prueba exacta de Fisher encontró que el incidencia de caídas fue mayor en el grupo control que en el grupo otros grupos (P =0,013)</p> <p><u>Fuerza muscular:</u> tuvieron interacciones de grupo de tiempo: P &lt; 0.001 y P = 0.015, respectivamente.</p>

	<p>vibratoria con las rodillas ligeramente flexionadas (alrededor de 20°).</p> <p>Los sujetos que participaron en el experimento fueron evaluados antes y después del entrenamiento (separados por 3 meses) y en una visita de seguimiento (después de 6 meses). Las incidencias de caída se grabaron, se realizaron entrevistas telefónicas y en papel, utilizaron cuestionarios para preguntar y confirmar si los participantes habían buscado atención médica debido a caídas dentro de este periodo de estudio.</p>		
--	---	--	--



**TÍTULO: “Short-term Effects of Whole-Body Vibration on Functional Mobility and Flexibility in Healthy, Older Adults: A Randomized Crossover Study”**

AÑO: 2014

AUTORES: Tsuji T et al (54)

DISEÑO: ENSAYO CLÍNICO

POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>18 adultos mayores de 65 a 73 años.</p> <p>Se colocó a 9 participantes (5 hombres y 4 mujeres) en el AT grupo de intervención; los otros 9 participantes estaban en el grupo de control (Con).</p> <p>Edad (X: SD) 69,1± 2.0 años</p>	<p>Se utilizó una frecuencia moderada (40 Hz) y una amplitud baja (2-4 mm) en la plataforma VV.</p> <p>Se utilizó un protocolo con un diseño de cruce. La investigación se realizó en 3 días diferentes.</p> <p>El primer día (día 0), se instruyó a los participantes sobre cómo realizar las pruebas de función física y la intervención AT. Durante esta parte preliminar del experimento se los animó a practicar en el dispositivo VV para que pudieran ser capaces de realizar las posiciones de estiramiento y disminuir la curva de aprendizaje en la realización de las pruebas. Se realizaron dos posiciones de estiramiento estático, media sentadilla y estiramiento de isquiotibiales, con y sin estímulo vibratorio.</p>	<p><u>Equilibrio dinámico:</u> (TUG test).</p> <p><u>Índice de Producción de fuerza muscular:</u> Fuerza de reacción del suelo (GRF) en un movimiento de sentarse a ponerse de pie.</p> <p>Se utilizaron los valores más altos de la fuerza de reacción máxima por cuerpo peso F/w y tasa máxima de desarrollo de fuerza por peso corporal RFD/w para el análisis.</p>	<p><u>Equilibrio dinámico:</u> Sólo la prueba TUG tuvo una interacción significativa de intervención en el tiempo, mostró cambios significativos desde el día 1 al día 2 (7 días post intervención)</p> <p>Comparando los valores medios para el pretest y el inmediato y Las pruebas posteriores de 30 minutos revelaron una disminución significativa en la cantidad de tiempo que tomó completar el TUG después la intervención AT.</p> <p>Imm: Con AT ( P =0,01); AT: Pre Imm ( P=0,01), 30 min (P=0,01)</p>

	<p><u>Para la posición de media sentadilla</u>          Los participantes se pararon con los pies separados a la altura de los hombros y ambas rodillas en aproximadamente 120°  <u>Vuelo isométrico de la rodilla</u>. Para el estiramiento de los isquiotibiales.</p>		<p><u>Índice de Producción de fuerza muscular:</u>          Se observaron efectos significativos en el tiempo de F/W. Imm 30 min ( P=0,01)          No se observó significación estadística en la RFD/p.</p>
--	---	--	--

TÍTULO: “Controlled whole-body vibration training reduces risk of falls among community-dwelling older adults”

AÑO: 2015

AUTORES: Yang F et al (55)

DISEÑO: ENSAYO CLÍNICO

POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>Reclutamiento inicial de 21 sujetos, 18 sujetos cumplían con los criterios de inclusión. Edad (X: SD) 69.7 ± 3.5 años</p>	<p>Entrenamiento con WBV Todos los participantes se sometieron a un programa de 8 semanas. (24 sesiones) El protocolo de entrenamiento fue de 5 repeticiones de 1 min de vibración seguidas de 1 min de descanso, 3 veces por semana. La frecuencia de WBV y la amplitud fueron de 20 hz y 3 mm respectivamente.</p> <p>Los sujetos se debían agarrar del manillar para mantener el equilibrio, y se pararon descalzos sobre posiciones claramente marcadas en la plataforma. La posición de los pies fue monitoreada de cerca para evitar cualquier deslizamiento. Los participantes deben mantener la postura en la plataforma con las rodillas en flexión de 20° y el tronco se mantiene erguido para permitir la transmisión de vibraciones sobre las extremidades inferiores. Se les indicó que tratarán de distribuir su peso corporal uniformemente sobre el antepié y el retropié bilateralmente.</p>	<p><u>Equilibrio dinámico:</u> (Prueba TUG test)</p> <p><u>Equilibrio dinámico/estático</u> (Escala de Equilibrio de Berg)</p> <p><u>Fuerza muscular</u> (La fuerza isométrica de rodilla derecha con dinamómetro)</p>	<p>Se observó una mejora en el equilibrio dinámico (La puntuación BBS p:&lt; 0.001)</p> <p>En comparación con los valores previos al entrenamiento, el tiempo de finalización posterior al entrenamiento se redujo para la prueba TUG test ( p: &lt;0.05).</p> <p>La capacidad fuerza extensora de rodilla en la evaluación previa al entrenamiento (1,0970,40 Nm/kg) mejoró significativamente después del entrenamiento (1.2370.40 Nm/kg,p&lt;0.05, al igual que la capacidad de fuerza de los flexores de la rodilla. ( p:&lt;0,05)</p>

**TÍTULO: “Effect of Whole-Body Vibration Training on Selected Intrinsic Risk Factors in Women Aged 60+ at Fall Risk: A Randomized Controlled Trial”**

AÑO: 2022

AUTORES: Nawrat-Szołtysik A et al (56)

DISEÑO: ENSAYO CLÍNICO

POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>60 Mujeres de 60 a 85 años.</p> <p>Grupo experimental Edad (X: SD) 69.00 ± 6.74 años</p> <p>Grupo control Edad (X: SD) 70.69 ± 6.96 años</p>	<p>WVBT los sujetos asistieron a dos sesiones semanales de WBVT durante 12 semanas.</p> <p>La frecuencia de las vibraciones se fijó en 20 Hz y la amplitud a 2 mm. Una sesión duró 10 minutos e implicó 5 ciclos de ejercicios, con un ciclo que consiste en vibraciones de 1 minuto separadas por un intervalo de 1 minuto de descanso.</p> <p>Se les pidió que usaran ropa deportiva cómoda y zapatillas deportivas con cordones para las sesiones de ejercicio, lo que requería que se paren descalzos sobre la placa de fuerza en una posición relajada o semi-sentadilla con las rodillas doblado a 35° permitiendo contracciones isométricas de los músculos.</p> <p>Mientras hacían ejercicio, se sostenían de una barandilla frente a ellos por seguridad.</p>	<p><u>Equilibrio dinámico:</u> (Prueba Time-Up and Go).</p> <p><u>Fuerza funcional de los músculos de la parte inferior del cuerpo:</u> prueba de soporte de silla de 30 s (30sCST).</p> <p><u>Riesgo de caer:</u> Escala Internacional de Eficacia de Caídas (FES-I)</p>	<p>Equilibrio dinámico: La diferencia del TUGT entre los grupos fue estadísticamente significativa a favor del GE (p = 0,009).</p> <p>Fuerza funcional de los músculos de la parte inferior del cuerpo.(30SCST): El número de repeticiones completadas por el EG en el 30CST en la semana 12 fue estadísticamente significativamente mayor (p = 0,027) en comparación con el GC.</p> <p>El cambio en el riesgo de caída (FES-I) entre el inicio y la semana 12 no obtuvo diferencias estadísticamente significativas (p = 0,655) entre el GE y el GC.</p>

<b>TÍTULO: “EFFECTS OF CONTROLLED WHOLE-BODY VIBRATION TRAINING ON FUNCTIONAL PERFORMANCE AMONG HEALTHY OLDER ADULTS: A 6-WEEK PILOT STUDY</b>			
AÑO: 2021			
AUTORES: Saucedo F et al (57)			
DISEÑO: ESTUDIO PILOTO			
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>Veinticuatro adultos mayores entre las edades de 60 a 85 años. Edad (X: SD) 70.4 ± 6.2 años</p> <p>Siete participantes no completaron el estudio debido a las restricciones de investigación por la COVID-19</p> <p>WBV Edad (X: SD) 71.4+7.1 años</p> <p>CON Edad (X: SD) 69.1+5.2 años</p>	<p>Los participantes del grupo WBV completaron una serie de entrenamiento de vibración de seis semanas, 18 sesiones.</p> <p>El protocolo de tratamiento fue de 3 veces por semana con una frecuencia de 20hz y una amplitud de 1,33 mm (1 min de vibración y 1 min de descanso)</p> <p>El grupo control completo el mismo programa sin vibración.</p> <p>Para evitar efectos adversos o molestias durante la plataforma vibratoria, la flexión de la rodilla se mantuvo a 20° y para minimizar el efecto amortiguador del calzado, los participantes estaban descalzos en la plataforma.</p>	<p><u>Equilibrio dinámico:</u> (TUG test)</p> <p><u>Prueba de velocidad al caminar:</u> (10MWT). prueba de marcha (2 MWT).</p> <p><u>Fuerza muscular:</u> Torque isométrico máximo de los cuádriceps e isquiotibiales dinamómetro.</p>	<p>No hubo diferencias estadísticamente significativas para la extensión isométrica de la pierna izquierda (p = 0,090) .</p> <p>Si se observaron cambios significativos en la velocidad de marcha 10MWT (p = 0,033) y el 2 MWT (p = 0,013).</p> <p>Pero no para la prueba TUG (p=0,176)</p> <p>ni para la prueba de fuerza muscular</p> <p>Fuerza de flexión pierna izquierda p= 0,142</p> <p>Fuerza de extensión pierna derecha p= 0,851</p> <p>Fuerza flexión de pierna derecha p= 0,939</p> <p>Fuerza de extensión pierna izquierda p= 0,090.</p>

<p>TÍTULO:  <b>“Effects of whole-body vibration exercises on strength levels of lower limb on elderly”</b></p>			
<p>AÑO: 2022</p>			
<p>AUTORES: Pernambuco CS et al (58)</p>			
<p>DISEÑO: Estudio piloto</p>			
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>15 Hombres físicamente activos  Edad (X: SD) 62,5 ±2,62 años</p>	<p>El período total de intervención WBV fue de ocho semanas, con un total de 16 sesiones. El procedimiento se realizó dos veces por semana con un intervalo de un día para evitar fatiga.</p> <p>Con una vibración de 20 min, con una frecuencia creciente de 15 a 30 hz (30 seg de vibración y 30 seg de descanso) aumentando 1hz cada 2 minutos.</p> <p>Se les indicó que permanecieran en posición ortostática con los pies a 10 centímetros del centro de la plataforma posición de flexión de rodilla de 130° y con sus brazos extendidos en la máquina, apretando con fuerza en los reposamanos de la máquina.</p>	<p><u>Fuerza Muscular:</u>  (Se evaluó con un dinamómetro dorsal la extensión de rodilla y la extensión de columna lumbar)</p> <p>Las 4 y 8 semanas después de la última sesión de entrenamiento.</p>	<p>Se observó ganancias significativas de fuerza en los extensores de rodilla (<math>p=0,01</math>) y en los extensores de columna lumbar (<math>p=0,031</math>) después de las 8 semanas de la intervención.</p>

TÍTULO: “Effect of Whole Body Vibration Exercise in the Horizontal Direction on Balance and Fear of Falling in Elderly People”			
AÑO: 2014			
AUTORES: Shim C et al (59)			
DISEÑO: ESTUDIO PILOTO			
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>17 Adultos mayores de 65 años. Edad (X: SD) 75.8 ±6.3 años.</p>	<p>WBV en la dirección horizontal, El dispositivo es un vibrador alternante deslizante que funciona como plataforma con un amplitud de 30 mm (anterior a posterior) y una frecuencia de De 1 a 36 Hz. durante una duración de 15 minutos al día, 3 veces por semana durante 6 semanas de duración del tratamiento.</p> <p>Antes de la intervención, fueron explicados los procedimientos para utilizar el dispositivo y sus problemas de seguridad. Durante el ejercicio WBV, los participantes se pusieron de pie con sus rodillas y caderas ligeramente flexionadas sobre una plataforma que alternativamente se movió anterior y posteriormente. Cualquier informe de malestar durante el ejercicio WBV fueron documentados.</p>	<p><u>Equilibrio dinámico:</u> (Escala de equilibrio de Berg) (Prueba Timed Up and Go).</p> <p><u>Riesgo de caer:</u> La eficacia se midió mediante la Escala de Eficacia de Caídas (FES)</p>	<p>La puntuación BBS aumentó de 52,94 ± 2,11 al inicio 53,76 ± 2,02 después de la intervención, mientras que la puntuación de la prueba TUG disminuyó de 11,02 ± 1,14 a 9,70 ± 1,77.</p> <p>Hubo mejoras estadísticamente significativas en los puntajes de las pruebas BBS y TUG para equilibrio dinámico en comparación con el valor basal (p &lt; 0,05).</p> <p>La puntuación FES para la eficacia de la caída disminuyó. Fue estadísticamente significativo de 23,00 ± 19,16 al inicio al 11,18 ± 10,41 al seguimiento (p &lt; 0,01).</p>

<b>TÍTULO: "Improvement in muscle performance after one-year cessation of low-magnitude high-frequency vibration in community elderly"</b>			
AÑO: 2016			
AUTORES: Cheung WH et al (60)			
DISEÑO: ENSAYO CLÍNICO			
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>59 sujetos mayores de 60 años. Todas eran mujeres sanas de 60 años o más, independientes y activas en la comunidad.</p> <p>25 sujetos en el grupo control Edad (X: SD) 69.8(±4.4) años, y 34 recibieron tratamiento LMHFV Edad (X: SD) 69.3 (±4.9) años.</p>	<p>El grupo tratamiento recibió LMHFV 35 Hz, 0,3 g (pico-magnitud máxima) amplitud de 0,06 mm durante 20 min/día, 5 días por semana durante 18 meses.</p> <p>En una posición erguida sin doblar la rodilla desde una plataforma vibratoria. se evaluaron al inicio, después de la intervención (18 meses) y (30 meses).</p>	<p><u>Fuerza muscular:</u> fuerza isométrica máxima de la extensión de la rodilla se midió con un dinamómetro.</p> <p><u>Equilibrio:</u> prueba de límites de estabilidad utilizando el Sistema Maestro de Equilibrio Básico.</p>	<p><u>Fuerza muscular:</u> hubo diferencia significativa entre los grupos en ambos dominantes y no dominantes (<math>p &lt; 0,0005</math> y <math>&lt; 0,0001</math> respectivamente)</p> <p>El grupo de vibración mostró un aumento significativo al año después de la intervención en comparación con el valor basal (dom-pierna inant: <math>p = 0,003</math>; No dominante: <math>p &lt; 0,0005</math>).</p> <p>1 año después de la intervención, tiempo de reacción más corto (<math>p &lt; 0,001</math>), aumento de la velocidad de movimiento (diferencia media entre grupos) <math>p = 0,024</math>, y aumentó excursión máxima (diferencia media entre grupos <math>p = 0,015</math>) a los 30 meses en relación con los 18 meses, no mostró diferencias significativas entre los dos grupos.</p>



<p>TÍTULO:  <b>“Effects of whole body vibration training and mental training on mobility, neuromuscular performance, and muscle strength in older men”</b></p>			
<p>AÑO: 2017</p>			
<p>AUTORES: Goudarzian M et al (61)</p>			
<p>DISEÑO: ENSAYO CLÍNICO</p>			
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>42 adultos mayores varones sanos. Se dividieron aleatoriamente en 4 grupos.</p> <p><u>Grupo WBV</u> Edad (X: SD) 66.58± 5.80 años.</p> <p><u>Grupo MT</u> (entrenamiento mental) Edad (X: SD) 69.20± 3.88 años.</p> <p><u>Grupo WBV-MT</u> Edad (X: SD) 67.80± 5.88 años.</p> <p><u>Grupo control</u> Edad (X: SD) 68.90± 7.48 años.</p>	<p>Grupo WBV se les pidió que se pusieran de pie en la plataforma oscilante, que está asociada con amplitud pico a pico de 5-8 mm de vibración vertical, y la frecuencia se fijó en 30 a 35 Hz. La relación trabajo-descanso fue de 1:1 (6 series de 45 a 80 segundos). El protocolo de entrenamiento fue de 3 sesiones por semana de 30 min durante 8 semanas.</p> <p>Grupo MT recibieron técnicas de relajación y visualización y ejecución de levantarse desde una cama y sillón y caminar 3 mts.</p> <p>Grupo WBV-MT combinaron vibración con ejercicios .</p> <p>Grupo control siguió con su rutina diaria.</p> <p><u>El protocolo de ejercicio incluyó seis posiciones:</u></p> <p>(a) estar de pie con las rodillas semicerradas; (b) sentadilla isométrica</p>	<p><u>Equilibrio estático:</u> (dispositivo Biodex en 8-12)</p> <p><u>Equilibrio dinámico:</u> (prueba TUG test)</p> <p><u>Prueba marcha en tándem</u> de 6 m, caminata de 10 m.</p> <p><u>Fuerza Muscular:</u> isométrica de piernas, con dinamómetro de prensa de piernas estándar.</p>	<p>Los resultados de este estudio mostraron que hubo mejora estadísticamente significativa en el equilibrio estático (Postural stability) P=0,004, en el equilibrio dinámico Timed Up and Go P=0,004, en la prueba de marcha en tándem de 6m P= 0,001, en la caminata de 10 m P= 0,003 y Prueba isométrica de piernas P= 0,001 en la comparación con el valor inicial y en comparación con el grupo de control en WBV, MT y WBV+MT.</p>

	<p>en un ángulo de rodilla de aproximadamente 120°;(c) arrodillarse en el suelo con los brazos estirados y las manos colocadas en la plataforma; (d) sentadillas- a un ritmo de 2 segundos hacia arriba y 2 segundos hacia abajo en un ángulo de rodilla de aproximadamente 120°; (e) posición de estocada con la pierna izquierda sobre la plataforma, y pierna derecha en el suelo; y (f) posición de estocada con la pierna derecha sobre la plataforma y pierna izquierda en el suelo. En el grupo de MT, los participantes se reunieron en una sala para la práctica mental de 8 a.m. a 12 del mediodía. Con el fin de aumentar la concentración y la preparación, la relajación y técnicas como la respiración se incorporaron durante 10 min.</p> <p>A cada participante se le hizo acostar en una cama plana y cerrar los ojos. Luego se les pidió que se imaginaran sentados sobre una silla. Después de eso, el entrenador les indicó que se pusieran de pie y camine una distancia de 3 m hacia una meta especial, y luego gire y siéntate en el sillón.</p> <p>A continuación, se les pidió que intentaran y visualizar mentalmente el mismo escenario, esta vez con más velocidad y habilidad en cada período.</p>		
--	---	--	--

TÍTULO: “Vibration training reducing falls in community-living older adults: a pilot randomized controlled trial”			
AÑO 2023			
AUTORES: Yang F et al (62)			
DISEÑO: ESTUDIO PILOTO			
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>Participaron 48 adultos mayores de 65 años.</p> <p>Grupo experimental Edad (X: SD) 72.7±5.6 años.</p> <p>Grupo control Edad (X: SD) 71.0±4.9 años.</p>	<p>El grupo experimental recibió WBV en una plataforma vibratoria alterna lateralmente, con una amplitud de 2mm y frecuencia de 20hz. Sesión de entrenamiento compuesta por 5 ciclos de vibración de 1 min x 1 minuto de descanso.</p> <p>El entrenamiento se repitió tres veces por semana durante ocho semanas (semanas 1 a 8) durante 24 sesiones de entrenamiento.</p> <p>Los participantes debían sujetar el manillar para mantener el equilibrio, se pararon descalzos sobre posiciones marcadas en el durante el entrenamiento.</p>	<p><u>Riesgo de caer, Resbalones inducidos en laboratorio:</u> cada participante fue determinado en una cinta de correr normal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ número de caídas</li> <li>➤ Proporción de caídas recurrentes</li> <li>➤ probabilidad de no caer</li> <li>➤ caída por resbalones</li> </ul> <p><u>Equilibrio dinámico:</u> (escala de equilibrio de Berg).</p> <p><u>Fuerza muscular isométrica</u> se evaluó a la rodilla derecha a 35° de flexión (dinamómetro isocinético Biodex Sistema 3, Nueva York).</p>	<p><u>Fuerza Muscular:</u> fuerza extensora de rodilla el grupo de control fue ligeramente más débil que el grupo de entrenamiento (p=0,047). La tasa de caídas en el grupo de entrenamiento fue significativamente inferior al grupo control (p=0,018,) Inmediatamente después del curso de formación, 9 de 21 (42,9%) participantes en el grupo control y 13 de 16 (81,3%) en el grupo de control cayó en respuesta a los resbalones inducidos.</p> <p>.Durante la nueva prueba, el 45% de los participantes (9/20) en el grupo de entrenamiento cayeron, lo que no difieren significativamente de la tasa de caída del grupo de control de 70,6% (p=0,117).</p> <p><u>Escala de Equilibrio de Berg:</u> mejoró más en el grupo de entrenamiento que en el grupo de control desde la línea de base hasta la prueba posterior al entrenamiento (p=0.014).</p>

TÍTULO:

“EVALUATION OF A SIX-WEEK WHOLE-BODY VIBRATION INTERVENTION ON NEUROMUSCULAR PERFORMANCE IN OLDER ADULTS”

AÑO: 2015

AUTORES: Perchthaler D. et al (63)

DISEÑO: ENSAYO CLÍNICO

POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
21 adultos mayores se dividieron aleatoriamente en grupo Grupo WBV: Edad (X: SD) 54,9 + 9,0 años Grupo control: Edad (X: SD) 54,5 + 6,3 años	El grupo WBV consistió en 12 sesiones durante un período de 6 semanas, 2 sesiones de entrenamiento por semana, con una frecuencia de 30hz, a una amplitud de 3,9 mm. De acuerdo con los protocolos de ejercicios específicos WBV se realizaban: <u>Primera posición:</u> sentadilla estática, rodilla en ángulo de 60 ° de flexión. <u>Segunda posición:</u> sentadilla dinámica con la rodilla de 45 a 60°, incluía un movimiento hacia arriba y hacia abajo. <u>Tercera posición:</u> desde una sentadilla de 60° de rodilla simulaba apretar una pelota con las rodillas. El grupo control continuó con su vida habitual durante las 6 semanas. Solo el ejercicio de calentamiento CISE se realizó a un nivel más bajo frecuencia de 18 Hz (media de la raíz	<u>Fuerza muscular</u> isocinética máxima, potencia media y trabajo se midieron en un dinamómetro isocinético (.IsoMed 2000 D&r GmbH Alemania)  Escala de Borg para la calificación del ejercicio percibido.  Se utilizó para evaluar la intensidad de los ejercicios , 6 ningún esfuerzo hasta 20 esfuerzo máximo.	No hubo diferencias clínicamente significativas en la fuerza máxima isocinética, valores medios de potencia o trabajo en extensión o flexión de rodilla $p = 0,052$ entre las pruebas dentro de cada grupo. Los ejercicios WBV y los respectivos parámetros de entrenamiento variaron entre niveles de calificación moderados de 7 y 13 en la escala de Borg.(Según el ejercicio)

	<p>aceleración al cuadrado: 1,8 g, donde <math>g = 9.81 \text{ ms}^2</math>), donde sujetos parados en un sistema isométrico en Posición en cuclillas con una rodilla ángulo de <math>60^\circ</math>.</p> <p><u>Pre y postest:</u> procedimientos estandarizados y realizados de la siguiente manera: a) un calentamiento (2 minutos a pie alrededor de la laboratorio), B) Prueba de rendimiento de CMJ y C) Medidas.</p>		
--	---	--	--

**TÍTULO: “EFFECTS OF CONTROLLED WHOLE-BODY VIBRATION TRAINING ON BALANCE AND FALL OUTCOMES AMONG HEALTHY OLDER ADULTS: A 6-WEEK PILOT STUDY”**

AUTORES: Saucedo F. et al (64)

AÑO: 2022

DISEÑO: Estudio Piloto

POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>Se reclutaron 24 participantes (17 completaron el estudio, 7 abandonaron el estudio por restricciones de covid) fueron divididos aleatoriamente en dos grupos:                      WBV Edad (X: SD) 71,4 ±7,1 años                      Control Edad (X: SD) 69,1 ±5,2 años</p>	<p>Se utilizó una plataforma vibratoria de alternancia lateral con una frecuencia de 20 hz y una amplitud de 1,3 mm ( 1 min de vibración y 1 min de descanso) total 10 min de trabajo, 3 veces por semana durante 6 semanas.</p> <p>El grupo control realizó el mismo procedimiento pero de manera simulada mediante un audio grabado del ruido de una máquina.</p> <p>Para evitar efectos adversos efectos o molestias mientras se está en la plataforma vibratoria,                      La flexión de la rodilla se mantuvo en 20°. Para minimizar el efecto amortiguador de los zapatos, los participantes se pararon en la plataforma descalzos.</p>	<p><u>Equilibrio:</u> Se evaluó con la Escala de equilibrio de Berg(BBS) .</p> <p><u>Evaluación Riesgo de caídas</u> Fueron expuestos a una cinta de correr especializada Active Step donde de manera imprevista se le producen resbalones.(Pruebas de deslizamiento)</p> <p>Se evaluó antes, inmediatamente después del tratamiento y a los 2 meses del mismo.</p>	<p>No se encontraron diferencias entre grupos para el equilibrio evaluado con BBS (<math>p&gt;0,05</math>) ni para el riesgo de caídas (<math>p&gt;0,05</math>)</p>

**TÍTULO: "EFFECTS OF EIGHT MONTHS OF WHOLE-BODY VIBRATION TRAINING ON THE MUSCLE MASS AND FUNCTIONAL CAPACITY OF ELDERLY WOMEN"**

AÑO 2015

AUTORES : Santin Medeiros F. et al (65)

DISEÑO: ENSAYO CLÍNICO

POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>37 mujeres de Edad (X: SD) 82,4 ±5,7 años</p> <p>Se dividieron en dos grupos, un grupo vibración (19) y un grupo control (18).</p>	<p>El grupo WBV consistió en un programa de 8 meses de duración con 2 sesiones matutinas en la semana en una plataforma vibratoria vertical con una frecuencia de 20hz y amplitud de 2mm de pico a pico.</p> <p>El programa Incluyó un total de 18 ejercicios. En cada sesión, las mujeres fueron instruidas en 6 tipos diferentes de ejercicios.</p> <p>El volumen de entrenamiento aumentó progresivamente durante cada sesión. Además, cada sesión</p> <p>La misión fue supervisada por al menos un investigador que pre estableció el ángulos de rodilla usando un goniómetro y supervisó el proceso. El grupo de control no participó en ningún programa de entrenamiento y se le pidió que no cambiará su estilo de vida habitual.</p> <p><u>Protocolo:</u> Posición del paciente: inicialmente con el paciente sentado en una silla frente a la plataforma con las piernas paralelas, con las piernas (30° flexión de rodilla) en rotación</p>	<p><u>Fuerza de la parte inferior del cuerpo</u> (utilizando la prueba de pararse en silla de 30 segundos),</p> <p><u>Equilibrio dinámico:</u> (utilizando TUGT cronometrada)</p> <p><u>Equilibrio/marcha</u> Prueba de Tinetti.</p> <p>Se midió el CSA (Área de sección transversal) mediante resonancia magnética.</p>	<p>Después de 8 meses, no hubo diferencias estadísticamente significativas pre-post intervención en CSA del cuádriceps (<math>p &gt; 0,05</math>) en el Grupo WBV.</p> <p>Con respecto a la fuerza de miembros inferiores (30-s), se observó mejoras estadísticamente significativas en ambos grupos, pero fueron mayores en el grupo control</p> <p>No se observaron diferencias significativas entre los grupos en Prueba de Tinetti (<math>p &gt; 0.05</math>)</p> <p>Pero si hay diferencias entre grupos en el equilibrio dinámico medido con la prueba del TUGT (<math>p = 0,05</math>).</p> <p>Después de 8 meses de intervención, el grupo Control tuvo una tasa</p>

	<p>interna y en rotación externa, con la pierna derecha estirada, con la pierna izquierda estirada y los pies en la plataforma WBV con o sin soporte metatarsiano, luego el paciente se pone de pie colocando la pierna derecha en la plataforma y la otra sobre el piso, luego invierte la posición.</p> <p>Después realiza una sentadilla 45° sobre la plataforma, sosteniéndose mediante unas cuerdas colocadas en la plataforma, tirando de atrás hacia arriba. Después mantiene el torso ligeramente flexionado, tirando las cuerdas hacia arriba. Manteniendo la sentadilla posiciona los pies juntos y luego separados. Luego realiza rotación interna y rotación externa de rodilla.</p> <p>Con sentadilla 45° y 90° en la plataforma WBV: coloca las piernas a la altura de las caderas.</p> <p>En sentadilla 45° de pie sobre la plataforma con torso ligeramente flexionando, tirando de las cuerdas hacia arriba, realizando una flexión con ambos brazos.</p> <p>Finaliza con sentadilla 90° colocando los pies juntos y luego separados.</p>		<p>significativamente mayor de rendimiento en agilidad y fuerza de la parte inferior del cuerpo.</p>
--	--	--	--



TÍTULO: “Effects of vertical and side-alternating vibration training on fall risk factors and bone turnover in older people at risk of falls”			
AÑO: 2015			
AUTORES: Corrie H. et al (66)			
DISEÑO: ENSAYO CLÍNICO			
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>61 Personas mayores (37 mujeres y 24 hombres) Edad (X: SD) 80,2+6,5 años.</p> <p>Fueron asignados en 3 grupos: Vibración vertical(VV) Edad (X: SD) 79.1 ± 7.8 años Vibración lateral (SV) Edad (X: SD) 79.5 ± 5.7 años Vibración simulada (Sham).Edad (X: SD) 81.9 ± 5.7 años</p>	<p>Los participantes asistieron a 3 sesiones de vibración por semana durante 12 semanas.</p> <p>El grupo VV utilizó una frecuencia nominal de 30 hz y desplazamiento bajo con una frecuencia media de 28,4 hz y un desplazamiento pico a pico de 1,3 mm.</p> <p>El grupo SV utilizó una frecuencia nominal de 30 hz en posición 1 de pie dando una frecuencia media de 29,8 hz y un desplazamiento pico a pico del segundo . dedo del pie de 2,9 mm.</p> <p>El grupo sham se posicionó en la plataforma estando ésta estacionaria. Se solicitó a todos los participantes que asistieron a la unidad, para un total de tres visitas por semana durante 12 semanas para vibración</p>	<p><u>Equilibrio Dinámico:</u> -(Time-up-and-go) -Prueba de alcance funcional -Prueba de los 4 pasos cuadrados.</p> <p><u>Equilibrio Estático:</u> Excursión del centro de gravedad.</p> <p><u>Miedo al caer</u> <u>Escala de eficacia de caídas FES</u></p>	<p>El tiempo de la Prueba de alcance funcional TUGT, FES y el balanceo postural con ojos abiertos mejoraron en el grupo Sham ( <math>P &lt; 0,05</math>).</p> <p>Prueba de los 4 pasos cuadrados: 0.98 (0.69 to 1.41) 1.26 (0.89 to 1.82)</p> <p>El balanceo mediolateral con los ojos abiertos disminuyó en Sham y SV pero no en VV, por lo tanto el balanceo mejoró menos significativamente en el grupo VV Sham.(velocidad de balanceo <math>P = 0,033</math>; amplitud de balanceo mediolateral <math>P = 0,005</math>).</p>

	<p>sesiones. Estos implican pararse sobre una plataforma vibratoria, sin zapatos, con las rodillas dobladas.</p> <p>Todos los participantes recibieron el programa habitual de prevención de caídas, que consistió en 6 visitas semanales a la unidad, cada una de las cuales incluyó un Clase de ejercicio de 1 h basada en el Programa de Ejercicio de Otago e información relevante sobre las caídas (seguridad en el hogar, medicación, calzado, alimentación saludable y consejos sobre visión y audición pruebas) basadas en la guía NICE.</p>		
--	--	--	--

<b>TÍTULO: “Effects of Whole-Body Vibration Training on the Physical Function of the Frail Elderly: An Open, Randomized Controlled Trial”</b>			
AÑO: 2020			
AUTORES: Wadsworth D. et al (67)			
DISEÑO: ENSAYO CLÍNICO			
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>117 participantes hombres y mujeres. Edad (X: SD) 82,45 (7,9) años.</p> <p>WBVG Edad (X: SD) 79,4 (1,1) años SIMG Edad (X: SD) 83,7 (1,2) años. Control Group Edad (X: SD) 84,3 (1,3) años.</p>	<p>Los participantes fueron asignados aleatoriamente a un control, WBV simulado (SIM) o WBV grupo de ejercicios. Los participantes de WBV y SIM también se sometieron a sesiones de ejercicio tres veces por semana durante 16 semanas.</p> <p>El entrenamiento WBV comenzó con 5 series de 1 minuto a 6 Hz/2 mm (ejercicio 1:1 min: descanso), después a 10, 1 minuto hasta 26 Hz/4 mm, manteniendo la flexión de la rodilla.</p> <p>El entrenamiento para los participantes del SIM imitó únicamente la postura y la duración del ejercicio WBV. El grupo control siguió con su vida habitual.</p>	<p><u>Equilibrio dinámico:</u> - time Up and Go (TUG)</p> <p><u>Marcha:</u> -Prueba Parallel WaLk (PWT) prueba de caminata paralela</p> <p>-Prueba de caminata cronometrada de 10 m (10 mTW).</p> <p>Se midió al inicio, a la 8 semana y a la 16 semana. Luego se evaluó a los 3,6 y 12 meses después del ejercicio.</p>	<p>En cuanto al equilibrio dinámico, se encontró diferencias significativas a favor del grupo WBV vs control, <math>p= 0,016</math> (8 sem) y <math>p= 0,011</math> (16 semanas), pero no así a los 3, 6 y 12 meses (<math>p&gt;0,05</math>)</p> <p>WBV vs SIM, valor <math>p= 0,016</math> (8 sem) y <math>p= 0,0001</math> (16 semanas), pero no así a los 3, 6 y 12 meses (<math>p&gt;0,05</math>)</p> <p>En cuanto a la marcha, medida con 10 mTW, solo se encontró diferencias significativas a favor del grupo WBV vs SIM, a los 3 meses. <math>p= 0,005</math></p> <p>Por último, en cuanto a la marcha, medida con Prueba Parallel WaLk (PWT), se encontró diferencias significativas a favor del grupo WBV vs control, a las 8 y 16 semanas, ) a los 3, 6 y 12 meses (<math>p&lt;0,05</math>)</p> <p>WBV vs SIM, se encontró diferencias significativas a favor del grupo WBV a las 8 y 16 semanas y 3 meses (<math>p&lt;0,05</math>), pero no así a los 6 y 12 meses (<math>p&gt;0,05</math>).</p>

## VI.a. ANÁLISIS DE RESULTADO

Los estudios analizados están integrados por doce ensayos clínicos controlados y cinco ensayos pilotos. La muestra de la población en estudio en todos los casos fue la de adultos mayores a 60 años, siendo el modo de selección aleatoria tanto del grupo intervención como el grupo control.

Respecto a la intervención plataforma vibratoria en la mayoría de los artículos recuperados se utilizaron Vibración de Cuerpo Entero (WBV) vertical, excepto en 3 artículos: Shim C et al (59), Yang F et al (55) y Saucedo F et al (64) en el cual se aplica WBV de manera horizontal / lateral.

En la frecuencia de la intervención se utilizó de 1 Hz A 60 Hz, siendo más aplicada la frecuencia baja (20Hz), luego le siguen la de 30 y 35 hz respectivamente (frecuencia media). En el caso de la amplitud fueron empleados de 1 a 4 mm en su mayoría, excepto el artículo Goudarzian M et al (61) donde fue de 5 a 8 mm. La frecuencia semanal fue de 3 días en 10 intervenciones WBV menos en los artículos de Kiehl A et al (51), Nawrat-Szołtysik A et al (56), Perchthaler D et al (63) y de Santin Madeiros F et al (65); en un solo artículo la frecuencia semanal es de 5 días Cheung WH et al (60). En el artículo de Wei N et al (52) et al el autor compara los efectos óptimos en relación de las frecuencias (baja, media y alta) con el tiempo.

En lo que respecta a la posición del paciente, en la gran mayoría se adoptó en bipedestación con los pies paralelos, descalzos sobre la plataforma con flexión de rodilla de 20 °, media sentadilla (120°) o sentadilla y manos sujetadas en los pasamanos o baranda. En el artículo de Cheung WH et al (60), se le pide al paciente que tenga las rodillas extendidas. Otro artículo que presenta discrepancia en la posición del paciente es el de Tseng S et al (53) en que uno de los grupos de tratamiento se le ordena la colocación de una venda que tape su visión y así eliminar su estímulo visual.

La variable equilibrio estático se midió con posturografía estática en los estudios de Kiehl A et al (51), Tseng SY et al (53), Gourdarzian M et al (61), Cheung WH et al (60) y Corrie H et al (66). En el equilibrio dinámico los autores Tsuji T et al (54) Yang F et al (55), Nawrat-Szołtysik A et al (56), Shim C et al (59), Gourdarzian M et al (61), Santin Medeiros F et al (65), Corrie H et al (66), Wadsworth D et al (67), Kiehl A et al (51) y Saucedo F et al

(57) utilizaron la Prueba Timed Up and Go y además Yang F et al (55), Shim C et al (59), Yang F et al (62), Saucedo et al (64) usaron la Escala de Berg.

Wei N et al (52), Pernambuco C et al (58), Yang F et al (55), Tseng SY et al (53), Yang F et al (62), Saucedo F et al (57), Cheung WH et al (60), Goudarzian M et al (61) y Perchthaler D et al (63) evaluaron fuerza mediante un dinamómetro isocinético. Mientras que sarcopenia, los autores Wei N et al (52) y Santin Medeiros F et al (65) utilizaron el área de sección transversal (CSA). En el primer artículo mediante ultrasonido y el segundo por medio de resonancia magnética.

Por último la variable marcha fue evaluada por Goudarzian M et al (61), Saucedo F et al (57), Wadsworth D et al (67), Kiehl A et al (51), Santin Medeiros F et al (65). Los autores Goudarzian M et al (61), Wadsworth D et al (67) y Saucedo F et al (57) utilizaron la prueba de velocidad de marcha de los 10 metros y 2 metros (MWT). Por su parte, Kiehl A et al (51) midió los parámetros de la marcha con un Sistema móvil de análisis y Santin Medeiros F et al (65) mediante el índice de Tinetti.

## VII. DISCUSIÓN

Los cambios resultantes del envejecimiento de la población genera una nueva visión sobre el cuidado, lo que requiere priorizar la independencia funcional y autonomía. La concurrencia de caídas afecta los aspectos biopsicosociales y económicos de los adultos mayores y la sociedad, por lo que es importante priorizar el conocimiento de los factores de riesgo y el impacto de los accidentes por caídas, con el objetivo de establecer medidas preventivas.

El objetivo del estudio consistió en conocer los efectos que produce la plataforma vibratoria sobre el riesgo de caídas, el equilibrio estático y dinámico, la fuerza y el grado de sarcopenia, la marcha.

En cuanto a riesgo de caer fue valorado por los autores Nawrat-Szołtysik A et al (56), Shim C et al (59), Corrie H et al (66), Yang F et al (62) y Saucedo F et al (64).

Shim C et al (59), Corrie H et al (66), Nawrat-Szołtysik A et al (56) utilizaron la escala de Eficacia de Caídas (FES-I) para evaluar el riesgo de caer. Shim C et al (59) utilizó la WBV horizontal encontraron mejoras en el grupo intervención. Esto podría deberse a que mejora de la propiocepción, al provocar sucesivas y múltiples situaciones de inestabilidad que fomentan el proceso de aprendizaje motor (47). En el caso de Corrie H et al (66) no se encontraron diferencias entre grupos. Esto podría deberse a que los 3 grupos recibieron un programa de prevención de caídas, que consistió en 6 visitas semanales, cada una de las cuales incluyó 1 hs de clase con ejercicios. En el estudio Nawrat-Szołtysik A et al (56) los cambios no fueron estadísticamente significativos, esto podría deberse porque la dosificación consistió en 2 estímulos semanales, en lugar de 3 como los otros estudios.

Yang F et al (62) y Saucedo F et al (64) evaluaron el riesgo de caer a través de una cinta de correr en laboratorio donde el grupo experimental era inducido a resbalones. Yang F et al (62) si se encontraron mejoras en el grupo experimental a diferencia de Saucedo F et al (64) a pesar de que la dosificación (frecuencia y amplitud) en ambos estudios fueron similares. La diferencia entre ambos puede deberse a la cantidad de sesiones, ya que en el estudio de Saucedo F et al (64) fueron de 6 semanas de intervención mientras el de Yang F (62) fue de 8 semanas. Además, en el estudio de Yang F et al (62) a largo plazo (5 y 12 meses) el grupo de plataforma experimentó significativamente menos caídas que el grupo control. La proporción de las caídas recurrentes también mejoró en el grupo durante el período de un

año posterior a la prueba inicial, sólo un individuo en este grupo experimentó múltiples caídas.

Con respecto al equilibrio estático, los siguientes autores Kiehl A et al (51), Tseng SY et al (53), Gourdazian M et al (61), Cheung WH et al (60) y Corrie H et al (66) lo evaluaron mediante posturografía y todos obtuvieron mejoras significativas con respecto al grupo control. Los autores Tseng SY et al (53), Gourdazian M et al (61), Cheung WH et al (60) y Corrie H et al (66) utilizaron frecuencias de tratamientos medias entre 20 a 35 Hz. Kiehl A et al (51) en cambio empleó frecuencias bajas 8,19 y 8,33 respectivamente. Esto podría haber influido en los resultados como así también la duración de cada intervención (una sola sesión de entrenamiento para cada grupo, dos días de intervención separadas por una semana de descanso) y el tamaño de la muestra.

En el caso de la intervención de los investigadores Tseng SY et al (53) y Gourdazian M et al (61) al equilibrio estático se lo midió mediante la adición de un sistema Biodex Balance a la plataforma. En ambos estudios se utilizó la misma dosificación semanal (3 días por semana). La diferencia resulta en la duración del tratamiento, ya que en el primero se llevó a cabo en un periodo de 3 meses, mientras que el segundo 8 semanas. En el estudio de Tseng SY et al (53) el resultado favorable se obtiene en el grupo WBV + retroalimentación visual y en el grupo WBV solo en pacientes que poseían independencia funcional. En Gourdazian M et al (61) las mejoras en el equilibrio están presentes en el grupo WBV, en el grupo estímulo mental (MT) y en el grupo WBV-MT con respecto al grupo control, aunque los diferentes protocolos y métodos en amplitud, frecuencia, intensidad, volumen, posición de exposición en el dispositivo WBV podrían haber afectado los resultados del estudio. La plataforma vibratoria genera mejoras en el equilibrio, una mejor coordinación, debido a la estimulación de los mecanorreceptores que puede conducir a la reorganización espinal y cortical, lo que podría suponer una mejora del control propioceptivo postural, generando menor riesgo de caídas en la población adulta mayor. (47)

En el artículo de Cheung WH et al (60) el equilibrio se evaluó con un sistema maestro, obteniendo mejoras en los parámetros de equilibrio general, tiempo de reacción más corto, aumento de la velocidad de movimiento, aumento de la excursión máxima al año de la intervención, no así en los 18 meses posteriores con respecto al grupo control. La dosificación semanal fue de 5 veces por semana y la baja amplitud (0,6mm) y la duración total de la intervención (18 meses) podrían explicar que no se obtuvieron resultados estadísticamente significativos. Por último en el artículo de Corrie H et al (66) examina el equilibrio mediante la excursión del centro de presión por 30 seg, sobre una placa de fuerza

tantos con los ojos cerrados como abiertos determinando una mejora en el grupo control en el balanceo mediolateral y postural con respecto al grupo tratamiento (vibración vertical), estos resultados pueden deberse a que todos los grupos recibieron un programa de ejercicios para prevención de caídas lo cual esto podría influir en los resultados.

Yang F et al (55), Shim C et al (59), Yang F et al (62), Saucedo et al (64) usaron la escala de equilibrio de Berg. Los autores Yang F et al (55), Shim C et al (59), Yang F et al (62), obtuvieron efectos significativos en la puntuación, esto se debe a que los parámetros de la plataforma fueron similares (frecuencia, amplitud, periodo de intervención). Saucedo F et al (64) no obtuvo efectos significativos. En este estudio se utilizó una amplitud de 1,3 mm siendo esta menor que la aplicada en otros investigadores (3 mm) (55), (59), (62), pudiendo interferir en los resultados obtenidos.

Evaluaron el equilibrio dinámico con la prueba Timed Up and Go los autores Tsuji T et al (54) Yang F et al (55), Nawrat-Szołtysik A et al (56), Shim C et al (59), Gourdzian M et al (61), Santin Medeiros F et al (65), Corrie H et al (66), Wadsworth D et al (67), Kiehl A et al (51) y Saucedo F et al (57). Tsuji T et al (54) Yang F et al (55), Nawrat-Szołtysik A et al (56), Shim C et al (59), Gourdzian M et al (61), Santin Medeiros F et al (65), Corrie H et al (66) y Wadsworth D et al (67) tuvieron una interacción significativa de la intervención en el tiempo, los parámetros de tratamiento fueron idénticos (frecuencia media 30-40, amplitud 2-3mm, 2-3 veces por semana de entrenamiento WBV, 16 a 24 sesiones).

En el artículo Kiehl A et al (56) los sujetos, no realizaron mediciones de seguimiento a largo plazo y la frecuencia (hz) fue menor que en otras intervenciones (8,19 hz y 8,33hz). En el estudio de Saucedo F et al (57) presentaban la retirada de sujetos al tratamiento a causa de restricciones por lo que se pudieron ver alterado los resultados.

En cuanto a la fuerza muscular fue evaluada por los siguientes autores Wei N et al (52), Pernambuco C et al (58), Yang F et al (55), Tseng SY et al (53), Yang F et al (62), Saucedo F et al (57), Cheung WH et al (60), Goudarjian M et al (61) y Perchthaler D et al (63) utilizando como herramienta el dinamómetro isocinético. Se encontraron efectos significativos con respecto al grupo control en los artículos de Wei N et al (52) Pernambuco C et al (58), Yang F et al (55), Tseng SY et al (53), Yang F et al (62), Cheung WH. et al (60) y Goudarjian M et al (61) donde se utilizaron frecuencias medias de 20 a 35 hz y amplitud de desplazamiento de 2 a 5 mm. Con respecto a la dosificación semanal, excepto en los artículos de los autores Pernambuco C et al (58), Perchthaler D et al (63) donde se aplicó WBV en dos días semanales y Cheung WH et al (60) 5 días por semana, en el resto de los artículos se administró plataforma vibratoria por 3 días semanales. La diferencia en los



resultados que no mejoraron significativamente se podría explicar por la duración del tratamiento y el número de sesiones del mismo (6 semanas y 18 sesiones respectivamente) según el análisis de los artículos de los autores Saucedo F et al (57) y Perchthaler D (63).

Como efectos terapéuticos de WBV en relación a la fuerza, se ha observado una mayor potencia muscular, lo cual indica un estado de alta eficiencia neuromuscular. Se han registrado mejoras en la capacidad de máxima contracción voluntaria concéntrica e isométrica. Se generaron adaptaciones producidas, una posible elevación del umbral de descarga de los órganos tendinosos de Golgi. Ello permitiría que el complejo músculo-tendón pudiera soportar mayores tensiones y, por tanto, un mayor número de unidades motrices fueran reclutadas durante la fase excéntrica. (47) (50)

Con respecto a la sarcopenia, valorada a través del área de sección transversal (CSA), al comparar el grupo intervención con el control, no se observaron diferencias entre grupos Wei N et al (52) y Santin Medeiros F et al (65), independientemente del tipo de frecuencia y del tiempo de prolongación de los ejercicios sobre la plataforma. Un estudio realizado por Gómez Cabello A et al (68) revisó los efectos de la plataforma vibratoria sobre la sarcopenia, concluyendo que tras 11 semanas de aplicación de WBV no fueron suficientes para generar cambios significativos en la masa magra de adultos mayores. Otros estudios encontraron aumentos de la fuerza isométrica máxima en el grupo de entrenamiento vibratorio suplementado con vitamina D, sin encontrar cambios en la masa muscular Verschueren SM et al (69) y Bogaerts A et al (70). Machado A et al demostraron el impacto de WBV sin la combinación con otros tipos de ejercicios, obteniendo incrementos del área de sección transversal del vasto medial, así como de la fuerza y la velocidad de miembros inferiores, tras 10 semanas de WBV. (71)

Los diferentes resultados podrían ser por la variedad en cuanto a las características de la muestra, los protocolos empleados y la duración de los mismos. También podría deberse a que la ganancia de fuerza muscular provocada por la vibraciones se debe principalmente a factores neuronales, más que a hipertrofia muscular, probablemente relacionados con una mayor sensibilidad al reflejo de estiramiento. (72)

Los autores Goudarzian M et al (61), Saucedo F et al (57), Wadsworth D et al (67), Kiehl A et al (51), Santin Medeiros F et al (65), analizaron parámetros de la marcha. Goudarzian M et al (61), Wadsworth D et al (67), y Saucedo F et al (57) en la prueba de marcha 10 mTW se destacaron diferencias significativas en comparación con el valor inicial, en todos los estudios la duración del entrenamiento fue de 3 veces por semana, y presentaban una frecuencia media de tratamiento. La aplicación del estímulo vibratorio

produce un estado de mayor eficiencia neuromuscular que permite aumentar el rendimiento en los movimientos voluntarios. (47) (50)

Kiehl A et al (51), las medidas de la marcha no fueron significativas, realizaron sólo una sesión de entrenamiento para cada modo de vibración y no realizaron mediciones de seguimiento a largo plazo.

Santin Medeiros F et al (65) midió equilibrio dinámico y marcha con el índice de Tinetti, el cual no tuvo resultados significativos, la variedad de ejercicios aplicados en el protocolo de entrenamiento pudo afectar los resultados.

La plataforma vibratoria genera una notable mejora en equilibrio, una mejor coordinación, propiocepción, debido a la estimulación de los mecanorreceptores que puede conducir a la reorganización espinal y cortical, lo que podría suponer una mejora del control propioceptivo postural generando menor riesgo de caídas en el anciano. (47)

## VIII. CONCLUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo conocer los efectos de la plataforma vibratoria de cuerpo entero sobre el riesgo a caer en adultos mayores.

Con respecto al riesgo a caer, se obtuvieron mejoras estadísticamente significativas luego de la implementación de intervenciones de vibración de cuerpo entero igual o superiores a 8 semanas en adultos mayores.

La evidencia sugiere que la terapia vibratoria de cuerpo entero genera mejoras tanto en el equilibrio estático como dinámico en este grupo poblacional. En el equilibrio estático aplicando una dosificación semanal de cinco veces por semana de baja amplitud (0,6 mm) y con una duración total de la intervención de 8 semanas. Y en el equilibrio dinámico utilizando los parámetros de tratamiento: frecuencia media 30-40, amplitud 2-3mm, 2-3 veces por semana de entrenamiento WBV, 16 a 24 sesiones.

Se observó una ganancia de fuerza muscular en la población estudiada, utilizando como parámetros frecuencias mayores a 20 hz, y una amplitud de desplazamiento de 2 a 5 mm, durante 3 días por semana, con un total de 8 semanas de tratamiento. Sin embargo, utilizando los parámetros mencionados, no se encontraron cambios estadísticamente significativos en la evaluación de la sarcopenia.

En cuanto a la marcha, se obtuvieron mejoras significativas en la velocidad del paso en la prueba de 10 metros, pero no así en los demás parámetros como la zancada, longitud y ancho del mismo. Por lo cual no se encontraron cambios estadísticamente significativos en los diferentes parámetros de la marcha luego de la aplicación de WBV.

Las plataformas vibratorias son una herramienta terapéutica cada vez más usada en la población de adultos mayores, esto se debe a la fiabilidad e inocuidad de la misma produciendo efectos sobre el riesgo de caídas, equilibrio, y fuerza.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Alvarado Garcia MA, Salazar Maya MA. Análisis del concepto de envejecimiento. *Gerokomos*. 2014; 25(2): 57-62.
2. Gutiérrez LM. El proceso de envejecimiento humano: algunas implicaciones asistenciales y para la prevención. *Papeles de Población*. 1999; 5(19): 125-147.
3. Pérez V, Sierra F. Biología del envejecimiento. *Rev Méd Chile*. 2009;137: 296-302.
4. Adams M, Gordt-Oesterwind K, Bongartz M, Zimmermann S, Seide S, Braun V, Et al. Effects of Physical Activity Interventions on Strength, Balance and Falls in Middle-Aged Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med Open*. 2023; 9(1) :61.
5. WHO. WHO global report on falls prevention in older age. World Health Organization. 2007.[https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43811/9789241563536\\_eng.pdf?sequence=1](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43811/9789241563536_eng.pdf?sequence=1)
6. Toosizadeh N, Wahlert G, Fain M, Mohler J. The effect of vibratory stimulation on the timed-up-and-go mobility test: a pilot study for sensory-related fall risk assessment. *Physiol Res*. 2020; 69(4): 721-730.
7. Santin-Medeiros F, Garatachea Vallejo N. Efectos musculoesqueléticos del entrenamiento con vibraciones en ancianos. *Rev. Esp. de Geriatria y Gerontología*. 2010; 45(5): 281-284.
8. Liu P, Li Y, Xiao Y, Li D, Liu L, Ma Y, Et al. Effects of whole-body vibration training with different frequencies on the balance ability of the older adults: a network meta-analysis. *Front Physio*. 2023; 14:1153163.
9. Gonçalves de Oliveira R, Coutinho HMEL, Martins MNM, Bernardo-Filho M, de Sá Caputo DDC, Campos de Oliveira L, Et al. Impacts of Whole-Body Vibration on Muscle Strength, Power, and Endurance in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Clin Med*. 2023; 12(13): 4467.
10. Landinez Parra NS, Contreras VK, Castro Villamil A. Proceso de envejecimiento, ejercicio y fisioterapia. *Rev Cubana Salud Pública*. 2012; 38(4): 562-580.
11. Zetina Lozano MG. Conceptualización del proceso de envejecimiento. *Papeles de Población*. 1999; 5(19): 23-41.
12. Fragala MS, Lusa Cadore E, Izquierdo M, Kraemer WJ, Peterson M, Ryan ED. Entrenamiento de Fuerza para Adultos Mayores. *Rev Edu Fís*. 2019; 156(4): 29-46.
13. Pinillas Cárdenas MA, Ortiz Álvarez MA, Suárez-Escudero JC. Adulto mayor: envejecimiento, discapacidad, cuidado y centros día. Revisión de tema. 2021; 37(2): 488-505.

14. Jürschik Giménez P, Escobar Bravo MA, Nuin Orrio C, Botigué Satorra T. Criterios de fragilidad del adulto mayor. Estudio piloto. Atención Primaria. 2011; 43(4): 190-196.
15. Padilla Colón CJ, Sánchez Collado P, Cuevas MJ. Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. Nutr Hosp. 2014; 29(5): 979-988.
16. Rojas Bermúdez C, Buckcanan Vargas A, Benavides Jiménez G. Sarcopenia: abordaje integral del adulto mayor. Revista Méd. Sinergia. 2019; 4(5): 24-34.
17. Wu S, Ning HT, Xiao SM, Hu MY, Wu XY, Deng HW, Et al. Effects of vibration therapy on muscle mass, muscle strength and physical function in older adults with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. Eur Rev Aging Phys Act. 2020; 17:14.
18. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, Et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. Age Ageing. 2019; 48(1): 16-31.
19. Bahat G, Erdoğan T, İlhan B. SARC-F and other screening tests for sarcopenia. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2022 1;25(1): 37-42.
20. Pérez de Alejo-Plain A, Roque-Pérez L, Plain-Pazos C. Las caídas, causa de accidente en el adulto mayor. 2020; 59(276): 705.
21. Azevedo Smith A, Oliveira Silva A, Partezani Rodrigues RA, Paredes Moreira MAS, Almeida Nogueira J, Rangel Tura LF. Evaluación del riesgo de caídas en adultos mayores que viven en el domicilio. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2017; 25: 2754
22. Guerrero Ceh JG, Sarabia Alcocer B, Can Valle AR. Incidencia del síndrome de caídas en el hogar, estudio realizado en personas mayores en el rango de edad de 60 a 80 años. RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo. 2016; 6(12): 466-475
23. Lázaro del Nogal M, González-Ramírez A. Palomo-Iloro A. Evaluación del riesgo de caídas. Protocolos de valoración clínica. Rev. Española de Geriatria y Gerontología. 2005; 40(1): 54-63.
24. Terra Jonas L, Vitorelli Diniz Lima K, Inácio Soares M, Mendes MA, Silva José V, Mônica Ribeiro P. Evaluación del riesgo de caídas en las personas mayores: ¿cómo hacerlo?. Gerokomos. 2014; 25(1): 13-16.
25. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Pablo JP. What is balance?. Rehabilitación clínica. 2000; 14(4): 402–406.

26. Fernández-Nava MJ, Ferreira-Cendón S, Alonso-de la Iglesia S, Cecilio-Rivas MM, Alonso-San EAB, Del Pozo-de Dios JC et al. Límites de estabilidad en los distintos patrones posturográficos. Estudio cohortes. Rev. ORL. 2022; (4): 289-295.
27. Franchignoni F, Tesio L, Martino MT, Ricupero C. Reliability of four simple, quantitative tests of balance and mobility in healthy elderly females. Aging Clinical and Experimental. 1998; 10(1): 26–31.
28. Peydro de Moya MF, Baydal Bertomeu JM, Vivas Broseta MJ. Evaluación y rehabilitación del equilibrio mediante posturografía. Rehabilitación. 2005; 39(6): 315-323.
29. Kear BM, Guck TP, McGaha AL. Timed Up and Go (TUG) Test: Normative Reference Values for Ages 20 to 59 Years and Relationships With Physical and Mental Health Risk Factors. J Prim Care Community Health. 2017; 8(1): 9-13.
30. Ortega-Bastidas P, Gómez B, Aqueveque P, Luarte-Martínez S, Cano-de-la-Cuerda R. Instrumented Timed Up and Go Test (iTUG)-More Than Assessing Time to Predict Falls: A Systematic Review. Sensors. 2023; 23(7): 3426.
31. Dite W, Temple VA. A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling older adults. Arch Phys Med Rehabil. 2002; 83(11): 1566-71.
32. Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review. Phys Ther. 2008; 88(5): 559-66.
33. Miranda-Cantellops N, Tiu TK. Berg Balance Testing. 2023 Feb 17. In: StatPearls [Internet]. Berg Balance Testing - PubMed (nih.gov)
34. Cobo-Mejía EA, Ochoa González ME, Ruiz Castillo LY, Vargas Niño DM, Sáenz Pacheco AM, Sandoval-Cuellar C. Reliability of Senior Fitness Test version in Spanish for older people in Tunja-Colombia. Arch Med Deporte 2016;33(6):382-386.
35. Puente Maestua L, Valdazo Arch M. Evaluación de la función muscular periférica Bronconeumol. 2001; 37(6): 317-323.
36. Benfica PDA, Aguiar LT, Brito SAF, Bernardino LHN, Teixeira-Salmela LF, Faria CDCM. Valores de referencia para la fuerza muscular: una revisión sistemática con un metaanálisis descriptivo. Braz J Phys Ther. 2018; 22(5):355-369.
37. Calbet JAL, Jiménez Ramírez J, Arteaga Ortiz R. Factores estructurales determinantes de la fuerza muscular: métodos de estudio. Consejo Superior de Dep. Serie ICd. 1999: 21:27-55
38. Brown LE, Weir JP. ASEP Procedures Recommendation I: Accurate Assessment Of Muscular Strength And Power. 2001; 4(3): 1-21.

39. Latorre Roman PA, Garcia Pinillos F. Asociación entre la fuerza de piernas y el área de sección transversal del cuádriceps femoral con el nivel de actividad en octogenarios artículo biomecánico. 2016.vol.36 (2)
40. Montero L, Martinez de Haro V. Manual de teoría y práctica del acondicionamiento físico. Ciencia del deporte. 2003.104-108
41. Cerda AL. Management of gait disorders in the elderly. REV. MED. CLIN. CONDES. 2014; 25(2): 265-275.
42. Villa Moreno A, Gutiérrez Gutiérrez E, Pérez Moreno JC. Consideraciones para el análisis de la marcha humana. Técnicas de videogrametría, electromiografía y dinamometría. Rev. ing. biomed. 2008; 2(3): 16-26.
43. Villar San Pio T, Mesa Lampre M, Gimeno A, Romero AC, Arin E. Alteraciones de la marcha, inestabilidad y caídas.Tratado de Geriatria para residentes.
44. Ng SS, Chan LH, Chan CS, Lai SH, Wu WW, Tse MM, Et al. Parallel walk test: its correlation with balance and motor functions in people with chronic stroke. Arch Phys Med Rehabil. 2015; 96(5): 877-84.
45. Chen Y, Yihan M, Xi C, Song Z, Xiuhua W, Xiaoqing W. Reliability and validity of the Tinetti performance oriented mobility assessment in Chinese community-dwelling older adults. Geriatric Nursing. 2023; 53: 85-89.
46. Estrella-Castillo DF, Euán-Paz A, Pinto-Loría ML, Sánchez-Escobedo PA, Rubio-Zapata HA. Alteraciones del equilibrio como predictoras de caídas en una muestra de adultos mayores de Mérida Yucatán, México. Rehabilitación. 2011; 45(4): 320–326.
47. Alguacil Diego I, Gómez Conches M. Vibratory platforms: neurophysiological bases, physiological effects and therapeutic applications terapéuticas. 2009: 26(130); 119-129.
48. García-Artero E, Ortega Porcel FB, Ruiz J, Carreño Gálvez FC. Vibration training. Physiological basis and effects. Selección Madrid. 2006; 15 (2):78-86
49. Rittweger J. La vibración como modalidad de ejercicio: cómo puede funcionar y cuál podría ser su potencial. Eur J Appl Physiol. 2010; 108(5): 877-904.
50. Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, McFarlin BK, Hinman MR, Paloski WH. Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise. Med Sci Sports Exerc. 2007; 39(9): 1642-50

51. Kiehl A, Stein L, Kerling A, Tegtbur U, Kaeding TS. Sinus-like versus random vibration: Acute effects on elderly people with a high risk of falling. *Gait Posture*. 2021; 90: 36-42.
52. Wei N, Pang MY, Ng SS, Ng GY. Optimal frequency/time combination of whole-body vibration training for improving muscle size and strength of people with age-related muscle loss (sarcopenia): A randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int*. 2017; 17(10): 1412-1420.
53. Tseng SY, Lai CL, Chang KL, Hsu PS, Lee MC, Wang CH. Influence of Whole-Body Vibration Training Without Visual Feedback on Balance and Lower-Extremity Muscle Strength of the Elderly: A Randomized Controlled Trial. *Medicine (Baltimore)*. 2016; 95(5): e2709.
54. Tsuji T, Kitano N, Tsunoda K, Himori E, Okura T, Tanaka K. Short-term effects of whole-body vibration on functional mobility and flexibility in healthy, older adults: a randomized crossover study. *J Geriatr Phys Ther*. 2014; 37(2): 58-64.
55. Yang F, King GA, Dillon L, Su X. Controlled whole-body vibration training reduces risk of falls among community dwelling older adults. *Journal of Biomechanics*. 2015; 48 (12): 3206-3212.
56. Nawrat-Szołtysik A, Sieradzka M, Nowacka-Chmielewska M, Piejko L, Duda J, Brachman A, Et al. Effect of Whole-Body Vibration Training on Selected Intrinsic Risk Factors in Women Aged 60+ at Fall Risk: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19(24): 17066.
57. Saucedo F, Chavez EA, Vanderhoof HR, Eggleston JD. Effects of Controlled Whole-Body Vibration Training on Functional Performance Among Healthy Older Adults: A 6-Week Pilot Study. *JAR Life*. 2021; 10: 39-44.
58. Pernambuco CS, Batalha NM, Raimundo AM. Effects of whole-body vibration exercises on strength levels of lower limb on elderlies. *Ciencias de la actividad física*. 2022; 23: 1-10.



59. Shim C, Lee Y, Lee D, Jeong B, Kim J, Choi Y, Et al. Effect of whole body vibration exercise in the horizontal direction on balance and fear of falling in elderly people: a pilot study. *J Phys Ther Sci.* 2014; 26(7): 1083-6.
60. Cheung WH, Li CY, Zhu TY, Leung KS. Improvement in muscle performance after one-year cessation of low-magnitude high-frequency vibration in community elderly. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2016; 16(1): 4-11.
61. Goudarzian M, Ghavi S, Shariat A, Shirvani H, Rahimi M. Effects of whole body vibration training and mental training on mobility, neuromuscular performance, and muscle strength in older men. *J Exerc Rehabil.* 2017; 13(5): 573-580.
62. Yang F, Su X, Sanchez MC, Hackney ME, Butler AJ. Vibration training reducing falls in community-living older adults: a pilot randomized controlled trial. *Aging Clin Exp Res.* 2023; 35(4): 803-814.
63. Perchthaler D, Grau S, Hein T. Evaluation of a six-week whole-body vibration intervention on neuromuscular performance in older adults. *J Strength Cond Res.* 2015; ;29(1): 86-95.
64. Saucedo F, Chavez EA, Vanderhoof HR, Pradeep Ambati VN, Eggleston JD. Effects of Controlled Whole-body Vibration Training on Balance and Fall Outcomes Among Healthy Older Adults: A 6-Week Pilot Study. *JAR Life.* 2022; 11: 31-37.
65. Santin-Medeiros F, Rey-López JP, Santos-Lozano A, Cristi-Montero CS, Garatachea Vallejo N. Effects of Eight Months of Whole-Body Vibration Training on the Muscle Mass and Functional Capacity of Elderly Women. *J Strength Cond Res.* 2015; 29(7): 1863-9.
66. Corrie H, Brooke-Wavell K, Mansfield NJ, Cowley A, Morris R, Masud T. Effects of vertical and side-alternating vibration training on fall risk factors and bone turnover in older people at risk of falls. *Age Ageing.* 2015; 44(1): 115-22.
67. Wadsworth D, Lark S. Effects of Whole-Body Vibration Training on the Physical Function of the Frail Elderly: An Open, Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2020; 101(7): 1111-1119.
68. Gómez Cabello A, González Aguero A, Ara I, Casajus JA, Vicente Rodríguez G. Effects of a short-term whole body vibration intervention on lean mass in elderly people. *Nutr Hosp.* 2013; 28(4): 1255-8.
69. Verschueren SM, Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL, Haentiens P, Vanderschueren D et al. The effects of whole- body vibration training and vitamin D supplementation on muscle strength, muscle mass, and bone density in institutionalized elderly women: a 6-month randomized, controlled trial. *J Bone Miner Res.* 2011; 26(1): 42-9.

70. Bogaerts A, Delecluse C, Boonen S, Claessens AL, Milisen K, Verschueren SM. Changes in balance, functional performance and fall risk following whole body vibration training and vitamin D supplementation in institutionalized elderly women. A 6 month randomized controlled trial. *Gait Posture*. 2011; 33(3): 466-72.
71. Machado A, García-López D, González-Gallego J, Garatachea N. Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial. *Scand J Med Sci Sports*. 2010; 20(2): 200-7.
72. Rehn B, Lidstrom J, Skoglund J, Lindstrom B. Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise:a systematic review. *Scand J Med Sci Sports*. 2007; 17: 2–11.

