

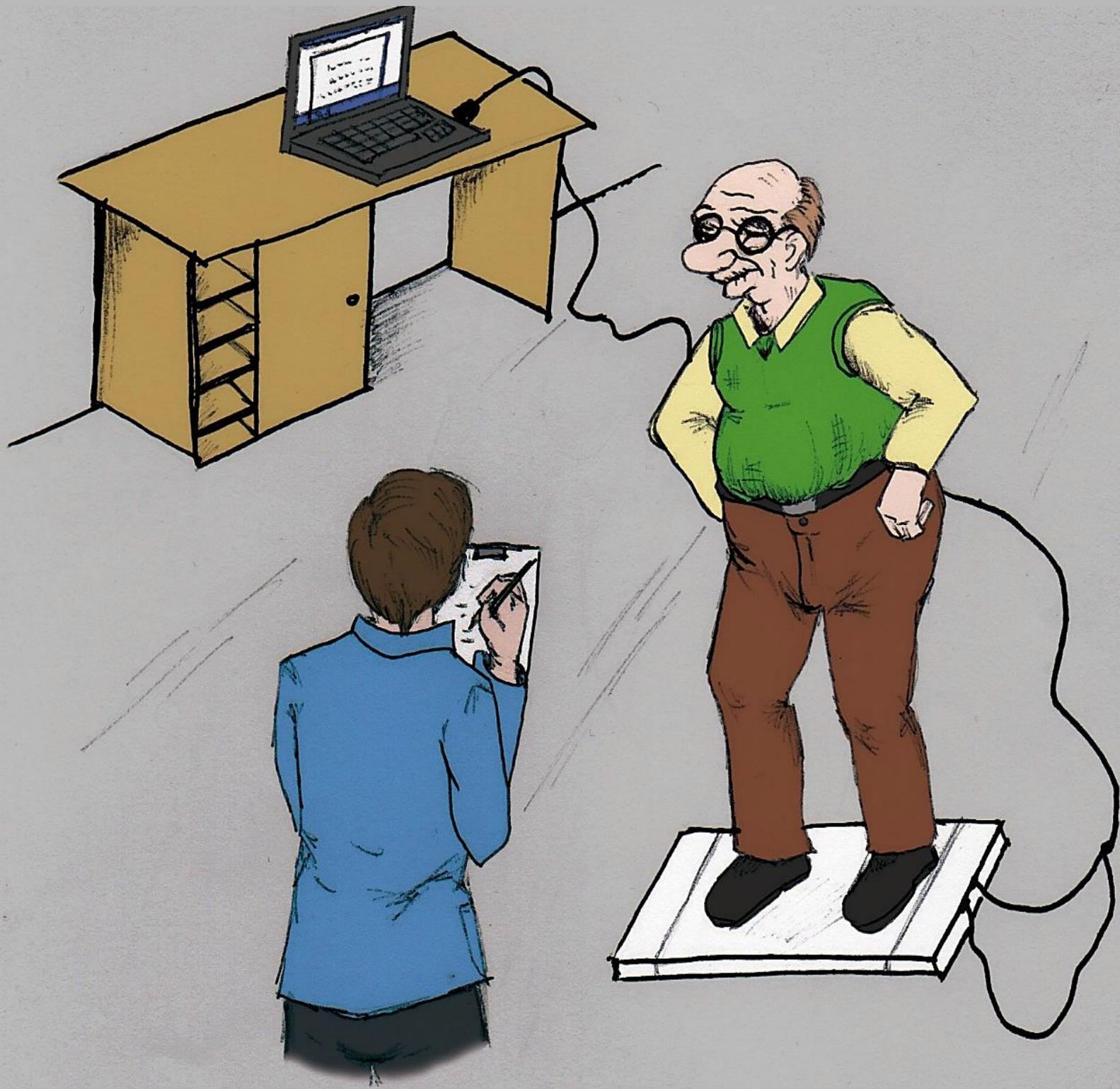
**UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

**Facultad de Ciencias de la Educación  
Departamento de Educación Física y Deporte**

**Francisco Álvarez Barbosa**

**ENTRENAMIENTO VIBRATORIO COMO MÉTODO DE MEJORA DE LOS  
FACTORES ASOCIADOS AL RIESGO DE CAÍDA EN PERSONAS MAYORES  
INSTITUCIONALIZADAS**

**Tesis Doctoral**





Tesis Doctoral

**ENTRENAMIENTO VIBRATORIO COMO MÉTODO DE MEJORA DE LOS  
FACTORES ASOCIADOS AL RIESGO DE CAÍDA EN PERSONAS MAYORES  
INSTITUCIONALIZADAS**



DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

DIRECTORES DE TESIS DOCTORAL:

**DR. JESÚS DEL POZO CRUZ**

**DR. BORJA DEL POZO CRUZ**

**FRANCISCO ÁLVAREZ BARBOSA**

**2016**



*A mis directores y amigos Borja y Jesús por guiarme en este camino*

*A mi familia por darme la oportunidad de cumplir este sueño*

*A ti, por animarme y estar siempre a mi lado*



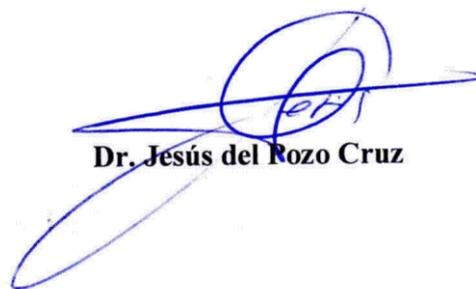


**D. JESUS DEL POZO CRUZ**, Doctor por la Universidad Pablo de Olavide.

CERTIFICA:

Que, Don **Francisco Álvarez Barbosa**, Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, ha realizado bajo mi dirección el trabajo titulado “**Entrenamiento vibratorio como método de mejora de los factores asociados al riesgo de caída en personas mayores institucionalizadas**”, y que a mi juicio reúne las condiciones necesarias de originalidad y rigor científico para ser defendido públicamente y optar al grado de Doctor por la Universidad de Sevilla.

Sevilla, a 22 de Febrero de dos mil dieciséis.



**Dr. Jesús del Pozo Cruz**





**THE UNIVERSITY OF AUCKLAND**  
**NEW ZEALAND**

D. BORJA DEL POZO CRUZ, Doctor por la Universidad Pablo de Olavide.

CERTIFICA:

Que, Don **Francisco Álvarez Barbosa**, Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, ha realizado bajo mi dirección el trabajo titulado “**Entrenamiento vibratorio como método de mejora de los factores asociados al riesgo de caída en personas mayores institucionalizadas**”, y que a mi juicio reúne las condiciones necesarias de originalidad y rigor científico para ser defendido públicamente y optar al grado de Doctor por la Universidad de Sevilla.

Auckland, a 22 de Febrero de dos mil dieciséis.



Dr. Borja del Pozo Cruz



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN.....</b>	11
<b>ABSTRACT.....</b>	13
<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	15
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	17
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	19
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....</b>	21
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....</b>	29
II.1. EL PROCESO DE ENVEJECIMIENTO.....	31
II.2. ENTRENAMIENTO VIBRATORIO.....	39
<b>CAPÍTULO 3 OBJETIVOS.....</b>	47
<b>CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA APLICADA.....</b>	51
IV.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	53
IV.2. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	54
IV.3. PARTICIPANTES.....	54
IV.4. VARIABLES DE ESTUDIO.....	58
IV.5. PROCEDIMIENTO E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN.....	64
IV.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	69
IV.7. PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN.....	72
<b>CAPÍTULO 5 RESULTADOS.....</b>	77
V.1. ESTUDIO 1.....	79
V.2. ESTUDIO 2.....	83
V.3. ESTUDIO 3.....	87
V.4. ESTUDIO 4.....	89
<b>CAPÍTULO 6 DISCUSIÓN.....</b>	93
VI.1. EVIDENCIA CIENTÍFICA SOBRE LAS WBV.....	95
VI.2 FACTORES ASOCIADOS A LAS CAÍDAS.....	98
VI.3. EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO VIBRATORIO.....	100
VI.4. EFECTO POR LAS WBV O LOS EJERCICIOS DINÁMICOS.....	102

VI.5. LIMITACIONES.....	104
<b>CAPÍTULO 7 CONCLUSIÓN.....</b>	<b>107</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>129</b>
COMITÉ ÉTICO.....	131
PROTOCOLO DE BÚSQUEDA DEL ESTUDIO 1.....	133

## RESUMEN

Las caídas son uno de los mayores problemas para la salud en todo el mundo suponiendo una de las principales causas de mortalidad y morbilidad entre las personas mayores. La razón de todo esto se relaciona en su mayor parte con el propio proceso de envejecimiento, puesto que afecta a numerosos factores tales como el control postural, el equilibrio, la movilidad funcional o la debilidad muscular entre otros. Esta disminución en el estado funcional, acompañado de alteraciones en el proceso cognitivo suponen que la incidencia, así como sus consecuencias en personas mayores institucionalizadas aumenten de manera significativa. Parece ser que el entrenamiento vibratorio de cuerpo entero puede ser una alternativa eficaz al ejercicio tradicional para mejorar alguno de los mencionados factores, por lo que el objetivo general de la presente tesis fue determinar los efectos que un programa de 8 semanas de ejercicios dinámicos sobre una plataforma vibratoria tiene sobre los factores asociados a las caídas, la dependencia funcional y la calidad de vida en un grupo de personas mayores institucionalizadas.

Tras una revisión sistemática, 6 estudios fueron incluidos en un meta-análisis con el objetivo de sintetizar los resultados encontrados acerca de los efectos de las vibraciones de cuerpo entero en las personas mayores institucionalizadas. Tras este primer paso, 52 participantes ( $83,73 \pm 7$  años) fueron evaluados para determinar cuáles eran los factores asociados al riesgo de caída, tras lo cual fueron distribuidos en alguno de los grupos de estudio: 1) Grupo de vibración de cuerpo entero (WBV), que realizó un programa de 8 semanas de ejercicios dinámicos sobre una plataforma vibratoria de cuerpo entero, con una frecuencia de 3 sesiones a la semana. 2) Grupo sin vibración (nV), que realizó el mismo protocolo de ejercicios que el grupo anterior pero sin la vibración de cuerpo entero. 3) Grupo control, al cual se pidió que no cambiase su rutina diaria durante la duración del estudio.

Con el fin de cumplir el objetivo de estudio, las variables evaluadas fueron de carácter clínicas y demográficas (edad, años institucionalizados, número de enfermedades y medicamentos asociados a las mismas), composición corporal, capacidad

funcional de los participantes (fuerza y potencia muscular, movilidad y estabilidad postural), dependencia funcional y calidad de vida relacionada con la salud.

Los principales resultados que se encontraron, fueron los siguientes: I) las vibraciones de cuerpo entero pueden tener beneficio sobre la movilidad funcional de las personas mayores institucionalizadas. II) El riesgo de caída en personas mayores institucionalizadas se relaciona con el rendimiento muscular del tren inferior, el estado funcional y la calidad de vida. III) El entrenamiento vibratorio es efectivo en la mejora de la capacidad funcional, la calidad de vida y la dependencia funcional. IV) El componente vibratorio añade beneficios adicionales a los ejercicios dinámicos convencionales.

La principal conclusión de la presente Tesis Doctoral fue que un programa de ejercicios dinámicos vibratorios de cuerpo entero puede ser una terapia factible y eficaz para mejorar la capacidad funcional, la dependencia y la calidad de vida en personas institucionalizadas mayores de 80 años.

**Palabras clave:** residencia de ancianos, personas mayores, entrenamiento vibratorio de cuerpo entero, capacidad funcional, calidad de vida

## ABSTRACT

Falls are a major health problem worldwide, representing one of the main causes of mortality and morbidity among older people. The reason for this is related to the aging process, as it affects numerous factors, such as postural control, balance, functional mobility or muscle weakness, among others. This decrease in functional status, accompanied by alterations in cognition, leads to incidence, and its consequences for institutionalized elderly increase significantly. It seems that the whole body vibration training can be an effective alternative to traditional exercise in order to improve these factors. Thus, the general objective of this thesis was to determine the effects of an 8 weeks program of dynamic exercises on a vibrating platform on factors associated with falls, functional dependence and quality of life in a group of institutionalized older people.

After a systematic review, 6 studies were included in a meta-analysis in order to summarize the results found regarding the effects of whole body vibration in institutionalized older people. After this first step, 52 participants ( $83,73 \pm 7$  years) were evaluated to determine what were the factors associated with the risk of fall, after which they were distributed into any of the study groups: 1) Whole body vibration group (WBV), which performed a program of 8 weeks of dynamic exercises on a vibrating platform, with a frequency of 3 sessions per week. 2) Non-vibration group (nV), which performed the same exercise protocol as the previous group but without whole body vibration. 3) Control group, which was asked not to change their daily routine for the duration of the study.

In order to accomplish the objective of the study, clinical and demographic variables were evaluated (age, institutionalized years, number of diseases and drugs associated with them), body composition, functional capacity of participants (muscle strength and power, mobility and postural stability), functional dependence and health-related quality of life.

The main results found were: I) Whole body vibration may have benefits on the functional mobility of institutionalized older people. II) The risk of fall in institutionalized older people is associated with lower body muscle performance, functional status and quality of life. III) The vibration training is effective in improving functional capacity, quality of life and functional dependence. IV) The vibratory component adds additional benefits to conventional dynamic exercises.

The main conclusion of the present Doctoral Thesis was that a program of whole body vibration dynamic exercises can be a feasible and effective therapy to improve functional capacity, dependence and quality of life in institutionalized people over 80 years.

**Keywords:** nursing home, older people, whole body vibration training, functional capacity, quality of life

## ABREVIATURAS

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**ADL:** Actividades de la vida diaria

**CVRS:** Calidad de vida relacionada con la salud

**WBV:** Vibración de cuerpo entero

**Hz:** Hercio

**s:** Segundo

**VO<sub>2</sub>:** Consumo máximo de oxígeno

**TUG:** Test de levantarse, caminar y sentarse

**ICC:** Índice de cintura-cadera

**30s CSTS:** Test 30 segundos levantarse-sentarse de una silla

**COP:** Centro de presión

**EQ-5D:** Euroqol 5 dimensiones

**Cm:** Centímetros

**Kg:** Kilogramos

**IMC:** Índice de masa corporal

**V<sub>max</sub>:** Velocidad máxima

**V<sub>med</sub>:** Velocidad media

**N:** Newton

**AP:** Antero-posterior

**ML:** Medio-lateral

**VAS:** Escala visual análoga

**SMD:** Diferencia de medias estandarizadas

**SD:** Desviación típica

**RIQ:** Rango intercuartil

**IC:** Intervalo de confianza

**ROC:** Receiver operating characteristic

**PS:** Probabilidad de superioridad

**AUC:** Área por debajo de la curva

**WBV:** Grupo vibración de cuerpo entero

**nV:** Grupo sin vibración

**CG:** Grupo control

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Resumen de las variables de estudio.....	59
<b>Tabla 2.</b> Resumen de las pruebas estadísticas realizadas en los estudios 2, 3 y 4.....	71
<b>Tabla 3.</b> Descripción del protocolo de entrenamiento.....	73
<b>Tabla 4.</b> Ejercicios realizados sobre plataforma vibratoria vertical.....	74
<b>Tabla 5.</b> Características de los estudios que conforman el estudio 1.....	82
<b>Tabla 6.</b> Diferencias entre grupos en la capacidad funcional del tren inferior (Estudio 2).....	83
<b>Tabla 7.</b> Calidad de vida e independencia funcional en personas mayores institucionalizadas (Estudio 2).....	84
<b>Tabla 8.</b> Correlación entre el riesgo de caída evaluado con el TUG test y la capacidad funcional, calidad de vida e independencia funcional (Estudio 2).....	85
<b>Tabla 9.</b> Puntos de corte, sensibilidad, especificidad y área por debajo de la curva para las variables que estadísticamente pueden distinguir entre aquellos en riesgo o no de caída.....	86
<b>Tabla 10.</b> Diferencias en la capacidad funcional tras 8 semanas de intervención.....	88
<b>Tabla 11.</b> Diferencias en la CVRS e independencia funcional tras 8 semanas de intervención.....	88



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Adaptación de los factores que afectan en la incidencia de las caídas según la OMS.....	25
<b>Figura 2.</b> Propuesta de los estudios que componen la presente Tesis Doctoral.....	27
<b>Figura 3.</b> Tipos de vibración.....	40
<b>Figura 4.</b> Ejemplo de tipos de vibración.....	41
<b>Figura 5.</b> Tipos de plataformas vibratorias.....	42
<b>Figura 6.</b> Variables que influyen en el entrenamiento vibratorio.....	42
<b>Figura 7.</b> Flujo de participantes en los estudios 3 y 4.....	57
<b>Figura 8.</b> Forest plot sobre la prueba TUG test ( <i>Estudio 1</i> ).....	80
<b>Figura 9.</b> Forest plot de la prueba Tinetti <sub>Marcha</sub> ( <i>Estudio 1</i> ).....	80
<b>Figura 10.</b> Forest plot de la prueba Tinetti <sub>Equilibrio</sub> ( <i>Estudio 1</i> ).....	80
<b>Figura 11.</b> Forest plot de la prueba Tinetti <sub>Total</sub> ( <i>Estudio 1</i> ).....	81
<b>Figura 12.</b> Forest plot de la prueba Hand Grip ( <i>Estudio 1</i> ).....	81
<b>Figura 13.</b> Capacidad funcional tras 8 semanas de intervención.....	90
<b>Figura 14.</b> CVRS e independencia funcional tras 8 semanas de intervención.	90
<b>Figura 15.</b> Área del COP tras 8 semanas de intervención.....	91



# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

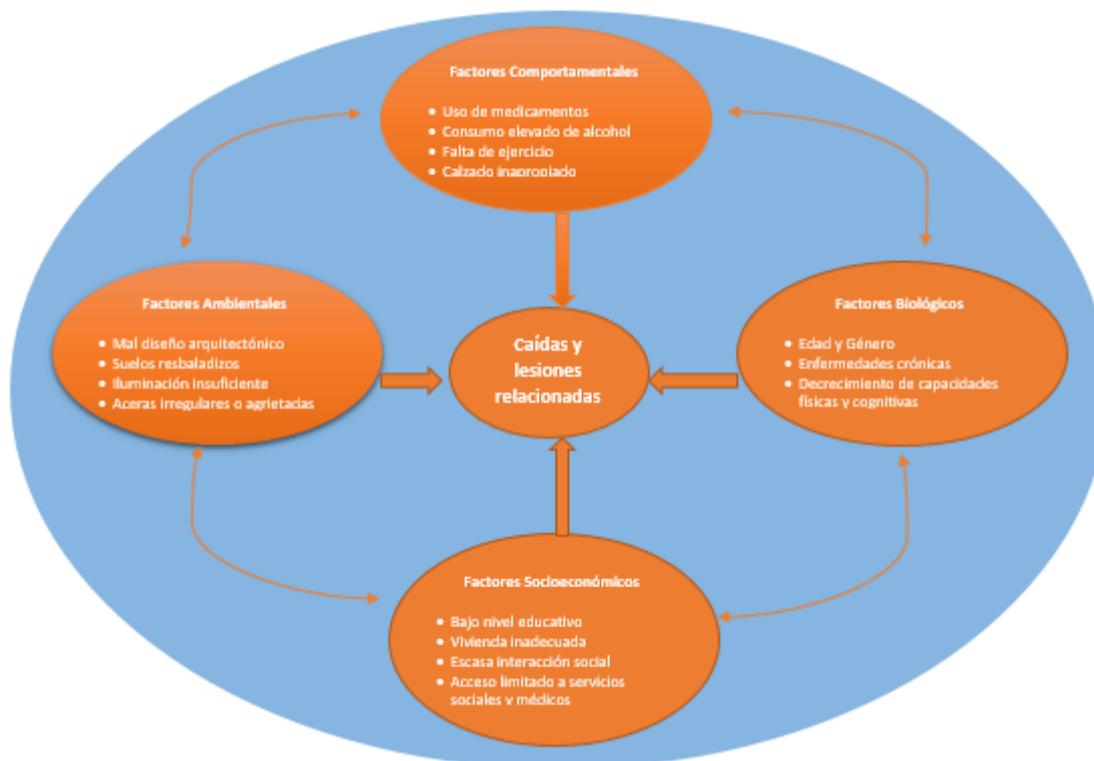


Las caídas son uno de los mayores problemas para la salud en todo el mundo (Iglesias, Manca et al. 2009, Hartholt, van Beeck et al. 2011). Según datos de la OMS se estima que aproximadamente 37,7 millones de caídas son lo suficientemente severas como para recibir atención médica y 424.000 caídas resultan fatales cada año, convirtiéndose esta problemática en la segunda causa de muerte accidental. Un alto porcentaje de estas caídas se dan en personas mayores, siendo una de las principales causas de mortalidad y morbilidad en esta población (Petridou, Kyllekidis et al. 2007, Health Quality 2008). Se estima que al menos el 30% de personas mayores de 65 años sufren al menos una caída a lo largo del año, elevándose este porcentaje en personas que superan los 80 años (Rubenstein 2006, Akyol 2007). Además, si comparamos a personas mayores independientes con aquellas que están institucionalizadas, se puede observar que la incidencia es tres veces superior (Cameron, Murray et al. 2010). Es importante tener en cuenta que tres cuartas partes de las caídas en residencias de ancianos suceden en las habitaciones y baños, siendo las más usuales durante las transferencias de sentarse y levantarse (Becker and Kapp 2010).

Aunque una de las consecuencias que mas pueden llamar la atencion son las fracturas y hospitalizaciones de las personas mayores que sufren una caida (Nachreiner, Findorff et al. 2007), estas no son las únicas, puesto que las personas que sufren caídas tienden a desarrollar miedos que acaban transformándose en una pérdida de confianza a la hora de caminar de forma segura, lo que lleva asociado un declive funcional, depresion y/o sentimiento de impotencia y aislamiento social (Rubenstein and Josephson 2002, Zijlstra, van Haastregt et al. 2007). Ya sea por las lesiones sufridas, el miedo a caer o una disminucion en la funcion neuromuscular, los estudios muestran que las personas mayores, y mas aún las que sufren caidas recurrentes, descienden el nivel de funcionalidad durante la realización de las actividades de su vida diaria (ADL) (Chu, Chiu et al. 2006, Organization 2007, Kaminska, Brodowski et al. 2015). La falta de movilidad o implicacion en las actividades es un importante predictor la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) en las personas mayores (Davis, Bryan et al. 2015). Como consecuencia, las caídas tienen un efecto negativo sobre la calidad de vida relacionada con la salud (Cumming, Salkeld et al. 2000), este descenso en la calidad de vida puede llegar a ser percibido durante los nueve meses posteriores a la última caída (Hartholt, van Beeck et al. 2011).

Los costes médicos de las lesiones relacionadas con caídas aumentan rápidamente con la edad y son de 2 a 3 veces mayor para las mujeres debido al mayor riesgo de fracturas osteoporóticas, especialmente las fracturas de cadera (Stevens, Corso et al. 2006). El desarrollo e implementación de programas rentables para prevenir las caídas entre las personas mayores es de suma importancia dado el envejecimiento de la población, sin embargo, es necesario conocer cuáles son los factores que se asocian a estos incidentes para poder así desarrollar dichos protocolos de actuación.

Las caídas que están relacionadas con el entorno o denominadas “accidentales” son las más frecuentes, sin embargo, muchas de estas caídas accidentales derivan realmente de la interacción entre los riesgos ambientales y el aumento de la susceptibilidad individual a determinados peligros asociados a la edad (Rubenstein 2006). En este sentido, el propio proceso de envejecimiento afecta a numerosos factores tales como el control postural, el equilibrio y la movilidad funcional (Janssen, Heymsfield et al. 2002). La debilidad muscular y la pérdida de fuerza en el tren inferior propio de las personas mayores han sido identificadas como los factores de riesgo de caídas más modificables dentro del proceso de envejecimiento (Joyner 2005, Kadono and Pavol 2013). Esta pérdida de fuerza muscular propicia una reducción en la capacidad de restaurar el equilibrio estático tras una pérdida de equilibrio hacia atrás (Kadono and Pavol 2013). Por ello la prevalencia de las caídas puede aumentar de manera significativa en las personas con un estado funcional disminuido, a lo que puede acompañar también alteraciones en el proceso cognitivo (Kaminska, Brodowski et al. 2015). Por otra parte, las personas mayores que están institucionalizadas tienen no solo un peor equilibrio, sino también una movilidad más reducida cuando son comparados con sus homólogos que viven de forma independiente (Nitz and Josephson 2011), lo cual explica que el número de caídas en residencias de ancianos sea superior. Otros factores de riesgo a tener en cuenta son de nivel comportamental como la inactividad física o el uso de determinados medicamentos, así como factores a nivel socioeconómico, como son el apoyo social o el acceso a determinados servicios sanitarios (Organization 2007).



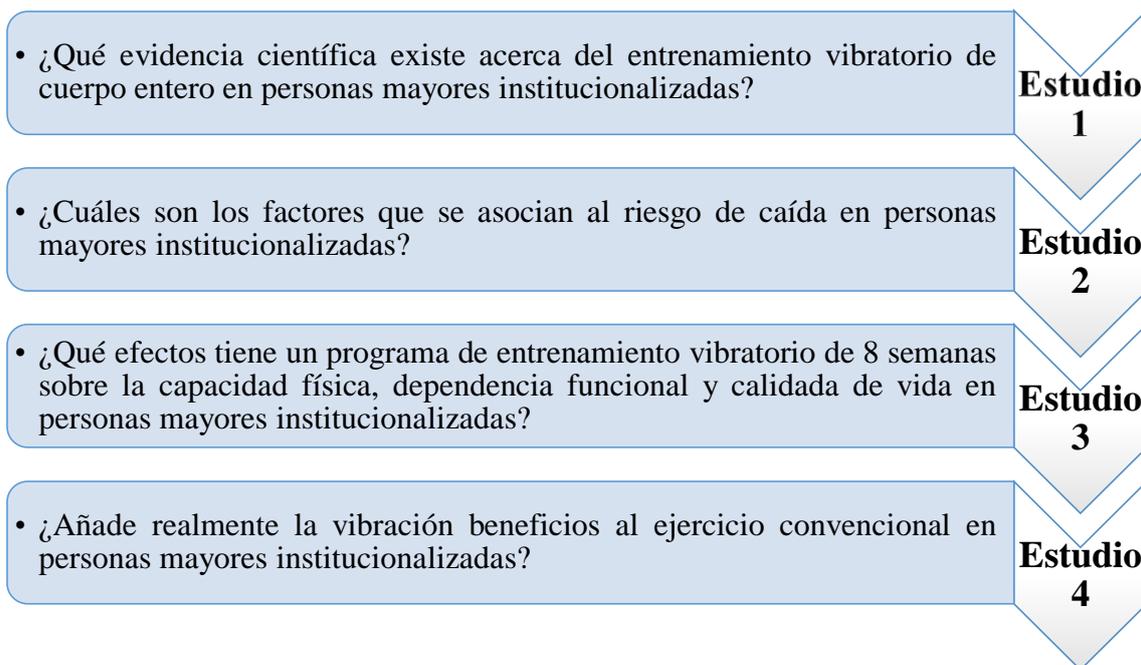
**Figura 1.** Adaptación de los factores que afectan a la incidencia de caídas según la Organización Mundial de la Salud (Organization 2007).

Identificados los factores asociados a las caídas, es importante destacar los numerosos esfuerzos realizados a la hora de diseñar programas basados en actividad física (Cameron, Murray et al. 2010), puesto que la eficacia del ejercicio ha sido demostrada para reducir el riesgo de caída, producir mejoras en la habilidad y velocidad de la marcha (Rosendahl, Gustafson et al. 2008, Serra-Rexach, Bustamante-Ara et al. 2011), el equilibrio, (Jacobson, Thompson et al. 2011, Gusi, Carmelo Adsuar et al. 2012) y un aumento de la fuerza muscular (Rosendahl, Gustafson et al. 2008). Otro dato importante es que parece haber una fuerte relación entre el ejercicio físico y el mantenimiento de la autonomía, la capacidad cognitiva y la reducción de la depresión (Colcombe and Kramer 2003). Concretamente, existe una evidencia científica acerca de que el entrenamiento de fuerza y equilibrio dinámico son efectivos en la prevención de futuras caídas (Granacher, Muehlbauer et al. 2011, Karlsson, Vonschewelov et al. 2013), sin embargo, debido a la fragilidad de las personas institucionalizadas en residencias, estos programas son difíciles de llevar a cabo; fragilidad que no solo es propiciada por la debilidad muscular, sino también por el bajo nivel de actividad física (Ferrer, Formiga et al. 2014). Por estos motivos, las vibraciones mecánicas de cuerpo entero (WBV en sus siglas en inglés) han

aparecido como una alternativa a los protocolos de entrenamiento tradicionalistas (Brooke-Wavell and Mansfield 2009).

Esta herramienta segura y de bajo impacto requiere una menor condición física inicial y un menor tiempo de aplicación para obtener determinadas mejoras sobre la movilidad, marcha y equilibrio de personas mayores, particularmente en aquellos más frágiles (Lam, Lau et al. 2012, Orr 2015). Bajo esta premisa, son numerosos los efectos beneficiosos atribuidos al entrenamiento vibratorio sobre los factores modificables relacionados con las caídas, como pueden ser la velocidad de contracción muscular y la mejora del equilibrio (Ochi, Abe et al. 2015), la movilidad, la fuerza (Marin, Santos-Lozano et al. 2012, Tsuji, Kitano et al. 2014, Zhang, Weng et al. 2014) y como consecuencia, el restablecimiento de la independencia funcional y calidad de vida en personas mayores (Furness and Maschette 2009, Zhang, Weng et al. 2014). Sin embargo, pocos son los estudios que determinan los efectos del entrenamiento vibratorio de cuerpo entero en personas mayores institucionalizadas (Sievanen, Karinkanta et al. 2012, Beaudart, Maquet et al. 2013, Buckinx, Beaudart et al. 2014), de hecho, de entre los estudios sobre la presente temática, tan solo uno de ellos, comprobó el efecto que pudiera tener la realización de ejercicios dinámicos sobre una plataforma vibratoria en personas mayores, sin embargo la población de estudio no estaba institucionalizada (Ochi, Abe et al. 2015).

Debido a las diferencias físicas y cognitivas entre la población mayor institucionalizada y aquella que vive en comunidad, el objetivo de la presente Tesis ha sido constatar cuales son los factores físicos asociados a las caídas en personas mayores institucionalizadas y determinar los efectos que un programa de 8 semanas de ejercicios dinámicos sobre una plataforma vibratoria de cuerpo entero tiene en estos factores asociados, la dependencia funcional y la calidad de vida en esta población, así como discernir si son los ejercicios dinámicos o la vibración, la razón de estos efectos.



**Figura 2.** Propuesta de los estudios que componen la presente Tesis Doctoral.

Para la presente Tesis Doctoral se optó por la realización de 4 estudios, cada uno de ellos siguiendo un diseño experimental diferente y en relación a las propias necesidades de la investigación, con el fin de dar respuesta a los interrogantes planteados.

- ❖ Estudio 1: Se realizó una revisión sistemática de la evidencia científica existente y un posterior meta-análisis para poder esclarecer de forma objetiva la presente problemática de estudio.
- ❖ Estudio 2: El estudio número dos trata de determinar los factores que se asocian con el riesgo de caída en mayores institucionalizados a través de un diseño observacional de carácter descriptivo.
- ❖ Estudio 3: Se llevó a cabo un estudio randomizado con dos grupos con el fin de contestar al tercer interrogante y determinar no solo a nivel teórico los efectos de un entrenamiento vibratorio, sino también desde un punto de vista experimental.

- ❖ Estudio 4: Para poder esclarecer si los efectos de un entrenamiento vibratorio eran fruto de la vibración o de los ejercicios tradicionales realizados se realizó el estudio número cuatro.

# **CAPÍTULO 2**

## **MARCO TEÓRICO**



## **II.1. EL PROCESO DE ENVEJECIMIENTO**

### **II.1.1 Definición**

El envejecimiento puede ser definido como una disminución funcional progresiva o un deterioro gradual de las funciones fisiológicas relacionadas con la edad (Lopez-Otin, Blasco et al. 2013). Claramente, el envejecimiento humano se asocia con una amplia gama de cambios fisiológicos que no sólo nos hace más susceptibles a la muerte, sino que limita nuestras funciones normales y nos hace más susceptibles a una serie de enfermedades.

### **II.1.2 Efectos del envejecimiento (sobre las variables de estudio)**

#### **II.1.2.1 Debilidad Muscular**

La pérdida de masa muscular relacionada con el envejecimiento y sus resultantes cambios en la composición corporal y funcionamiento en las personas mayores ha sido definido como sarcopenia (Rosenberg 1997), esta pérdida de tejido muscular esquelético se relaciona con un empeoramiento en el mantenimiento de la postura corporal, locomoción y actividad metabólica, además de relacionarse con una pérdida en la capacidad de regenerar tejidos (Sousa-Victor, Garcia-Prat et al. 2015). Sin embargo, también existe el término dinapenia, término propuesto para describir la pérdida de fuerza y potencia muscular relacionada con la edad (Clark and Manini 2008). Esta pérdida de fuerza y potencia está relacionada con un déficit de los mecanismos neuromusculares durante la activación máxima del músculo, además de un aumento de la co-contracción del músculo antagonista (Arnold and Bautmans 2014).

Los cambios fisiológicos y morfológicos en el músculo esquelético que se dan al envejecer, se caracterizan por una disminución general de entre un 25-35% en el tamaño y el número de fibras musculares respecto a un músculo joven, principalmente las de tipo 2 o fibras de contracción rápida, así como una adición de tejido fibroso y adiposo en el músculo esquelético (Lexell 1995). Las células satélite que residen en asociación con las miofibrillas musculares sufren importantes cambios en el proceso de envejecimiento.

Estas células encargadas de la reparación del músculo esquelético disminuyen su número y función en adultos mayores, más específicamente en las fibras de contracción rápida (Verdijk, Koopman et al. 2007).

### II.1.2.2 Equilibrio y Marcha

De acuerdo con la Sociedad Española de Geriátría y Gerontología, el proceso de envejecimiento conlleva alteraciones en diversos sistemas que se asocian a una disminución en la capacidad de respuesta relacionada con el equilibrio y la capacidad de caminar cuerpo (Sociedad Española de Geriátría y Varios 2007). Estas alteraciones se dan a nivel vestibular, con la pérdida de cilios en el oído interno, angioesclerosis y alteraciones bioeléctricas que se traducen en un deficiente reflejo vestíbulo-ocular, imprescindible para mantener el equilibrio durante el movimiento; y a nivel propioceptivo, puesto que se produce un deterioro progresivo de los mecano-receptores de las articulaciones, lo que supone una peor orientación durante la bipedestación y movimiento con respecto al suelo y a las partes del cuerpo (Sociedad Española de Geriátría y Varios 2007). A estas alteraciones hay que añadir los cambios musculoesqueléticos descritos con anterioridad, especialmente el referido a la pérdida de fuerza en miembros inferiores en las personas mayores.

Los trastornos en la marcha tienen un cuadro clínico característico propio para las personas mayores que incluye pasos pequeños, arrastre de pies, falta de equilibrio, vacilación y vueltas inestables (Wolfson 2001). Este mismo autor hace referencia a que la velocidad de la marcha se mantiene estable hasta la séptima década, pero disminuye un 15% durante las siguientes. Ha sido estudiado también el aumento del balanceo anteroposterior del tronco en los ancianos, especialmente en aquellos que tienen un amplio historial de caídas, lo que sugiere un deterioro de los reflejos posturales, siendo un factor determinante en la alteración de la marcha y la postura en las personas mayores (Wolfson, Whipple et al. 1992).

### II.1.2.3 Dependencia Funcional y Calidad de Vida

Existen multitud de definiciones acerca de la CVRS, pero muchos de los autores que han estudiado esta temática coinciden en la definición dada por Shumaker & Naughton (1995) en la que definen la CVRS como “evaluación subjetiva de las influencias del estado de salud actual, los cuidados sanitarios, y la promoción de la salud sobre la capacidad del individuo para lograr y mantener un nivel global de funcionamiento que permita seguir aquellas actividades que son importantes para el individuo y que afectan a su estado general de bienestar. Es un hecho estudiado la fuerte relación que existe entre la capacidad que tiene una persona para realizar las actividades básicas de su vida diaria y la calidad de vida que esta percibe (Chouiter, Wodchis et al. 2015). En términos generales, el deterioro que se produce durante el proceso de envejecimiento afecta al funcionamiento de determinados indicadores sociales, psicológicos y fisiológicos que interactúan entre sí, afectando al concepto de calidad de vida que cada persona tiene acerca de sí misma, al igual que también se estima que tener una CVRS superior, atenúa el proceso de deterioro funcional de las personas mayores (Palgi, Shrira et al. 2015).

Si centramos la atención en los cambios fisiológicos que más afectan a la posibilidad de realizar las actividades de la vida diaria y por tanto de tener una mejor calidad de vida, se estima que son los impedimentos físicos, tales como el dolor, la incontinencia, la falta de equilibrio, movilidad y las propias caídas los que más afectan a las personas mayores y a su independencia (Fagerstrom and Borglin 2010, Andersson, Marcusson et al. 2014). A los impedimentos físicos que supone para las personas mayores el envejecimiento hay que añadir otro factor como es la depresión, predominante en las residencias de ancianos, que afecta directamente a la calidad de vida percibida por los residentes (Kim, Park et al. 2014).

### **II.1.3 La fragilidad de las personas mayores institucionalizadas**

La fragilidad se define como un estado clínicamente reconocible de mayor vulnerabilidad, como resultado de la disminución de la reserva y la función de múltiples sistemas fisiológicos tales como la capacidad para hacer frente a la vida cotidiana o factores agudos de estrés asociados al envejecimiento (Xue 2011). El síndrome de la fragilidad puede ser un precursor fisiológico y el factor etiológico en la discapacidad, debido a sus características centrales de debilidad, disminución de la resistencia, y el rendimiento físico (Fried, Tangen et al. 2001). Existen revisiones que concluyen que la lenta velocidad de la marcha y el bajo nivel de actividad física son los predictores más eficaces de fragilidad e incapacidad de realizar de forma independiente las ADL en las personas mayores, seguidos de la pérdida de peso, función de los miembros inferiores, equilibrio y fuerza muscular (Vermeulen, Neyens et al. 2011).

Si profundizamos en los predictores de la fragilidad, se puede observar como estos son similares a los factores asociados al riesgo de caída descritos en apartados anteriores (debilidad muscular, problemas de movilidad, equilibrio...) justificando así que la fragilidad haya sido propuesta como un predictor significativo de futuras caídas en personas mayores (Kojima 2015). Acorde a estudios de población, la prevalencia de la fragilidad existente entre las personas mayores de 65 años es tan solo del 3,2%, sin embargo, esta aumenta un 6,3% durante la siguiente década e incluso llega a situarse en el 25% entre las personas mayores de 85 años (Fried, Tangen et al. 2001). El porcentaje de personas frágiles es aún mayor en personas que residen en instituciones para personas mayores (Kojima 2015).

Las residencias de ancianos nacieron como instalaciones residenciales destinadas a proporcionar atención médica y servicios de apoyo a las personas que tienen enfermedades crónicas y/o discapacidades (Kane 2005). El uso de estas instalaciones es normalmente utilizado por personas mayores con problemas serios de movilidad, cognitivos y baja capacidad para realizar las ADL, siendo este último el que mejor predice la necesidad de admisión de una persona en residencias de ancianos (Fong, Mitchell, & Koh, 2015). Debido a la combinación de estos problemas físicos y cognitivos, las

personas son institucionalizadas por su necesidad de atención las 24 horas del día (Newman and Cauley 2012).

Estos problemas físicos y/o cognitivos que dificultan la realización de forma independiente de las ADL en personas mayores institucionalizadas supone un impacto negativo en la CVRS de las mismas (Mjorud, Kirkevold et al. 2014). Por ello y teniendo en cuenta la evidencia científica acerca de los efectos positivos que tiene la actividad física sobre determinados factores de riesgo de caídas (movilidad, equilibrio, fuerza...) y predictores de institucionalización (Cameron, Murray et al. 2010) parece imprescindible programar intervenciones basadas en ejercicio para que estas pasen a ser parte de la rutina de los residentes institucionalizados, con el fin de aumentar la independencia y mejorar su calidad de vida.

#### **II.1.4 Actividad Física como tratamiento no farmacológico**

El ejercicio físico es considerado uno de los tratamientos más efectivos contra el proceso de envejecimiento. Retardar este proceso con ejercicio parece una estrategia efectiva y no invasiva de contrarrestar los trastornos neurológicos y cognitivos (Gomez-Pinilla and Hillman 2013), puede proteger contra la pérdida de unidades motoras y tejido muscular (Mosole, Carraro et al. 2014) e incluso mejorar la calidad de vida en poblaciones mayores (Apor and Babai 2014), además de otros efectos bien documentados (Cameron, Murray et al. 2010, Apor and Babai 2014), de hecho, numerosos meta-análisis (Chou, Hwang et al. 2012, de Vries, van Ravensberg et al. 2012, Gine-Garriga, Roque-Figuls et al. 2014) concluyen que el ejercicio mejora la función física, incrementando la velocidad de la marcha y el equilibrio, la movilidad y la habilidad de realizar las ADL de forma independiente, sin embargo, ninguno de ellos puede llegar a clarificar que tipo, intensidad, duración, frecuencia o combinación de ejercicios produce más beneficios en las personas mayores frágiles, institucionalizadas o no.

### II.1.4.1 Programas de ejercicios en personas mayores institucionalizadas

Los programas de ejercicio físico tienen el claro propósito de mejorar la capacidad funcional y la dependencia de las personas mayores, sin embargo, no todos los programas de ejercicio son iguales, ni iguales son sus efectos, por ejemplo, Krist, Dimeo & Keil (2013) realizaron una intervención basada en un programa de fuerza en personas mayores institucionalizadas con problemas de movilidad, en la cual a través de la realización de seis ejercicios en máquinas de gimnasio, dos veces a la semana durante dos meses, los participantes mejoraron la movilidad y la fuerza muscular, esto es gracias a que el entrenamiento de fuerza puede causar una estabilización del fenotipo muscular, así como generar una hipertrofia en el musculo gracias a un aumento reactivo de la producción de hormonas anabólicas (Paillard 2013). Este tipo de metodología sobre ejercicios de fuerza no ha sido la única utilizada por los investigadores, ya que existen multitud de ejercicios basados en la fuerza como es el caso del estudio de Chen et al (2015), basado en ejercicios con bandas elásticas durante 6 meses, donde no solo encontró mejoras en la movilidad y la fuerza, sino también en la capacidad aeróbica, flexibilidad e independencia funcional en las ADL.

Del mismo modo que existe evidencia científica acerca de los beneficios del entrenamiento de fuerza en personas mayores institucionalizadas, también existe evidencia de otro tipo de intervenciones que también ofrece beneficios en esta población como el caso de un estudio llevado a cabo en dos residencias de ancianos en Australia donde se elaboró un programa en el medio acuático basado en ejercicios estáticos y dinámicos que utilizaba el agua como resistencia para mejorar la capacidad aeróbica la fuerza y el equilibrio (Henwood, Neville et al. 2015). Asimismo, también se ha demostrado la eficacia de programas individuales basados en actividades propias de la vida diaria como levantarse y sentarse de una silla o diferentes transferencias desde la cama, que mostraron beneficios en el estado de salud de los residentes (Peri, Kerse et al. 2008). Los beneficios en la capacidad funcional y de caminar que tienen los ejercicios de equilibrio basados en el Taichí fueron estudiados en 57 residentes, quedando constancia de que el Taichí podía ser una terapia segura y efectiva en personas que no necesitaban apoyo de la propia institución (Manor, Lough et al. 2014).

Esto nos hace plantear la cuestión acerca de si los programas de ejercicios combinados obtienen mayores beneficios en personas mayores institucionalizadas que aquellos centrados en una sola capacidad, como sucede en otras poblaciones. La respuesta parece ser que sí, ya que existen estudios que han combinado ejercicios aeróbicos y de fuerza comparándolo con otro grupo que solo realizaba la parte aeróbica del programa y la conclusión a la que llego Bossers et al (2015), fue que el ejercicio combinado de fuerza y aeróbico tiene más beneficios en la desaceleración de los procesos cognitivos y motores. Por su parte, ejercicios de equilibrio en combinación con ejercicios de fuerza han demostrado no solo su eficacia en la mejora de la fuerza y la estabilidad, sino también en la disminución de la apatía (Telenius, Engedal et al. 2015). Estos resultados parecen sugerir que la combinación de programas psicosociales y físicos pueden tener un gran potencial en la mejora de la CVRS en personas que viven en residencias de ancianos (Almomani, McDowd et al. 2014).

#### II.1.4.2 Intensidad de los programas de ejercicios

La ciencia ha demostrado que no todos los ejercicios funcionan igual, además es importante determinar que dosis de ejercicio es requerida para cada población con el fin de obtener los efectos deseados (Sherrington, Whitney et al. 2008). Existen estudios que nos dicen que los ejercicios realizados a baja intensidad pueden llegar a producir mejoras en la capacidad física, la musculatura y en definitiva mitigar los efectos del proceso de envejecimiento (Benavent-Caballer, Rosado-Calatayud et al. 2014). Los ejercicios de baja a moderada intensidad producen beneficios semejantes en la musculatura y además pueden ayudar a reducir el riesgo de sufrir caídas (Serra-Rexach, Bustamante-Ara et al. 2011). Sin embargo, parece ser que los ejercicios de alta intensidad producen mayores mejoras que aquellos realizados a baja intensidad (Sherrington, Tiedemann et al. 2011), ya que este tipo de ejercicio es capaz de mejorar no solo la fuerza muscular, sino revertir el síndrome de fragilidad, tan prevalente en estos tiempos en las personas mayores (Evans 1999, Hauer, Specht et al. 2002). Obtener los beneficios con el entrenamiento en la fuerza muscular, equilibrio, coordinación, resistencia y flexibilidad son aspectos importantísimos cuando se trata de personas mayores institucionalizadas, pero lo más crucial es que este entrenamiento sea útil para mantener activa a esta población a la hora de realizar sus ADL (Helbostad 2005).

La efectividad del ejercicio para la prevención de caídas y la mejora de algunos factores asociados a la fragilidad de las personas mayores ha sido bien estudiada (Cameron, Murray et al. 2010). Sin embargo, es tal la fragilidad existente en las personas que viven institucionalizadas que pueden llegar a no poder tolerar el tipo, intensidad o volumen requerido de los programas habituales de ejercicio físico para obtener las adaptaciones deseadas (Linke, Gallo et al. 2011) debido sobre todo a la fatiga (Pollock, Martin et al. 2012), miedo a las caídas (Gusi, Carmelo Adsuar et al. 2012) y a una reducida movilidad y equilibrio cuando son comparados con sus semejantes que viven de forma independiente (Nitz and Josephson 2011). Otra de las razones por la que no se llegan a conseguir los efectos deseados es la falta de adherencia que tienen las personas a determinadas intervenciones basadas en ejercicio, algo que se sucede incluso en contextos de investigación (Arikawa, O'Dougherty et al. 2011, Linke, Gallo et al. 2011).

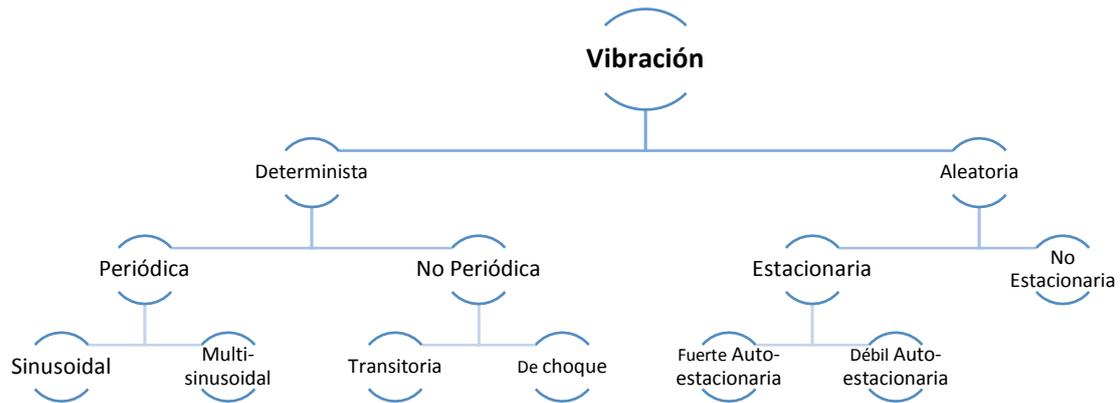
Por estos motivos, el entrenamiento vibratorio de cuerpo entero ha ido incrementando su popularidad durante estos años como una alternativa a los programas convencionales de ejercicio, puesto que minimiza la necesidad de una contracción consciente y por tanto un menor estrés en el sistema músculo-esquelético, respiratorio y cardiovascular (Bogaerts, Delecluse et al. 2009). Además, el bajo impacto y tiempo de exposición de este tipo de entrenamientos es menor y los beneficios que tiene sobre en personas con una condición física baja han sido bien contrastados en otras poblaciones de carácter clínico (Gusi, Parraca et al. 2010, del Pozo-Cruz, Alfonso-Rosa et al. 2014, Orr 2015). No obstante, no existe tanta evidencia científica cuando nos referimos a los efectos que tiene el entrenamiento vibratorio en personas mayores institucionalizadas.

## II.2. ENTRENAMIENTO VIBRATORIO

La definición propia de vibración es la de oscilación mecánica, es decir, una alteración periódica de la fuerza, la aceleración y el desplazamiento en el tiempo. La vibración entendida como ejercicio cobra un matiz diferente, puesto que se define por una oscilación forzada donde la energía se transfiere desde un emisor (plataforma vibratoria) hacia un receptor (cuerpo humano) (Rittweger 2010). Teóricamente, esta energía producida por la oscilación provoca reflejos mono sinápticos en el cuerpo, que son inducidos por la acción de estiramiento-acortamiento de los músculos que actúan sobre las articulaciones que absorbe la vibración (Burke and Schiller 1976), en otras palabras, los ejercicios vibratorios se caracterizan por la transición cíclica entre las fases concéntricas y excéntricas de los músculos. Esta hipótesis supone que la vibración parece inhibir la activación de los músculos antagonistas a través de las neuronas inhibitorias, alterando así los patrones de coordinación intramusculares que conducen a una disminución de la fuerza de frenado alrededor de las articulaciones estimuladas por la vibración (Cardinale and Bosco 2003).

### II.2.1 Tipos de Vibración

En nuestra vida diaria, todos podemos estar expuestos a vibraciones en los puestos de trabajo, sobre todo aquellos de carácter industrial (Murtezani, Ibraimi et al. 2011, Ekpenyong and Inyang 2014), o en los medios de transporte cuyas vibraciones pueden causar malestar, interferir con las actividades u ocasionar lesiones (de Oliveira, Simpson et al. 2001). Sin embargo existen muchos y muy diversos tipos de vibración, pudiéndose distinguir por su naturaleza, así como por tener diferentes magnitudes definidas por la extensión de la oscilación, y una frecuencia concreta.



**Figura 3.** Tipos de vibración. Adaptado del estudio de Griffin (1996).

Una primera subdivisión de las vibraciones la encontramos a partir de su naturaleza (Griffin 1996). Cuando la futura oscilación es previsible a partir de las oscilaciones previas, estas se denominan deterministas, o por el contrario cuando solo se caracteriza por tener algunas características estadísticas se denominan estocásticas o aleatorias. Dentro de las vibraciones deterministas podemos encontrar periódicas (sinusoidales y multi-sinusoidales) y no periódicas (transitorias y de choque) y en las vibraciones estocásticas o aleatorias podemos encontrar estacionarias (fuertes o débiles) y no estacionarias. La mayoría de las vibraciones transmitidas por las plataformas vibratorias habitualmente utilizadas son de tipo determinista, provocando una vibración de carácter periódico y sinusoidal (Griffin 1996). Bosco et al. (1998), fue uno de los primero en estudiar este tipo de vibraciones como método de entrenamiento.

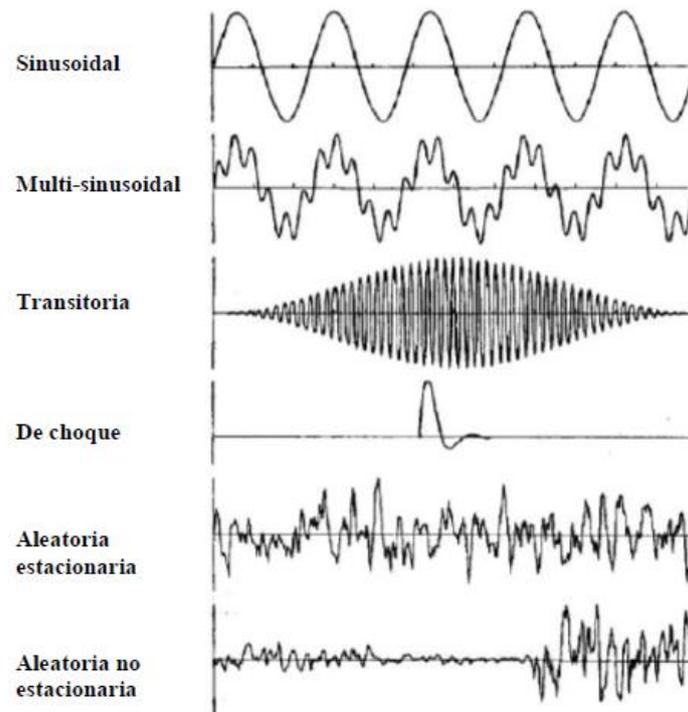
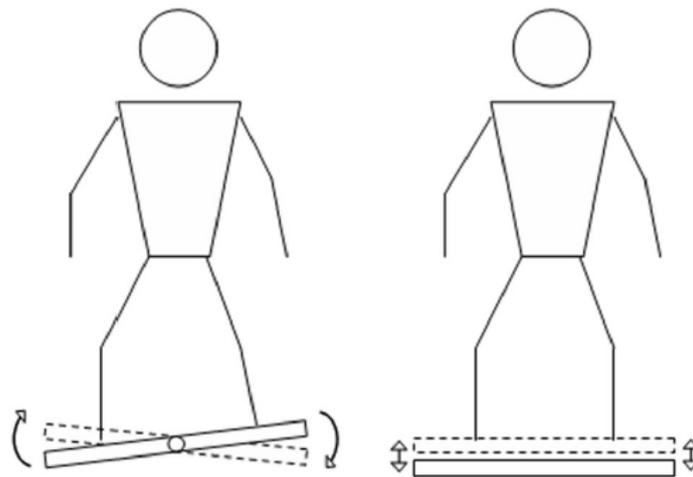


Figura 4. Ejemplo de tipos de vibración (Griffin 1996).

## II.2.2 Tipos de plataformas vibratorias

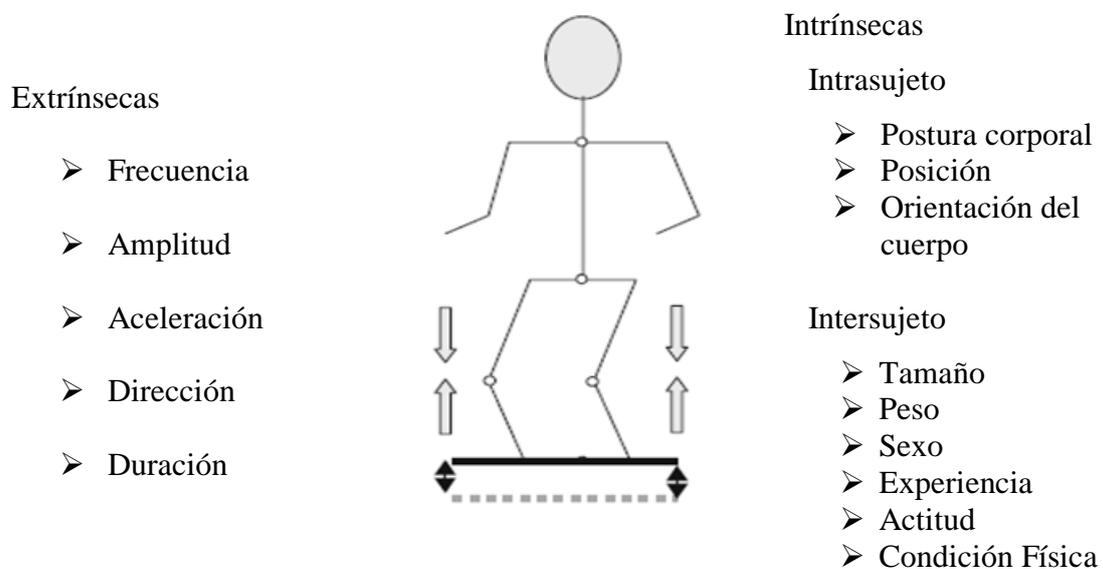
Hoy en día existen dos tipos principales de dispositivos vibratorios en el mercado, cada uno de ellos con un funcionamiento y unos efectos diferentes. Las plataformas verticales son aquellas que transfieren la energía a los dos pies de forma sincrónica y las plataformas rotacionales ejercen su función en el eje central horizontal anteroposterior (Lorenzen, Maschette, Koh, & Wilson, 2009), transmitiendo la energía al receptor de forma lateral y alterna, lo que quiere decir que el pie derecho desciende cuando el pie izquierdo se eleva y viceversa, introduciendo un componente rotacional en la zona lumbar (Rittweger 2010), este mismo estudio también afirma que los dispositivos también se diferencian por medio de la generación de energía, mientras que unos funcionan por transmisión mecánica directa, otros se basan en la transmisión electromagnética.



**Figura 5.** Tipos de plataformas vibratorias. Plataforma rotacional a la izq. y vertical a la deha (Abercromby, Amonette et al. 2007).

### **II.2.3 Variables que influyen en el entrenamiento vibratorio**

El tipo de vibración no es únicamente lo que puede afectar en el entrenamiento vibratorio, sino que existen numerosas variables que también afectan a los movimientos oscilatorios sobre el cuerpo humano. Estas variables pueden clasificarse como extrínsecas (independientes del cuerpo humano) e intrínsecas (dependientes del cuerpo humano) (Fajardo and Ferliú 2004).



**Figura 6.** Variables que influyen en el entrenamiento vibratorio (Adaptado de Cristi-Montero, 2011).

La frecuencia se define por el número de oscilaciones por segundo y su unidad de medida son los hercios (Hz) (Griffin 1996, Lorenzen, Maschette et al. 2009); la amplitud es el desplazamiento total de la vibración entre sus extremos positivo y negativo (Lorenzen, Maschette et al. 2009); La aceleración es calculada a partir de la frecuencia y la amplitud y se mide en  $m/s^2$ ; la dirección a las que se aplica la vibración corresponde a los ejes antero-posterior (x), lateral (y) y vertical (z) (Griffin 1996); y la duración se refiere al tiempo de exposición a la vibración, expresada en segundos (s).

La posición que se toma sobre la plataforma, es decir, la postura corporal, la posición y la orientación del cuerpo, es otro de los factores que más influyen en la respuesta del sistema musculo-esquelético a las WBV (Tototy de Zepetnek, Giangregorio et al. 2009), es más, ha sido estudiado que las diferentes posturas en bipedestación no solo difieren en los efectos sobre la musculatura, sino que también en la cantidad de energía que es absorbida (Berschin and Sommer 2010). Por último, otro de los factores que influye en la respuesta a la vibración es el ángulo de las articulaciones, este ángulo afecta a la transmisibilidad del estímulo mecánico provocado por la plataforma vibratoria a toda la cadena cinética corporal, esto quiere decir que en posiciones erguidas, la transmisión de la vibración será mayor a través de la cadera, columna y cabeza, mientras que flexionando las rodillas, la transmisibilidad disminuye (Rubin, Pope et al. 2003).

#### **II.2.4 Efectos del Entrenamiento Vibratorio**

Los efectos positivos del entrenamiento vibratorio de cuerpo entero han sido demostrados en poblaciones jóvenes (Ritzmann, Kramer et al. 2014), jóvenes atletas (Fort, Romero, Bagur, & Guerra, 2012), en personas mayores (Orr 2015), así como en determinadas poblaciones clínicas (Sanudo, de Hoyo et al. 2010, del Pozo-Cruz, Alfonso-Rosa et al. 2014).

Atendiendo a los efectos concretos que pueden ocasionar las WBV en personas mayores, es necesario citar la revisión sistemática de Sitja-Rabert, (2012) donde constató una mejora en la fuerza y la potencia muscular (Tsuji, Yoon et al. 2014, Corrie, Brooke-

Wavell et al. 2015), así como una mejora en el equilibrio (Sitja-Rabert, Rigau et al. 2012). En este sentido, son varios estudios los que han llegado a establecer la relación entre un mejor equilibrio a partir de una mejora de la fuerza muscular (Horlings, van Engelen et al. 2008, Spink, Fotoohabadi et al. 2011). Con la mejora de la fuerza, potencia muscular y el equilibrio, las WBV pueden conseguir una mejora en la movilidad (Tsuji, Kitano et al. 2014, Orr 2015), convirtiéndose estas mejoras en una forma eficaz de disminuir el riesgo de caída y mejorar la dependencia funcional de las personas mayores (Smith, Judge et al. 2015, Yang, King et al. 2015), y por lo tanto en una terapia efectiva en la mejora de la CVRS (Compare, Zarbo et al. 2014).

En cuanto a los efectos que puede llegar a tener las WBV sobre la mejora de la densidad mineral ósea, los datos son menos concluyentes, ya que en este último año, han existido estudios que confirmaban la formación de hueso (Corrie, Brooke-Wavell et al. 2015) y otros que tras 8 meses de WBV, dos veces por semana no pudieron llegar a confirmar ninguna producción osteogénica (Santin-Medeiros, Santos-Lozano et al. 2015). Algo parecido sucede con la capacidad aeróbica, no existe una evidencia clara de que las mejoras en el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$ ) provocadas por las WBV (Cochrane, Sartor et al. 2008, Bogaerts, Delecluse et al. 2009), puedan llegar a suponer un incremento sobre la capacidad cardiorrespiratoria en adultos mayores (Tapp and Signorile 2014), sin embargo, las mejoras en el  $VO_2$ , la presión arterial, la frecuencia cardíaca y la rigidez arterial pueden ser potencialmente suficiente, al menos cuando se repite con cierta frecuencia, pudiendo inducir cambios en la aptitud cardiorrespiratoria a largo plazo (Cochrane, Sartor et al. 2008, Lai, Chen et al. 2014).

El entrenamiento vibratorio puede ser aplicado en personas mayores frágiles, así como en aquellas que reportan un estado de sedentarismo al comienzo de una intervención (Bautmans, Van Hees et al. 2005, Lam, Lau et al. 2012). Por lo tanto parece que el entrenamiento vibratorio puede considerarse como una terapia válida para personas mayores que residen en instituciones, desafortunadamente, no existen muchos estudios sobre los efectos que el ejercicio vibratorio tiene en esta población.

### II.2.5 Efectos del entrenamiento vibratorio en personas mayores institucionalizadas

No existe una abundante evidencia científica acerca de los efectos que tiene el entrenamiento vibratorio sobre poblaciones mayores institucionalizadas debido en gran parte a las características de estos o a la limitación existente que se tiene en relación con el acceso a determinadas instituciones, no obstante, los estudios existentes parecen haber hallado determinados beneficios sobre algunas variables asociadas a las caídas y a la fragilidad como pueden ser la movilidad y el equilibrio (Bautmans, Van Hees et al. 2005, Bruyere, Wuidart et al. 2005, Bogaerts, Delecluse et al. 2011), aunque la magnitud de estos efectos fueron mayores en la movilidad que en el equilibrio. De la misma forma se encontraron beneficios en la resistencia (Bogaerts, Delecluse et al. 2011), la marcha (A. Bogaerts et al., 2011; Bruyere et al., 2005) o la fuerza muscular (Bogaerts, Delecluse et al. 2011), con lo que puede ser que llegue a mejorar la capacidad física (Sievanen, Karinkanta et al. 2012). Por contra, existen otros estudios similares que no encontraron beneficio alguno sobre ninguna de las variables anteriormente descritas (Verschueren, Bogaerts et al. 2011, Beudart, Maquet et al. 2013, Buckinx, Beudart et al. 2014).

A pesar de la gran variedad de protocolos de intervención diseñados para las WBV, parece que existe un punto en común que diferencia los estudios que llegaron a encontrar algún beneficio de aquellos que no. Este punto en común fue la duración de las series de ejercicios que realizaban sobre las plataformas vibratorias. Aquellos estudios que llegaban a los 60 segundos en algún momento de la intervención consiguieron obtener beneficios en al menos una de las variables de estudio (Bautmans, Van Hees et al. 2005, Bruyere, Wuidart et al. 2005, Bogaerts, Delecluse et al. 2011), excluyendo a Verschueren et al. (2011). Por otro lado, aquellos estudios que realizaron series de ejercicios con una duración de 15 segundos no pudieron confirmar efecto alguno de las WBV (Beudart, Maquet et al. 2013, Buckinx, Beudart et al. 2014). Por tanto, parece ser que extender las exposiciones a la vibración es necesario para producir beneficios en la capacidad funcional de las personas mayores institucionalizadas. Aunque son necesarios más estudios que confirmen esta hipótesis, esto es algo que ya se ha podido comprobar en otras personas jóvenes, donde se demostró que la dosis más efectiva de entrenamiento vibratorio era de 60 segundos (Da Silva-Grigoletto, De Hoyo et al. 2011).

Algo que sí parece dejarnos claro la bibliografía sobre esta temática es que los participantes en este tipo de terapias tienen una buena adherencia a los programas de ejercicio vibratorio. Con ello se puede concluir que en general las WBV parecen ser bien toleradas por las personas mayores institucionalizadas.

Parece ser que por lo tanto, el entrenamiento vibratorio de cuerpo entero puede ser una eficaz alternativa al ejercicio tradicional para mejorar la movilidad, el equilibrio, la marcha o la fuerza muscular de acuerdo con los estudios descritos con anterioridad, coincidiendo con revisiones realizadas en personas mayores no institucionalizadas (Lam, Lau et al. 2012), no obstante, desde nuestro conocimiento ningún estudio ha esclarecido si las mejoras en las funciones físicas permiten ser más independientes o no a los residentes a la hora de realizar sus ADL, y tan solo Bruyere et al (2005), llegó a describir los efectos positivos de este tipo de terapias sobre la CVRS.

Una vez revisada la literatura existente, y dado que son escasos y contradictorios los estudios encaminados a determinar los efectos que las WBV pueden tener sobre la capacidad funcional (fuerza, equilibrio, marcha...), la dependencia funcional y la calidad de vida, más estudios se hacen necesarios para determinar dichos efectos.

# **CAPÍTULO 3**

## **OBJETIVOS**



### III.OBJETIVOS

#### General:

Determinar los efectos que un programa de 8 semanas de ejercicios dinámicos sobre una plataforma vibratoria en los factores asociados a las caídas, la dependencia funcional y la calidad de vida en un grupo de personas mayores institucionalizadas.

#### Específicos:

- Proporcionar una visión basada en la evidencia científica existente acerca de los efectos que la vibración de cuerpo entero puede inducir en el equilibrio, la movilidad funcional, la fuerza y la calidad de vida relacionada con la salud en personas mayores institucionalizadas. **(Estudio 1)**
- Determinar la influencia que tiene el rendimiento de los miembros inferiores (o desglosar en movilidad, equilibrio, fuerza y potencia muscular...), la capacidad funcional y la calidad de vida sobre el riesgo de caídas evaluado con el test de sentarse, caminar y sentarse (TUG) en personas mayores institucionalizadas. **(Estudio 2)**
- Determinar si 8 semanas de ejercicios dinámicos de vibración de cuerpo entero es factible y eficaz en residentes de hogares de ancianos mayores de 80 años y si ofrece beneficios en factores de riesgos relacionados con caídas, la dependencia funcional y la calidad de vida relacionada con la salud. **(Estudio 3)**
- Comparar las respuestas a corto plazo de un programa de ejercicios dinámicos realizados sobre un dispositivo de WBV, con el mismo programa de ejercicios sin la adición de vibración sobre el rendimiento de los miembros inferiores, la capacidad funcional, la dependencia y la calidad de vida de residentes mayores de 80 años. **(Estudio 4)**



# **CAPÍTULO 4**

## **METODOLOGÍA APLICADA**



## **IV. METODOLOGÍA APLICADA**

En este apartado se expone la metodología empleada con el fin de alcanzar los objetivos propuestos en la presente Tesis Doctoral. Esta descripción incluye datos sobre el diseño de investigación. Consideraciones éticas, participantes, variables de estudio, instrumentos de evaluación, análisis estadístico y descripción del protocolo de intervención.

### **IV.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Estudio 1: Para poder recopilar la evidencia científica existente sobre los efectos de las WBV en las personas mayores institucionalizadas se consideró una revisión sistemática siguiendo la declaración PRISMA y un posterior Meta-análisis para sintetizar los datos de los estudios hallados.

Estudio 2: Para determinar los factores que se asocian al riesgo de caída se optó por un diseño observacional de carácter descriptivo, concretamente transversal.

Estudio 3: Se estableció un diseño prospectivo, experimental, más concretamente se realizó un ensayo clínico controlado y aleatorizado para así estudiar los efectos de las WBV sobre las personas mayores institucionalizadas

Estudio 4: Un diseño cuasi-experimental fue realizado para determinar si los efectos de la intervención, son producto de la vibración o por los ejercicios dinámicos que se realizan sobre la plataforma vibratoria.

### **IV.2. CONSIDERACIONES ÉTICAS**

La presente investigación fue evaluada por el Comité de Ética de la Universidad de Sevilla, que dio su aprobación para su desarrollo (documento anexo 1). Todos los sujetos fueron informados del objetivo y funcionamiento de la investigación de forma oral y escrita, y firmaron un documento de consentimiento informado previo a la inclusión en el estudio. Para el propósito del estudio se cumplieron las consideraciones éticas para el estudio con humanos recogidas en la Declaración de Helsinki (2008).

### **IV.3. PARTICIPANTES**

#### **IV.3.1. Captación**

Todos los participantes que formaron parte en la presente investigación fueron captados de dos residencias de ancianos situadas en la localidad de Sevilla (España). Dados los criterios de inclusión/exclusión, fue el propio personal de los centros los que realizaron una primera selección de la posible muestra, atendiendo a los informes existentes sobre las características y/o patologías de las personas mayores allí institucionalizadas.

#### **IV.3.2. Criterios de Inclusión/Exclusión**

##### IV.3.2.1 Criterios del Estudio 1

Criterios de inclusión:

- Estudios RCT que investiguen los efectos de las WBV en personas mayores institucionalizadas.
- Estudios que incluyan variables relacionadas con las caídas, la marcha, equilibrio, fuerza, movilidad y/o calidad de vida.
- Estudios publicados en español o inglés.

Criterios de exclusión:

- La población estudiada este institucionalizada, pero no a tiempo completo.
- Participantes del estudio menores de 65 años o con alguna enfermedad / patología crónica concreta.
- Intervención de WBV de una única sesión.
- Estudios que incluyan intervenciones basadas en las WBV, pero focalizadas solo en una parte del cuerpo.

#### IV.3.2.2. Criterio para los Estudios 2, 3 y 4

Criterios de inclusión:

- Ser mayor de 79 años.
- Estar institucionalizado de larga estancia en una residencia de ancianos.

Criterios de exclusión:

- Antecedentes o evidencias de trastornos físicos y/o cognitivos, así como presencia de enfermedades que impidiesen seguir las instrucciones a los participantes del estudio.
- Presencia de limitaciones físicas tales como prótesis, presencia de trombos, marcapasos, alto riesgo cardiovascular u otros, que pudieran interferir en la realización de los ejercicios de una forma segura.

### **IV.3.3 Características de la Muestra**

#### Estudio 1

Una extensiva búsqueda fue realizada en las bases de datos de AMED (Allied and Complementary Medicine Database), CINAHL (Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature), EMBASE (Excerpta Medica Database), MEDLINE (Using the motor engine PubMed) PhycINFO (Psychological Information Database), Scopus, SPORTdiscus and WOK (Web of Knowledge) siguiendo un protocolo de búsqueda

(documento anexo 2). Un total de 7 estudios fueron incluidos en la revisión sistemática y 6 de ellos formaron parte del meta-análisis.

### Estudio 2

Los participantes en el estudio transversal fueron reclutados de 2 residencias de ancianos. Un total de 52 participantes ( $83,73 \pm 7$  años) dieron su consentimiento escrito para la participación en el estudio tras facilitarles la información necesaria acerca del mismo, de forma escrita y oral del mismo. Los participantes fueron distribuidos en los dos grupos de estudio a partir del tiempo en completar el TUG test. Aquellos en completar la prueba en más de 13,5 segundos se consideraban en riesgo de caída y sin riesgo de caída a los participantes que completaban la prueba en menor tiempo (Gunter, White et al. 2000, Shumway-Cook, Brauer et al. 2000, Allison, Painter et al. 2013).

### Estudio 3 y 4

Los 29 participantes que cumplieron todos los criterios de inclusión y exclusión fueron aleatorizados utilizando un programa de ordenador con ratio 1:1 (intervención-control), en un grupo intervención que realizó el programa de ejercicios dinámicos de WBV ( $n=14$ ;  $84 \pm 3$  años) y un grupo control ( $n=15$ ;  $86 \pm 7,5$  años). Para la realización del estudio cuatro, un tercer grupo procedente de una segunda residencia de ancianos fue añadido a los dos anteriores, donde estos realizaban el mismo protocolo de entrenamiento que el primer grupo pero sin la adición de la WBV ( $n= 15$ ;  $86,2 \pm 6,4$  años). La figura 7 muestra el flujo de participantes de los estudios 3 y 4.

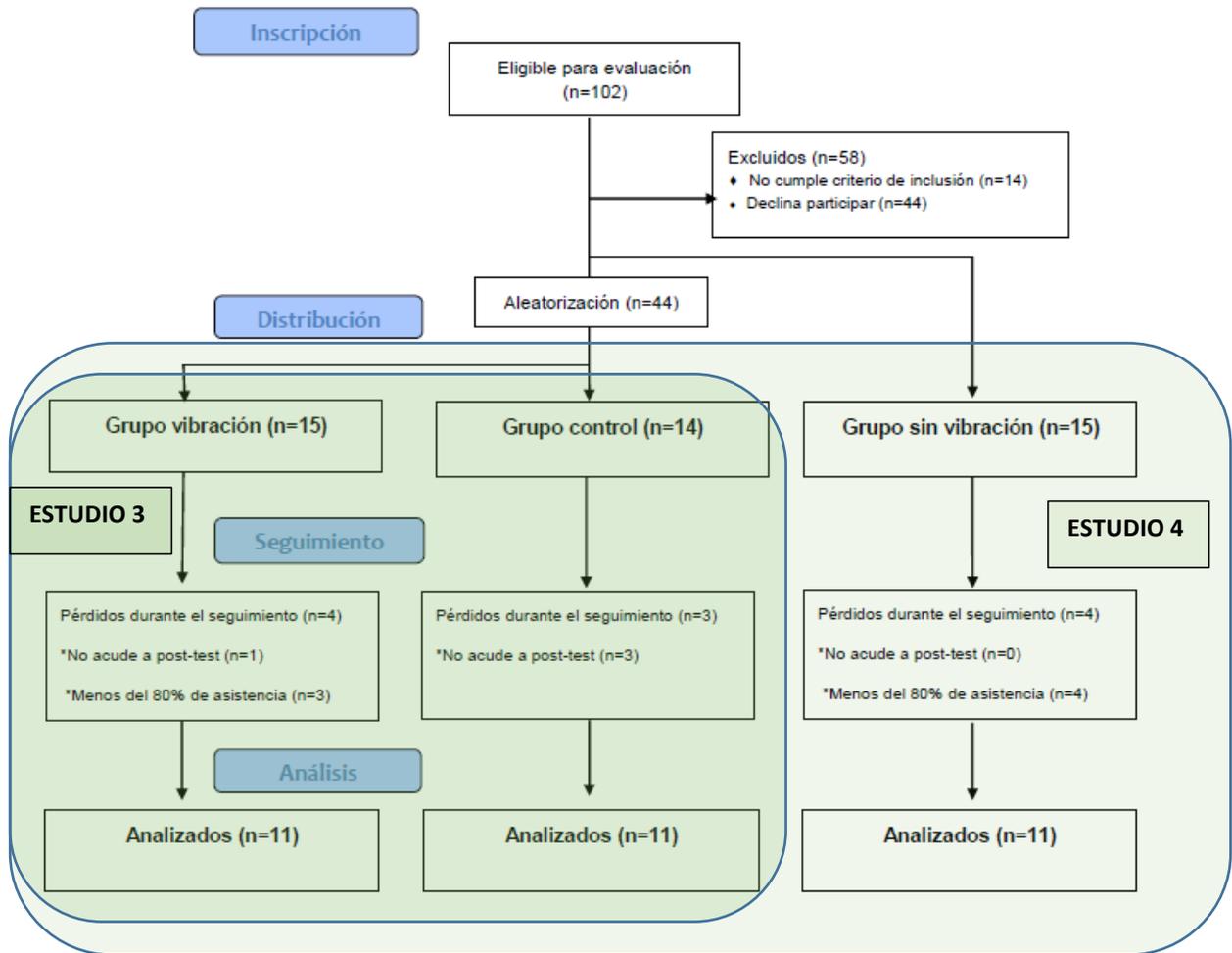


Figura 7. Flujo de participantes en los estudios 3 y 4.

### IV.4.VARIABLES DE ESTUDIO

#### IV.4.1 Variables del estudio 1

Las variables seleccionadas para el meta-análisis fueron seleccionadas siempre y cuando en al menos dos de los artículo de la revisión sistemática existiese esa misma medición, con el fin de poder realizar la síntesis de los datos. Las variables analizadas acerca de la capacidad funcional fueron las siguientes:

- Movilidad funcional
  - *Tiempo* en segundos que los participantes tardaban en completar el circuito indicado en el TUG test.
  
- Marcha y equilibrio
  - *Tinetti<sub>equilibrio</sub>*: Una de las partes del test que valora 9 aspectos sobre el equilibrio del sujeto cuya puntuación está comprendida de 0 a 16.
  - *Tinetti<sub>marcha</sub>*: Valora 7 aspectos con una puntuación máxima de 12 puntos mientras que el sujeto camina de forma habitual.
  - *Tinetti<sub>global</sub>*: La puntuación total del test (0-28) discrimina si el sujeto está en alto riesgo de caída (menos de 19 puntos), en riesgo de caída (19-24 puntos) o si no tiene riesgo de caída (+ de 24 puntos).
  
- Fuerza
  - *Fuerza máxima isométrica*: Evalúa la fuerza muscular a través del test de presión con un dinamómetro manual.

#### IV.4.2 Variables de los estudios 2, 3 y 4

En la tabla 1, se resumen todas las variables de los estudios 2, 3 y 4, agrupadas atendiendo al aspecto que evalúa, así como los instrumentos utilizados para determinar estas variables, con el propósito de facilitar la comprensión de este apartado.

**Tabla.1.** Resumen de las variables de estudio.

Variables		Instrumento/Prueba	Material
Demográficas/ Clínicas	Edad, género, años de institucionalización, n° enfermedades y n° fármacos/día.	Cuestionario socio-demográfico	Cuestionario
	Composición Corporal	Talla Masa ICC Grasa Corporal	Cinta métrica Analizador Omrom BF-306 Báscula (marca)
Capacidad funcional	Movilidad funcional	Test de levantarse, caminar y sentarse	Silla Cono Cronómetro
	Fuerza del tren inferior	Test de levantarse-sentarse (30s-CSTS en sus siglas en inglés)	Plataforma de fuerza Kistler 9281A Encoder lineal TF-100
Estabilidad postural	Área del COP	Ojos Abierto Ojos Cerrados Interferencia Cognitiva	Plataforma de fuerza Kistler 9281A
Cuestionarios	Calidad de Vida relacionada con la Salud	EQ-5D	Cuestionario
	Independencia Funcional	Índice Barthel	Cuestionario

ICC: índice de cintura-cadera; 30 s CSTS: test de 30 segundos levantarse y sentarse de una silla; COP: centro de presión; EQ-5D: Euroqol 5 dimensiones.

A continuación se definen cada una de las variables demográficas y clínicas, capacidad funcional, estabilidad postural y cuestionarios realizados en los estudios de forma más detallada.

### IV.4.2.1. Variables demográficas y clínicas

Con la intención de caracterizar la muestra de los diferentes estudios, se les pidió a todos los participantes que cumplimentaran un sencillo cuestionario estándar. Posteriormente se verificó la información adquirida con el personal de las residencias de ancianos debido a los posibles problemas cognitivos de los participantes, fruto de la avanzada edad.

- *Edad* cronológica de los participantes en el estudio.
- *Género*: determinación del sexo del participante (mujer/ hombre).
- *Años de institucionalización*: Número de años y meses que los participantes llevan institucionalizados de larga estancia.
- *Número de enfermedades* de carácter crónico que pudieran afectar a los datos del estudio.
- *Número de medicamentos* diarios que son suministrados por el personal de enfermería para atender a las mencionadas enfermedades.

### IV.4.1.2. Composición Corporal

Siguiendo la caracterización de la muestra y en relación a la composición corporal surgen las siguientes variables:

- *Talla*: longitud de la planta de los pies a la parte superior del cráneo expresada en centímetros (cm).
- *Masa*: es el volumen del cuerpo expresado en kilogramos (kg).
  - *Índice de masa corporal (IMC)*: medida de asociación entre la masa y la talla de un individuo calculado mediante una división entre la masa y la estatura al cuadrado ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ).
- *Perímetro cintura*: contorno natural tomado entre la parte superior de las crestas ilíacas y la costilla inferior, expresado en cm.

- *Perímetro Cadera*: perímetro (cm) medido a la altura de las caderas, concretamente a nivel de los trocantes.
  - *Índice Cintura-Cadera (ICC)*: relación que resulta de dividir el perímetro de la cintura de una persona por el perímetro de su cadera. Este valor se asocia a la grasa abdominovisceral y al riesgo cardiovascular.
- *Porcentaje de grasa corporal*: porcentaje correspondiente a la grasa en el organismo, medida de forma aislada.

#### IV.4.2.3 Variables de la capacidad funcional

La capacidad funcional se define como la facultad presente en una persona, para realizar las actividades de la vida diaria, sin necesidad de supervisión, es decir, la capacidad de ejecutar tareas y desempeñar roles en la cotidianidad, dentro de un amplio rango de complejidad. En este sub-apartado se especifican las variables estudiadas para definir la capacidad funcional a partir de la movilidad y la fuerza del tren inferior, así como la estabilidad postural.

- *Movilidad (TUG test)*
  - *Tiempo* en segundos que los participantes tardaban en completar el circuito indicado por el test de levantarse, caminar y sentarse.
- *Fuerza del tren inferior (30s-CSTS)*
  - *Número de veces* que el sujeto se levanta y se sienta de la silla en 30 segundos.
  - *Velocidad máxima ( $V_{max}$ )*: Máxima velocidad a la cual se levanta el participante, medido en metros por segundo (m/s).
  - *Velocidad media ( $V_{med}$ )*: Velocidad calculada a partir de la media aritmética de los valores correspondientes a las velocidades máximas de cada una de las veces que se levanta el participante de la silla en 30 segundos, expresada en metros por segundo (m/s).

- *Fuerza*: Valor correspondiente al pico de fuerza máximo obtenido en el total de la prueba y registrado por la plataforma de fuerza en Newton (N).
- *Potencia*: Potencia mecánica aplicada sobre la plataforma cuyo valor viene dado por el producto de la fuerza máxima y la velocidad máxima.

### IV.4.3. Variables sobre la estabilidad

La variable utilizada para la valoración de la estabilidad postural fue el área del centro de presiones (COP), calculada a partir de los ejes antero-posterior (AP) y medio-lateral (ML) de dicho centro de presiones expresado en centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>).

### IV.4.4.4 Variables relacionadas con los cuestionarios

#### IV.4.4.4.1. Calidad de vida relacionada con la salud

La calidad de vida se define como la evaluación subjetiva del estado de salud actual sobre la capacidad del individuo a la hora de mantener un nivel de funcionamiento que le permita realizar aquellas actividades que afectan al estado general de bienestar (Shumaker and Naughton 1995). El cuestionario seleccionado para la evaluación fue el EuroQol-5dimensiones (EQ-5D) (EuroQol 1990) cuyas variables representativas son las siguientes:

- EQ-5D<sub>utility</sub>: Valor global comprendido entre 0 (peor calidad de vida) y 1 (mejora calidad de vida) correspondiente a la calidad de vida general derivada de las respuestas a las 5 categorías del cuestionario, aunque puede llegar a existir valores negativos.
- EQ-5D<sub>VAS</sub>: Puntuación numérica dada por el participante en la escala visual análoga (VAS en sus siglas en inglés) que se adjunta con el cuestionario; sus valores se comprenden entre el 0 (peor estado de salud imaginable) y el 100 (mejor estado de salud imaginable).

Además, las 5 respuestas dadas a la pregunta de cada dimensión son codificadas según el siguiente nivel de gravedad: 1 si la opción de respuesta es “no (tengo) problemas”; con un 2 si la opción de respuesta es “algunos o moderados problemas”; y con un 3 si la opción de respuesta es “muchos problemas”. Esta codificación permite evaluar qué tanto por ciento de participantes tienen o no problemas en las siguientes variables de estudio:

- *EQ-5D<sub>movilidad</sub>*
- *EQ-5D<sub>auto-cuidado</sub>*
- *EQ-5D<sub>actividades de la vida diaria (ADL)</sub>*
- *EQ-5D<sub>dolor</sub>*
- *EQ-5D<sub>ansiedad/depresión</sub>*

#### IV.4.4.2.2 Independencia funcional

El índice de Barthel fue utilizado como instrumento evaluador de la independencia funcional de los participantes a la hora de realizar las ADL (Mahoney and Barthel 1965). Este cuestionario permite distinguir a las personas totalmente independientes (100 puntos o 95 si va en silla de ruedas) de aquellas que tienen alguna dependencia (95 puntos o menos) dando lugar a las siguientes variables de estudio:

- $Barthel_{total}$ : Puntuación global (0-100) producto de la suma de los puntos obtenidos en cada uno de los 10 ítem que conforman el cuestionario.
- $Barthel_{\%independientes}$ : Porcentaje total de los participantes totalmente independientes a la hora de realizar sus actividades de la vida diaria.

#### **IV.5. PROCEDIMIENTO E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN**

En un primer momento, se contactó con la residencia de ancianos Nuestra Señora de la Consolación (Sevilla; España) para presentarle el proyecto y poder trabajar de forma conjunta. Una vez aceptados los términos desde la dirección de la residencia se habló con el departamento de enfermería y fisioterapia, como así se nos indicó desde dirección, para presentarles cuales eran los criterios de inclusión y exclusión del estudio, de esta forma, sería el personal del centro el que supervisara quienes eran los residentes que cumplían los requisitos estipulados y por tanto podrían formar parte de la investigación.

Una vez se nos indicó quienes eran todos los residentes que podían participar en el estudio, hablamos personalmente con cada uno de ellos, así como con sus familiares en caso de que fuese necesario para darles toda la información de forma oral y escrita acerca del estudio. Tras la explicación se les proporciono un documento de consentimiento informado que tenían de forma voluntaria que firmar para ser considerados participantes en el estudio.

Tras la firma del consentimiento informado, se procedió en una sala habilitada por la residencia de ancianos, a realizar las evaluaciones en el orden que se concreta a continuación: Primeramente se procedió a la administración del cuestionario demográfico y clínico, junto con el cuestionario EQ-5D e índice Barthel para posteriormente continuar con las mediciones sobre la composición corporal de los participantes (talla, peso, ICC...). Tras la medición de la composición corporal se realizaron las pruebas destinadas a medir la capacidad funcional siguiendo un orden establecido. La estabilidad postural era la primera de las pruebas siguiendo un orden ascendente en dificultad (Ojos abiertos, ojos cerrados e interferencia cognitiva), después se realizaba el TUG test y por último el test de levantarse-sentarse (30s) (30s CSTS). Entre todas las pruebas de capacidad funcional se dejaba un espacio de tiempo para el descanso de los participantes, con el fin de permitir la recuperación de los mismos.

El mismo procedimiento, tanto en la forma de contactar con la residencia como en la selección de la muestra y posterior evaluación, fue utilizado en la residencia de ancianos Fundomar (Sevilla, España). Los residentes en esta institución fueron los que completaron el tercer grupo de estudio; grupo que realizaba el mismo protocolo de entrenamiento pero sin la aplicación de vibraciones mecánicas (estudio 4).

#### **IV.5.1. Administración de Cuestionarios**

Se citó a los participantes en los espacios habilitados por ambas residencias de ancianos de forma individual con un espacio de tiempo de 30 minutos con el fin de que los residentes no tuviesen que esperar para la realización de los cuestionarios y pruebas de evaluación. La duración estimada de administración de los tres cuestionarios era de 20 minutos.

##### *Cuestionario demográfico y clínico*

Este cuestionario era de carácter general y sirvió para la caracterización de la muestra. En el documento se preguntaba por la edad, género, años de institucionalización, número de enfermedades, así como el número de medicamentos diarios suministrados por el departamento de enfermería. Estas últimas cuestiones eran directamente proporcionadas por el departamento de enfermería.

##### *EuroQol-5dimensiones*

El cuestionario de salud EQ-5D (EuroQol 1990) se utilizó para la evaluación de la CVRS de los participantes de estudio. Este cuestionario incluye 5 dimensiones (movilidad, auto-cuidado, actividades de la vida diaria, dolor y ansiedad/depresión), donde cada una de ellas tiene 3 niveles de respuesta (sin problemas, con algunos o moderados problemas y con mucho o problemas extremos). La yuxtaposición de los 3

niveles en las 5 dimensiones da lugar a un número de cinco cifras que refleja 243 estados posibles de salud. Estos estados pueden ser convertidos a un índice funcional de salud (EQ-5D<sub>Utility</sub>) cuyos valores son comprendidos entre el 1 (mejor estado de salud) y el 0 (peor estado de salud), pudiendo existir valores inferiores a 0 considerados como un estado de salud peor que la muerte. El EQ-5D incluye además una escala visual análoga de 20 centímetros (EQ-5D<sub>VAS</sub>) que es utilizada por los propios participantes para dar un valor numérico comprendido entre 0-100 (100 corresponde al mejor estado de salud imaginable) que proporciona una estimación sobre la CVRS (Brooks 1996).

### *Índice Barthel*

El índice de Barthel fue utilizado para medir el nivel de independencia de los residentes a la hora de realizar las ADL, puesto que tiene una fiabilidad aceptable en personas mayores (Richards, Peters et al. 2000) y excelente en pacientes en rehabilitación (Rollnik 2011). Este cuestionario consta de 10 ítem (comer; traslado entre silla y cama; aseo personal; uso del retrete; bañarse o ducharse; desplazamiento; subir y bajar escaleras; vestirse y desvestirse; control de las heces; control de la orina). La puntuación total se obtiene de la suma de las puntuaciones en cada uno del ítem. Esta puntuación está comprendida entre el 0 (dependiente) y el 100 (independiente) (Mahoney and Barthel 1965). Para el análisis del cuestionario, aquellos participantes cuya puntuación era de 100, fueron considerados independientes. En el estudio 4, aquellos participantes considerados dependientes, fueron además clasificados en baja (70-95) o moderada (<70) dependencia.

### **IV.5.2. Composición corporal**

La talla y el peso fueron recogidos utilizando una báscula mecánica de columna, con pesas deslizantes a la altura de los ojos (SECA-711) y una cinta métrica con el fin de establecer el índice de masa corporal (IMC/BMI siglas en inglés). Para la medición, se pidió a los participantes que se descalzaran y estuviesen quietos y con la



mirada al frente para realizar así las mediciones con la mayor precisión posible.

Una cinta métrica de material flexible se utilizó para determinar el índice de cintura-cadera; valor que está relacionado con la grasa abdominovisceral y el riesgo cardiovascular. Este valor sale de dividir el perímetro de la cintura medido entre la parte superior de las crestas ilíacas y la costilla inferior (cm) y el de la cadera, concretamente el perímetro a nivel de los trocantes.



El índice de masa grasa fue estimado utilizando un analizador de impedancia bioeléctrica Omron BF-306 (Omron Healthcare Europe BV, Hoofddorp, Holanda) cuyo funcionamiento se basa en analizar la resistencia eléctrica de los tejidos corporales enviando al cuerpo una corriente eléctrica extremadamente débil que es imperceptible)

#### **IV.5.3. Estabilidad postural**

La estabilidad postural fue medida usando una plataforma de fuerza Kistler, modelo 9281A (Kistler Instruments AG, Winterthur, Switzerland) que recogía los valores AP y ML para calcular el COP con una recogida de 1000 datos por segundo (1000Hz). Las plataformas de fuerza tiene una excelente fiabilidad (>,90) a la hora de evaluar la estabilidad postural, siendo más fiable aún en pruebas con ojos cerrados cuando se trata de evaluar el control del equilibrio (Bauer, Groger et al. 2008).

Estos parámetros fueron recogidos en tres pruebas de creciente dificultad en las que se pidió al sujeto que mantuviera las manos en sus caderas e hicieran coincidir el ancho de los pies con el de las caderas: (1) de pie y erguido sobre la plataforma con los ojos abiertos, (2) de pie y erguido sobre la plataforma con los ojos cerrados y (3) de pie y erguido sobre la plataforma con los ojos abiertos mientras realizaba una doble tarea. Esta doble tarea consistía en que el evaluador daba al sujeto un número comprendido entre el 100 y el 200 y se pidió al participante que restara desde ese número de 3 en 3 tan rápido

y preciso como fuese posible. Las tres pruebas tuvieron una duración de 30 segundos, con un periodo de 1 minuto de descanso entre ellas.

Los valores del COP fueron analizados usando el programa matemático Matlab V.7.12 (R2011a) (The MathWorks, Inc.) para el cual se elaboró una rutina de codificación siguiendo las fórmulas del estudio de Prieto (Prieto, Myklebust et al. 1996), además siguiendo las indicaciones del mismo autor, las series de datos fueron pasadas por un filtro digital de cuarto orden Butterworth a una frecuencia de corte de 5 Hz. De la duración total de las tres pruebas realizadas (30 s), tan solo los últimos 20 segundos (20000 puntos) fueron utilizados para el cálculo del área del COP.

### **IV.5.4. Movilidad funcional**

La movilidad funcional fue evaluada con el TUG test. Este tipo de test es uno de los más utilizados en la medición de la movilidad y la velocidad de la marcha en personas mayores y está relacionado con la habilidad para realizar las ADL con una buena fiabilidad y una correlación intra-clase de 0,80 (Yeung, Wessel et al. 2008, Herman, Giladi et al. 2011). Esta prueba consiste en levantarse de una silla, andar una distancia de 3 metros, girar alrededor de un cono y volver a caminar esa misma distancia hasta llegar de nuevo a la silla y sentarse, todo ello realizado a una velocidad segura y confortable (Podsiadlo and Richardson 1991). Se utilizó para el análisis el mejor tiempo conseguido de los dos intentos realizados, con un tiempo de descanso de 1 minuto entre estos.

### **IV.5.5. Fuerza del tren inferior**

La fuerza del tren inferior se evaluó con el test de 30-s levantarse y sentarse (Rikli 2001). Esta prueba ya ha sido utilizada previamente en personas mayores institucionalizadas (Thapa, Gideon et al. 1994) demostrando una excelente fiabilidad ( $r=0,89$ ) y una excelente fiabilidad entre evaluadores (0,95) (Jones, Rikli et al. 1999).

Para el inicio de la prueba, los participantes se situaban sentados en una silla con la espalda recta, los brazos en cruz a la altura del pecho y los pies sobre una plataforma de fuerza, además un encoder lineal estaba sujeto a un arnés que los participantes llevaban puestos al inicio de la prueba. El número de veces que eran capaces de levantarse de forma completa de la silla y volver a sentarse en 30 segundos fue registrado así como la velocidad máxima de cada una de las repeticiones y la velocidad media de la prueba utilizando el encoder lineal (Modelo TF-100, T-Force Sistema Ergotech, Murcia, España). Además el pico de fuerza máximo normalizado por el peso de cada uno de los sujetos fue registrado por una plataforma de fuerza Kistler, 9281A (Kistler Instrumentos AG, Winterthur, Suiza). Con estos dos últimos datos, la potencia máxima fue calculada.

## **IV.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

### **IV.6.1 Análisis estadístico del estudio 1**

Para la síntesis de datos de los estudios encontrados en la revisión sistemática (meta-análisis) se hacía indispensable que al menos dos de los estudios coincidieran en la misma variable. Los cálculos estadísticos así como las representaciones gráficas (*forest plot*) del meta-análisis se llevó a cabo utilizando el programa Review Manager 5.3 (The Nordic Cochrane Centre, The Cochrane Collaboration, Copenhagen, Denmark). Para todas las variables, la diferencia de medias estandarizadas (SMD) fue calculada a partir de las medias y desviaciones típicas de los artículos originales (diferencia pre-post test en los grupos de intervención y control) Los intervalos de confianza al 95% se presentan para las SMD teniendo en cuenta el peso (%) de cada uno de los artículos dentro del meta-análisis.

El índice  $I^2$  se usó para determinar la heterogeneidad de los estudios incluidos. Cuando los valores de  $I^2$  son menores del 50% se considera pequeña heterogeneidad; entre 50-75% heterogeneidad media y heterogeneidad considerable cuando es superior al 75% (Higgins, Thompson et al. 2003). El modelo de efectos aleatorios se utilizó cuando la heterogeneidad era significativa ( $p < 0,05$ ) y el modelo de efectos fijos cuando la

heterogeneidad no lo era ( $p > 0,05$ ). Otros valores de heterogeneidad son presentados en los forest plot como es el valor estadístico  $\text{Chi}^2$  en ambos modelos y el estadístico de  $\text{Tau}^2$  en análisis de efectos aleatorios. Por último la prueba de efecto general Z se presenta junto con el nivel de significación.

### **IV.6.2. Análisis estadístico de los estudios 2, 3 y 4.**

Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 17.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) estableciendo un nivel de significación en  $p \leq 0,05$  para todos los análisis estadísticos realizados. Las pruebas de Kolmogorov-Smirnov o Saphiro-Wilk (muestras inferiores a 50) fueron utilizadas para determinar la distribución de la muestra. Según la distribución muestral los datos son dados como media y desviación típica (SD de sus siglas en inglés) o mediana y rango intercuartil (RIQ) para las variables continuas y porcentajes (%) para las variables categóricas. La siguiente tabla muestra las pruebas estadísticas realizadas en cada estudio de acuerdo con el tipo de variable (continua o categórica) y según su distribución (paramétrica o no paramétrica).

**Tabla 2.** Resumen de las pruebas estadísticas realizadas en los estudios 2, 3 y 4.

Estudio	Prueba estadística
<b>Estudio 2</b>	Prueba Student-t para muestras independientes / Chi cuadrado Diferencia de medias (95%IC) Coeficiente de correlación de Pearson o Spearman Odds ratio (95%IC) Análisis ROC
<b>Estudio 3</b>	U de Mann-Whitney / Chi cuadrado Test de Wilcoxon Tamaño del efecto Probabilidad de Superioridad Test de Friedman
<b>Estudio 4</b>	Kruskal-Wallis / Chi cuadrado U de Mann-Whitney + corrección de Bonferroni Test de Wilcoxon

IC: intervalo de confianza; ROC: receiver operating characteristic;

- Prueba de *Student-t* para muestras independientes: Evalúa las diferencias entre variables continuas de grupos diferentes.
- *Chi cuadrado*: Evalúa las diferencias entre variables categóricas de grupos diferentes.
- *Diferencia de medias (95%IC)*: Diferencia existente entre las medias de dos grupos que se comparan, junto con la probabilidad al 95% de que ese determinado valor se encuentre entre el intervalo representado.
- Coeficiente de correlación de *Pearson/Spearman*: Determina la correlación existente entre dos variables continuas (Pearson) o categóricas (Spearman)
- *Odds ratio*: Utilizado en el estudio 2 para determinar el nivel de correlación existente entre las variables categóricas del EQ-5D, correspondiente a cada una de las dimensiones del cuestionario.
- *Análisis ROC*: Método gráfico donde se utilizaron los datos del grupo sin riesgo de caída (estudio 2) como criterios de construcción de las curvas donde la

especificidad y la sensibilidad se utilizaron con el mismo peso para determinar los puntos de corte.

- *U de Mann-Whitney*: Utilizado para comparar variables entre grupos antes y después del tratamiento cuando las variables tuvieron una distribución no paramétrica.
- *Test de Wilcoxon*: Utilizado para evaluar las diferencias intragrupo pre-post intervención en las diferentes variables de estudio
- *Tamaño del efecto (d de cohen)*: Determinar la magnitud de una relación o efecto tras la intervención. Valores de *d* inferiores a 0,2 indican un efecto pequeño, 0,5 un efecto mediano y 0,8 indica un efecto de alto (Cohen 1988).
- *Probabilidad de superioridad (PS)*: Utilizado junto con el tamaño del efecto para determinar la probabilidad que existe de que esa magnitud de cambio suceda.
- *Test de Friedman*: Prueba no paramétrica utilizada para comparar dos variables durante el proceso de una intervención y no solo antes y después de la misma.
- *Prueba de Kruskal-Wallis*: Prueba no paramétrica que compara las variables de más de dos grupos.

### **IV.7. PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN**

Los participantes del estudio fueron instados a continuar con los tratamientos proporcionados por la residencia de ancianos, es decir, atención del departamento de enfermería habitual, terapias ocupacionales principalmente destinados a entrenar la memoria y atención, así como los tratamientos proporcionados por el departamento de fisioterapia consistentes en 4 horas semanales de ejercicios de movilidad y estiramientos realizados desde una silla (con el fin de evitar riesgos), 1 hora semanal de masaje terapéutico y terapias de calor.

**IV.7.1. Estudio 3**

La intervención realizada tuvo una duración de 8 semanas consistente en un entrenamiento de ejercicios dinámicos sobre una plataforma vibratoria vertical, modelo YV20RS 700 (BH, España). El entrenamiento contaba con tres sesiones semanales, siempre con al menos 24 horas de descanso entre sesiones. Cada una de las sesiones de entrenamiento se realizó sobre la plataforma vertical con una frecuencia de 30 Hz durante el primer mes y 35 Hz para el último mes con una amplitud constante de 4mm (tabla 3: protocolo de entrenamiento).

**Tabla 3.** Descripción del protocolo de entrenamiento.

Semanas	Sesiones/sem	Calentamiento	Nº de ejercicios	Nº de repeticiones	Frecuencia (Hz)/ amplitud(mm)	Descanso (s)	Repeticiones
<b>1-2</b>	3	3/30s/30s	6	6	30/4	45	48
<b>3-4</b>	3	3/30s/30s	6	8	30/4	45	64
<b>5-6</b>	3	3/30s/30s	6	10	35/4	45	80
<b>7-8</b>	3	3/30s/30s	6	12	35/4	45	96

sem: semana; Hz: Hercios; mm: milímetros; s: segundos.

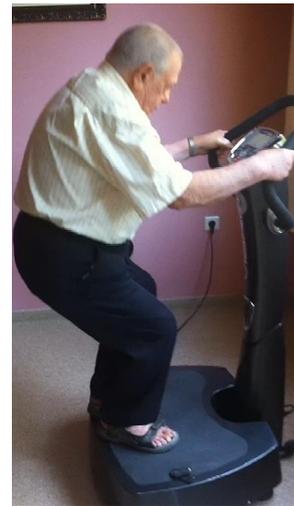
Las sesiones comenzaban con un calentamiento sobre la plataforma vibratoria consistente en 3 series de 30 segundos donde los participantes adoptaban una posición de sentadilla isométrica con una flexión de rodilla a 100°. Después del calentamiento se les pidió a los participantes realizar los ejercicios descritos en la tabla 4 con movimientos lentos, concretamente a un ritmo constante de 3 segundos para sus fases concéntricas y excéntricas. El número de repeticiones para cada ejercicio fue incrementándose cada dos semanas, empezando por 6 repeticiones hasta llegar a 12 en las últimas dos semanas de intervención con un periodo de descanso de 45 segundos entre ejercicios que se mantuvo durante las 8 semanas.

Todos los participantes del grupo intervención recibieron una sesión práctica inicial donde se explicó los diferentes ejercicios que se realizarían durante las sesiones, con el fin de aclarar las posibles dudas y además, que los residentes pudieran tener una primera toma de contacto con el entrenamiento basado en WBV. Cada sesión de entrenamiento fue supervisada en todo momento por algún miembro del personal de la residencia de ancianos.

**Tabla 4.** Ejercicios realizados sobre plataforma vibratoria vertical.

**Ejercicio de calentamiento: Sentadilla/Squat**

Los sujetos mantenían una posición de sentadilla isométrica en la que realizaban un descenso del ángulo de rodilla de  $80^\circ$ , es decir la rodilla quedaba con una flexión de  $100^\circ$ , la espalda lo más erguida posible dirigiendo la mirada hacia el frente sujetando el manillar de la plataforma para mantener el equilibrio durante 30 segundos.



**Ejercicio 1: subir y bajar escalones**

Partiendo desde fuera de la plataforma sujetando el manillar de la misma, los sujetos realizaban un ejercicio similar al de subir escalones, donde alternaban el pie con el que empezaban a subir y bajar de la plataforma.



<p><b>Ejercicio 2: zancada o lunge</b></p> <p>Partiendo desde fuera de la plataforma, el sujeto empezaba colocando un pie sobre la plataforma con una flexión de rodilla de 90° donde realizaban una leve presión sobre la plataforma. Los sujetos iban cambiando de pierna hasta completar el número requerido de repeticiones.</p>	
<p><b>Ejercicio 3: elevación de talones</b></p> <p>Los sujetos colocaban los pies en el centro de la plataforma, separados a la anchura de sus caderas y manteniendo las rodillas con una leve flexión para realizar flexo-extensiones completas de tobillo hasta llegar a colocarse sin apoyo de los talones sobre la plataforma.</p>	
<p><b>Ejercicio 4: sentadilla</b></p> <p>El sujeto realizaba flexo-extensiones de rodilla llegando a una posición de squat lo más cercana a 90° de flexión de rodilla, siempre manteniendo la espalda recta y sin llegar a una extensión completa de rodilla.</p>	
<p><b>Ejercicio 5: Cambio de peso medio-lateral</b></p> <p>Partiendo de la posición de squat con la espalda recta y las manos sujetando la plataforma, el sujeto realizaba desplazamientos del peso corporal en el eje medio-lateral (derecha-izquierda) de forma alterna con movimientos lentos y sin dejar de flexionar las rodillas.</p>	

**Ejercicio 6: Cambio de peso antero-posterior**

Partiendo de la posición de squat, el sujeto realizaba desplazamientos del peso corporal en el eje antero-posterior (hacia delante y atrás) de forma alterna con movimientos lentos y sin dejar de flexionar las rodillas.



**IV.7.2. Estudio 4**

El grupo seleccionado en la segunda residencia de ancianos, realizó el mismo protocolo de intervención con la diferencia de la vibración, es decir, el grupo que no recibió las WBV realizó exactamente el mismo calentamiento y ejercicios posteriores sobre una plataforma step de las mismas dimensiones que la plataforma vibratoria. La progresión del número de repeticiones por ejercicio, así como el tiempo de descanso entre ellos se mantuvo igual que para el grupo WBV.



# **CAPÍTULO 6**

## **DISCUSIÓN**



## **VI.DISCUSIÓN**

En este apartado se desarrolla una discusión conjunta sobre todos los resultados encontrados en los 4 estudios que componen la presente Tesis Doctoral. Durante la discusión, se irán comparando estos resultados con otros estudios previos, contextualizando su importancia y evidenciando tanto las implicaciones prácticas y teóricas, como las limitaciones encontradas.

### **VI.1. EVIDENCIA CIENTÍFICA SOBRE LAS WBV**

El propósito primordial por el que se realizó la revisión sistemática y el posterior meta-análisis era determinar que evidencia científica existía sobre la efectividad de las WBV en la capacidad funcional (movilidad, fuerza, equilibrio...) de las personas mayores institucionalizadas.

#### **VI.1.1 Movilidad funcional**

Partiendo de la clasificación establecida por Cohen (Cohen 1988), el tamaño del efecto global obtenido en la movilidad funcional evaluada con el TUG test en 283 participantes que recibieron algún tipo de tratamiento de WBV fue medio (-0,63;  $p=0,003$ ). Este test fue definido en apartados anteriores como uno de los más utilizados en personas mayores institucionalizadas, ya que está relacionado con la habilidad para realizar las ADL (Podsiadlo and Richardson 1991, Herman, Giladi et al. 2011). Esto quiere decir, en términos de efecto global partiendo de los estudios individuales que conforman el meta-análisis, que las WBV pueden ser una terapia efectiva en la mejora de la movilidad en este tipo población. Estos resultados coinciden con revisiones sistemáticas previas, donde se estudió los efectos de las WBV en personas mayores no institucionalizadas (Lam et al., 2012), esta revisión llegó a concluir que las WBV podían resultar relativamente efectivas en la movilidad, sobretodo en aquellas personas mayores que eran más frágiles, como es el caso de las personas que están institucionalizadas en residencias de ancianos.

Existe la hipótesis de que la respuesta al estímulo vibratorio sea que más unidades motoras se activen de forma inconsciente, dando lugar a una mejor respuesta neuromuscular (Cardinale and Bosco 2003). Esto podría suponer, al menos en parte, una explicación acerca de porque las WBV pueden llegar a mejorar la movilidad en determinados grupos de poblaciones mayores, puesto que la activación que produce el ejercicio físico puede llegar a suponer una mejora en la densidad de la sección transversal del tejido muscular (Cadore, Casas-Herrero et al. 2014).

### **VI.1.2 Capacidad funcional**

Los resultados obtenidos tras la síntesis de los datos en relación al equilibrio, mostraron un tamaño del efecto global medio [0,59 (-0,25 a 0,62)]. Además, se halló también un tamaño del efecto medio en el cómputo global de la prueba Tinetti [0,59 (-0,25 a 1,44)], a pesar del tamaño del efecto bajo encontrado en la marcha [0,30 (0,02 a 0,62)]. Sin embargo estos cambios no fueron considerados estadísticamente significativos ( $p > 0,05$ ). Estos datos son positivos en favor de las terapias de WBV, al igual que en la revisión de Orr et al, donde se evidenció un beneficio en el equilibrio estático en las personas mayores, sin embargo, sus resultados tampoco fueron concluyentes (Orr 2015).

Desafortunadamente, tan solo dos de los estudios coincidían en la forma en la que evaluaron la fuerza tras una intervención basada en WBV. Ninguno de los dos estudios mostro beneficio alguno en la fuerza evaluada a partir de la prueba de dinamometría manual (Bautmans, Van Hees et al. 2005, Sievanen, Karinkanta et al. 2012). Tampoco en otras poblaciones mayores no institucionalizadas se han encontrado mejoras significativas en la fuerza evaluada con dinamometría manual tras un entrenamiento basado en WBV (Santin-Medeiros, Rey-Lopez et al. 2015). Estos resultados pueden explicarse con el hecho de que las WBV son un tipo de terapia que incide mayoritariamente en el tren inferior de los sujetos, con lo que la prueba utilizada en estos estudios puede no ser la mejor forma de evaluar los efectos del entrenamiento vibratorio. Este hecho está respaldado por diversos meta-análisis que si llegaron a encontrar efectos positivos en la fuerza y potencia muscular tras intervenciones basadas en WBV (Sitja-

Rabert, Rigau et al. 2012). Este hecho nos hizo replantearnos la utilización de otras medidas para la valoración de la fuerza y potencia muscular del tren inferior (30s CSTS)

### **VI.1.3 ¿Qué protocolo de entrenamiento WBV es más efectivo?**

A pesar de la existencia de una gran variedad de protocolos de intervención basados en WBV (frecuencia, amplitud, tiempo de exposición, etc.), parece que aquellos estudios de la revisión sistemática realizada que encontraron algún cambio positivo de este tipo de terapias tienen un punto en común. Este punto común reside en la duración de los ejercicios realizados sobre los dispositivos vibratorios, aquellos estudios que alargaron en algún momento de la intervención las series de ejercicio hasta los 60 segundos, obtuvieron beneficios en alguna de las variables de estudio (Bautmans, Van Hees et al. 2005, Bruyere, Wuidart et al. 2005, Bogaerts, Delecluse et al. 2011), excluyendo a Verschueren et al, (Verschueren, Bogaerts et al. 2011). En contraposición, aquellos que no hallaron beneficios de las WBV en personas mayores institucionalizadas estuvieron muy lejos de ese minuto de exposición, puesto que sus series de ejercicios fueron de 15 segundos (Beaudart, Maquet et al. 2013, Buckinx, Beaudart et al. 2014). Aunque se necesitan más estudios para confirmar esta hipótesis, ya existen autores que han demostrado en poblaciones jóvenes que la dosis de exposición más efectiva para la obtención alguna mejora es de 60 segundos (Da Silva-Grigoletto, De Hoyo et al. 2011).

Lo que sí parece ser más claro es que las WBV son bien toleradas por las personas mayores institucionalizadas, puesto que de los 162 participantes que recibieron algún tipo de intervención de WBV en alguno de los estudios, 141 completaron dicha intervención. Lo que significa un porcentaje alto (87%) de personas que lograron completar con éxito este tipo de entrenamientos (Del Pozo-Cruz, Alfonso-Rosa et al. 2013).

Una vez evidenciado que las intervenciones basadas en WBV pueden llegar a ser terapias factibles y eficaces para mejorar ciertos valores relacionados con la capacidad funcional de las personas mayores institucionalizadas, se hace esencial determinar cuáles son los factores que se asocian al riesgo de caída, en especial en las residencias de ancianos, para así determinar posteriormente si los ejercicios sobre plataformas

vibratorias pueden utilizarse para la mejora de estos factores, y por lo tanto minimizar las consecuencias producidas por las caídas, así como los cambios potenciales que podría llegar a tener estas intervenciones en la calidad de vida de esta población (Bruyere, Wuidart et al. 2005)..

### **VI.2. FACTORES ASOCIADOS A LAS CAÍDAS**

Teniendo en cuenta los resultados encontrados en el estudio 2, podemos decir que la capacidad funcional es el factor más determinante en el riesgo de caída, al igual que sucede en otras poblaciones de personas mayores no institucionalizadas (Perry, Carville et al. 2007, Shimada, Tiedemann et al. 2011, Smee, Anson et al. 2012). Esto quiere decir que la marcha o la capacidad de caminar es más limitada en aquellas personas que están en riesgo de caída (Shimada, Tiedemann et al. 2011), es más, se ha registrado en estudios previos que tener una fuerza y equilibrio reducido, suponen un 75% de probabilidad de que la función física sea un componente significativo en el modelo de riesgo de caída (Smee, Anson et al. 2012).

Los datos muestran que la fuerza, potencia y velocidad del tren inferior de los participantes que estaban en el grupo en riesgo de caída son significativamente inferiores respecto al grupo sin riesgo de caída (Bonney, Jauffret et al. 2007, Perry, Carville et al. 2007). De hecho, parece que la velocidad máxima es un factor determinante en la producción de potencia, especialmente en adultos con problemas de movilidad (Pojednic, Clark et al. 2012)., con lo que la potencia muscular y la velocidad de contracción pueden llegar a tener una mayor influencia sobre el equilibrio que la propia fuerza muscular en este tipo de poblaciones (Orr 2010).

Parece ser, que la estabilidad postural contribuye en gran medida a la capacidad funcional de las personas mayores (Pizzigalli, Filippini et al. 2011), y por lo tanto al igual que la potencia y la velocidad, la estabilidad postural puede tener un gran impacto en la prevalencia de las caídas de esta población (Maki, Holliday et al. 1994). Sin embargo, esta relación no pudo ser confirmada, puesto que a pesar de que aquellos participantes

que se encontraban en riesgo de caída tenían peores valores en el área del COP, estas diferencias no eran significativas, por lo que no encontramos una asociación clara entre las variables de la estabilidad postural y el riesgo de caída (Petrella, Neves et al. 2012).

La menor producción de fuerza y potencia muscular, así como una peor movilidad funcional es parte del proceso de envejecimiento, pero además, se asocia con el riesgo de una mayor dependencia (Petrella, Kim et al. 2005, Caserotti 2010). Esta relación hallada en el nuestros resultados concuerda además con otros estudios realizados en poblaciones de edades similares sin institucionalizar (Ferrer, Formiga et al. 2012, Grundstrom, Guse et al. 2012), así como en mujeres que a pesar de no estar institucionalizadas, recibían tratamientos geriátricos (Aoyama, Suzuki et al. 2011). Este hecho podría reflejar la importancia de mantener un buen estado funcional para poder realizar las ADL (Brach and VanSwearingen 2002). coincidiendo los resultados encontrados con la anterior afirmación, puesto que en la valoración de la calidad de vida (EQ-5D), las dimensiones que se correlacionaron con el incremento del riesgo de caída fueron la movilidad, el autocuidado y la realización de las ADL (Painter, Allison et al. 2012).

#### **VI.2.1. Establecimiento de puntos de corte para las variables del 30s CSTS**

Una vez identificados los factores físicos que se asociaban al riesgo de caída, se determinaron una serie de puntos de corte para estas variables relacionadas con el riesgo de caída en personas mayores institucionalizadas. Estos puntos pueden llegar a servir para determinar los niveles mínimos en el rendimiento muscular del tren inferior necesario (velocidad, fuerza y potencia) para prevenir el riesgo de caída en poblaciones mayores institucionalizadas. La posible aplicación práctica de estos valores no es otra que servir, cuando se trabaja por la prevención de las caídas, a los trabajadores de instituciones de ancianos a establecer un punto de partida para el diseño de intervenciones efectivas, en las que se deben incluir ejercicios destinados a mejorar la funcionalidad de las extremidades inferiores, siendo las WBV un mecanismo eficaz para este propósito, además de llegar a conseguir una mayor independencia en las ADL, a fin de mejorar la calidad de vida de los residentes en hogares de ancianos.

### **VI.3. EFECTO DEL ENTRENAMIENTO VIBRATORIO**

Una vez determinados los efectos teóricos que tienen las WBV sobre las personas mayores institucionalizadas y cuáles son los factores asociados al riesgo de caída, se hace imprescindible comprobar los efectos que puede llegar a producir un programa de 8 semanas de ejercicios dinámicos sobre una plataforma de WBV, sobre la capacidad funcional, la dependencia y la calidad de vida de esta población. El mayor interés que puede suscitar esta investigación reside en que desde nuestro conocimiento, es la primera investigación que realiza ejercicios dinámicos de WBV en población mayor institucionalizada y además evalúa los factores de riesgo de caída, la habilidad para realizar ADL y la calidad de vida en el mismo grupo de participantes.

#### **VI.3.1. Efectos sobre la capacidad funcional**

Los participantes que recibieron 8 semanas de entrenamiento vibratorio obtuvieron mejoras en la potencia del músculo esquelético. Este resultado cobra especial relevancia debido a que parece ser que la potencia muscular se relaciona más con la funcionalidad en personas mayores que la propia fuerza (Pereira, Izquierdo et al. 2012), siendo por desgracia la potencia la que más decrece con el proceso de envejecimiento (Reid and Fielding 2012). Por ello, a pesar de que los participantes del grupo WBV no mejoraran significativamente su fuerza respecto al grupo control, la movilidad funcional evaluada con el TUG test si mejoró tras estas 8 semanas de intervención, coincidiendo los resultados con estudios previos (Bruyere, Wuidart et al. 2005, Beudart, Maquet et al. 2013). Se puede decir que estas mejoras en el grupo de intervención también fueron clínicamente significativas (-2,71 segundos), puesto que un decrecimiento en el tiempo de este test de entre 0,8 y 1,2 segundos es considerado como el cambio mínimo clínicamente relevante (Wright, Cook et al. 2011).

Tal y como se afirmó al principio de este apartado, la respuesta a los estímulos vibratorios supone una mayor activación de las moto neuronas, suponiendo una mejor respuesta neuromuscular (Cardinale and Bosco 2003), lo que en parte, podría llegar a

explicar la mejora en la potencia del tren inferior encontrada en el grupo WBV (Cadore, Izquierdo et al. 2012), así como en la mejora en el TUG test (Cadore, Casas-Herrero et al. 2014). Además, se calculó el tamaño del efecto para la prueba del TUG y 30s CSTS<sub>Número de veces</sub> ( $r = 0,76$  y  $r = 0,77$ , respectivamente), lo que se considera grande, con una probabilidad de superioridad del 96% (Fritz, Morris et al. 2012). Esto quiere decir que la probabilidad de que suceda esta mejora en el grupo WBV respecto al control es del 96%. El cambio producido en el número de veces que se levantaron y sentaron de la silla también fue clínicamente relevante (+3,54 veces), al igual que en la prueba TUG, pues es considerado como tal, cuando hay una mejora igual o mayor de 2-2,6 veces (Wright, Cook et al. 2011).

Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas en la estabilidad postural tras la intervención. Esto puede ser debido al empleo de una frecuencia de WBV conservadora, debido a las características de la muestra. Además, el hecho de que la naturaleza del programa de ejercicio realizado en el dispositivo de vibración fuese dinámico apoya la falta de mejora en las pruebas estáticas, como si sucedió en las pruebas de carácter dinámico (TUG y 30s CSTS). Una posible explicación a estos hechos es la de que los ejercicios de WBV pueden mejorar los factores biomecánicos como la fuerza, potencia, flexibilidad, las cuales tienen un efecto claro sobre las ejecuciones dinámicas, sin embargo, el control del equilibrio es una combinación no solo de factores biomecánicos, sino también neuromusculares y sensoriales (Woollacott and Tang 1997), con lo que quizás las WBV no puedan llegar a mejorar estos últimos, especialmente en una población tan mayor.

### **VI.3.2. Efectos sobre independencia funcional y calidad de vida.**

Los residentes que participaron en el grupo donde se dio la intervención de WBV reportó mejores resultado en la independencia a la hora de realizar las ADL que el grupo control (Barthel<sub>Total</sub>;  $p=0,003$ ) tras las 8 semanas de tratamiento. Este hecho puede ser reflejo de la mejora en la movilidad funcional y el rendimiento del tren inferior, ya que

les permite una mayor libertad a la hora de realizar las actividades cotidianas, así como prevenir la discapacidad (Cadore, Casas-Herrero et al. 2014).

Las mejoras tanto físicas, como de independencia funcional, permitieron a los participantes del grupo WBV reportar mejoras en la CVRS evaluada con el EQ-5D. El único estudio encontrado donde analiza los efectos de las WBV sobre la calidad de vida de las personas mayores institucionalizadas también obtuvo resultados similares (Bruyere, Wuidart et al. 2005). Por lo tanto, los resultados hallados sustentan la idea de que un apropiado protocolo de entrenamiento basado en WBV puede prevenir e incluso mejorar la disminución en la calidad de vida existente en las personas mayores institucionalizadas (Netuveli, Wiggins et al. 2006).

#### **VI.4. EFECTOS POR LAS WBV O LOS EJERCICIOS DINÁMICOS**

Una intervención de 8 semanas de WBV de ejercicios dinámicos suponen un beneficio en la potencia muscular, la movilidad, la independencia funcional y la calidad de vida de las personas mayores institucionalizadas, sin embargo, es necesario conocer si estos beneficios son producidos por las WBV, o bien, por los ejercicios realizados sobre la plataforma de fuerza. Los principales resultados acerca de este tema, mostraron que las WBV mejoraban más el rendimiento muscular de los miembros inferiores, la movilidad y la calidad de vida, en comparación con el grupo control (CG) y el tercer grupo que realizaba el mismo protocolo de ejercicios sin vibración (nV).

La movilidad funcional mostro en los análisis intra-grupo, mejoras clínicamente relevantes en los grupos wbv y nV (Wright, Cook et al. 2011). Sin embargo, las mejoras en la movilidad solo fueron significativas en el grupo WBV respecto al grupo control ( $p < 0,001$ ) (Bautmans, Van Hees et al. 2005). Esto puede justificarse con el hecho de que las vibraciones son efectivas en la ganancia de capacidad muscular en humanos (Cardinale and Bosco 2003). Son muchos los estudios que han reportado la efectividad de las WBV en la marcha y la movilidad (A. Bogaerts et al., 2011)(Bruyere, Wuidart et al. 2005, Bogaerts, Delecluse et al. 2011), con lo que a pesar de las mejoras significativas en

los dos grupos, la disminución en el tiempo en terminar la prueba TUG era mayor en el WBV, disminución que sugiere que las WBV son una terapia prometedora para conseguir mejoras en la movilidad funcional de personas mayores (Shimada, Tiedemann et al. 2011).

Los participantes en el grupo WBV fueron los únicos en mostrar cambios significativos y clínicamente relevantes en el número de veces que se levantaron en la prueba 30s CSTS (+3,54;  $p=0,002$ ), siendo estos resultados consistentes con la conclusión de que añadir vibración a los ejercicios de fuerza puede resultar más beneficiosos, que solamente realizar los ejercicios sin vibración en adultos mayores frágiles (Pollock, Martin et al. 2012). Por lo tanto, nuestros descubrimientos fortalecen la idea de que las WBV pueden inducir mayores beneficios a la musculatura del tren inferior comparado con el entrenamiento convencional en esta población, ya que es posible, que los cambios a nivel muscular provoquen una mayor activación de las moto neuronas alfa, aumentando así el reclutamiento y la activación de los músculos agonistas, suponiendo una mejora en el sistema neuromuscular (Burke and Schiller 1976, Rittweger 2010).

Por otro lado, a pesar de las mejoras de movilidad y potencia muscular halladas, no se encontraron diferencias significativas en el equilibrio estático entre los grupos, ni tampoco ninguna mejora en alguno de estos tras las 8 semanas de intervención (Mikhael, Orr et al. 2010, Bogaerts, Delecluse et al. 2011). El tipo de estímulo vibratorio (vertical), la dosis de WBV utilizada o incluso que la realización de ejercicios dinámicos no tuviese como objetivo específico la mejora del equilibrio, pueden ser posibles explicaciones al hecho de que no se encontraran mejoras en la estabilidad postural.

La mejora de la musculatura del tren inferior, sin embargo, si se vio reflejada en la posibilidad de realizar de forma más independiente las ADL en los participantes del grupo WBV, puesto que la potencia muscular es considerada uno de los predictores claves de la dependencia funcional en personas mayores (Foldvari, Clark et al. 2000). A consecuencia de esta mejora en la funcionalidad a la hora de realizar las ADL, el grupo WBV mostró una mejor CVRS cuando fue comparado con el grupo que realizaba los ejercicios sin vibración y el grupo control (Bruyere, Wuidart et al. 2005)

### **VI.5. LIMITACIONES**

La presente investigación tiene algunas limitaciones que deben ser tenidas en cuenta a la hora de interpretar los resultados. Referidas a la revisión sistemática y meta-análisis, se ha de tener en cuenta que son más numerosos los artículos que estudian los efectos de la WBV en personas mayores no institucionalizadas, sin embargo, debido a las diferencias existentes con sus homólogos institucionalizados (Nitz and Josephson 2011), fue oportuno realizar una revisión de población mayor institucionalizada. Además la alta heterogeneidad de los resultados encontrados en los estudios incluidos en el meta-análisis, hace que las conclusiones tengan que ser tomadas con cautela.

Puede suponer otra limitación el uso de la prueba TUG para clasificar los participantes en riesgo o no de caída, ya que a pesar de diferenciar mejor en poblaciones frágiles, como es el caso de la nuestra, debido a sus características, que en poblaciones sanas (Schoene, Wu et al. 2013), se han podido cometer errores en dicha clasificación, sin embargo, diferenciar a los participantes en riesgo o no de caída no era el objetivo de estudio, sino determinar los factores relacionados con las caídas.

El pequeño tamaño muestral supone que las conclusiones no puedan ser generalizadas, así como también hace imposible determinar cuál es la dosis óptima de WBV para personas mayores institucionalizadas, a pesar de esta limitación, esta investigación sirvió para determinar la viabilidad del programa de intervención basado en WBV y determinar además la dirección que deban tomar futuros ensayos con muestras de mayor tamaño.

En cuanto a los diseños de los estudios que comprenden la tesis doctoral, es imprescindible mencionar que el carácter transversal del estudio 2, hace que una interpretación causal sea imposible de realizar. Además el diseño cuasi-experimental del estudio 4, unido a un muestreo de carácter incidental, puede haber supuesto un cierto nivel de sesgo.

Por último, otra limitación presente en los estudios 3 y 4 es que los participantes llevaron puestos sus zapatos durante la realización de los ejercicios, lo que puede suponer una amortiguación en la transmisión de la vibración. Dadas las características de los participantes, se pensó que pidiendo a los participantes quitarse los zapatos, podría haber comprometido la participación. Esta limitación es posible llegar a superarla en futuras investigaciones haciendo ver la importancia de este aspecto, así como realizar varios ejercicios sin zapatos, evitando así un posible rechazo a las WBV al inicio del programa.



# **CAPÍTULO 7**

## **CONCLUSIÓN**



## VII. CONCLUSION

Revisada la literatura, analizados y comparados los resultados obtenidos en los ensayos que constituyen la presente tesis y una vez señaladas las limitaciones, se concluye que:

- La evidencia científica revela que las vibraciones de cuerpo entero pueden tener un beneficio sobre la movilidad funcional de las personas mayores institucionalizadas, pudiendo llegar a reflejarse en la realización de las tareas de la vida diaria.
- El riesgo de caída en personas mayores de 80 años institucionalizadas se relaciona con el rendimiento muscular del tren inferior, el estado funcional y la calidad de vida relacionada con la salud. Además los puntos de corte dados pueden servir para orientar las intervenciones basadas en ejercicios para la prevención de las caídas.
- La aplicación 8 semanas de ejercicios vibratorios de cuerpo entero es factible y eficaz para reducir los factores de riesgo de caída, mejorar el rendimiento en las actividades de la vida diaria y aumentar la calidad relacionada con la salud de la vida en los residentes de hogares de ancianos mayores de 80 años.
- El componente vibratorio añade beneficios adicionales a las intervenciones basadas en ejercicios dinámicos en el rendimiento muscular del tren inferior (potencia muscular), la independencia funcional y la calidad de vida en personas mayores institucionalizadas mayores de 80 años.



# **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## VIII. REFERENCIAS

- Abercromby, A. F., W. E. Amonette, C. S. Layne, B. K. McFarlin, M. R. Hinman and W. H. Paloski (2007). "Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training." Med Sci Sports Exerc **39**(10): 1794-1800.
- Akyol, A. D. (2007). "Falls in the elderly: what can be done?" Int Nurs Rev **54**(2): 191-196.
- Almomani, F. M., J. M. McDowd, W. Bani-Issa and M. Almomani (2014). "Health-related quality of life and physical, mental, and cognitive disabilities among nursing home residents in Jordan." Qual Life Res **23**(1): 155-165.
- Allison, L. K., J. A. Painter, A. Emory, P. Whitehurst and A. Raby (2013). "Participation restriction, not fear of falling, predicts actual balance and mobility abilities in rural community-dwelling older adults." J Geriatr Phys Ther **36**(1): 13-23.
- Andersson, L. B., J. Marcusson and E. Wressle (2014). "Health-related quality of life and activities of daily living in 85-year-olds in Sweden." Health Soc Care Community **22**(4): 368-374.
- Aoyama, M., Y. Suzuki, J. Onishi and M. Kuzuya (2011). "Physical and functional factors in activities of daily living that predict falls in community-dwelling older women." Geriatr Gerontol Int **11**(3): 348-357.
- Apor, P. and L. Babai (2014). "[Physical activity diminishes aging-related decline of physical and cognitive performance]." Orv Hetil **155**(21): 817-821.
- Arikawa, A. Y., M. O'Dougherty and K. H. Schmitz (2011). "Adherence to a strength training intervention in adult women." J Phys Act Health **8**(1): 111-118.
- Arnold, P. and I. Bautmans (2014). "The influence of strength training on muscle activation in elderly persons: a systematic review and meta-analysis." Exp Gerontol **58**: 58-68.
- Bauer, C., I. Groger, R. Rupprecht and K. G. Gassmann (2008). "Intrasession reliability of force platform parameters in community-dwelling older adults." Arch Phys Med Rehabil **89**(10): 1977-1982.
- Bautmans, I., E. Van Hees, J. C. Lemper and T. Mets (2005). "The feasibility of Whole Body Vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial [ISRCTN62535013]." BMC Geriatr **5**: 17.
- Beudart, C., D. Maquet, M. Mannarino, F. Buckinx, M. Demonceau, J. M. Crielaard, J. Y. Reginster and O. Bruyère (2013). "Effects of 3 months of short sessions of controlled

whole body vibrations on the risk of falls among nursing home residents." BMC Geriatrics **13**(1).

Becker, C. and K. Kapp (2010). "Fall Prevention in Nursing Homes." Clinics in Geriatric Medicine **26**(4): 693-709.

Benavent-Caballer, V., P. Rosado-Calatayud, E. Segura-Orti, J. J. Amer-Cuenca and J. F. Lison (2014). "Effects of three different low-intensity exercise interventions on physical performance, muscle CSA and activities of daily living: a randomized controlled trial." Exp Gerontol **58**: 159-165.

Berschin, G. and H. M. Sommer (2010). "[The influence of posture on transmission and absorption of vibration energy in whole body vibration exercise]." Sportverletz Sportschaden **24**(1): 36-39.

Bogaerts, A., C. Delecluse, S. Boonen, A. L. Claessens, K. Milisen and S. M. Verschueren (2011). "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 **33**(3): 466-472.

Bogaerts, A., C. Delecluse, S. Boonen, A. L. Claessens, K. Milisen and S. M. Verschueren (2011). "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 **33**(3): 466-472.

Bogaerts, A., C. Delecluse, A. L. Claessens, T. Troosters, S. Boonen and S. M. Verschueren (2009). "Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomised controlled trial)." Age Ageing **38**(4): 448-454.

Bogaerts, A. C., C. Delecluse, A. L. Claessens, T. Troosters, S. Boonen and S. M. Verschueren (2009). "Effects of whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomised controlled trial)." Age Ageing **38**(4): 448-454.

Bonnefoy, M., M. Jauffret and J. F. Jusot (2007). "Muscle power of lower extremities in relation to functional ability and nutritional status in very elderly people." J Nutr Health Aging **11**(3): 223-228.

Bosco, C., M. Cardinale, O. Tsarpela, R. Colli, J. Tihanyi, S. P. Duvillard and A. Viru (1998). "The influence of whole body vibration on jumping performance." Biology of Sport **15**(3): 157-164.

- Bossers, W. J., L. H. van der Woude, F. Boersma, T. Hortobagyi, E. J. Scherder and M. J. van Heuvelen (2015). "A 9-Week Aerobic and Strength Training Program Improves Cognitive and Motor Function in Patients with Dementia: A Randomized, Controlled Trial." Am J Geriatr Psychiatry.
- Brach, J. S. and J. M. VanSwearingen (2002). "Physical impairment and disability: relationship to performance of activities of daily living in community-dwelling older men." Phys Ther **82**(8): 752-761.
- Brooke-Wavell, K. and N. J. Mansfield (2009). "Risks and benefits of whole body vibration training in older people." Age Ageing **38**(3): 254-255.
- Brooks, R. (1996). "EuroQol: the current state of play." Health Policy **37**(1): 53-72.
- Bruyere, O., M. A. Wuidart, E. Di Palma, M. Gourlay, O. Ethgen, F. Richey and J. Y. Reginster (2005). "Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents." Archives of Physical Medicine and Rehabilitation **86**(2): 303-307.
- Buckinx, F., C. Beaudart, D. Maquet, M. Demonceau, J. Crielaard, J. Reginster and O. Bruyère (2014). "Evaluation of the impact of 6-month training by whole body vibration on the risk of falls among nursing home residents, observed over a 12-month period: a single blind, randomized controlled trial." Aging Clinical & Experimental Research **26**(4): 369-376.
- Burke, D. and H. H. Schiller (1976). "Discharge pattern of single motor units in the tonic vibration reflex of human triceps surae." J Neurol Neurosurg Psychiatry **39**(8): 729-741.
- Cadore, E. L., A. Casas-Herrero, F. Zambom-Ferraresi, F. Idoate, N. Millor, M. Gomez, L. Rodriguez-Manas and M. Izquierdo (2014). "Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians." Age (Dordr) **36**(2): 773-785.
- Cadore, E. L., M. Izquierdo, M. Conceicao, R. Radaelli, R. S. Pinto, B. M. Baroni, M. A. Vaz, C. L. Alberton, S. S. Pinto, G. Cunha, M. Bottaro and L. F. Kruegel (2012). "Echo intensity is associated with skeletal muscle power and cardiovascular performance in elderly men." Exp Gerontol **47**(6): 473-478.
- Cameron, I. D., G. R. Murray, L. D. Gillespie, M. C. Robertson, K. D. Hill, R. G. Cumming and N. Kerse (2010). "Interventions for preventing falls in older people in nursing care facilities and hospitals." Cochrane Database Syst Rev(1): CD005465.
- Cardinale, M. and C. Bosco (2003). "The use of vibration as an exercise intervention." Exerc Sport Sci Rev **31**(1): 3-7.

- Caserotti, P. (2010). "Strength Training in Older Adults: Changes in Mechanical Muscle Function And Functional Performance." The Open Sport Sciences Journal **3**: 62-66.
- Clark, B. C. and T. M. Manini (2008). "Sarcopenia  $\neq$  dynapenia." J Gerontol A Biol Sci Med Sci **63**(8): 829-834.
- Cochrane, D. J., F. Sartor, K. Winwood, S. R. Stannard, M. V. Narici and J. Rittweger (2008). "A comparison of the physiologic effects of acute whole-body vibration exercise in young and older people." Arch Phys Med Rehabil **89**(5): 815-821.
- Cohen, J. (1988). Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Hillsdale.
- Colcombe, S. and A. F. Kramer (2003). "Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study." Psychol Sci **14**(2): 125-130.
- Compare, A., C. Zarbo, E. Marín, A. Meloni, J. A. Rubio-Arias, R. Berengüí, E. Grossi, E. Shonin, G. Martini and P. E. Alcaraz (2014). "PAHA study: Psychological Active and Healthy Aging: Psychological wellbeing, proactive attitude and happiness effects of whole-body vibration versus Multicomponent Training in aged women: Study protocol for a randomized controlled trial." Trials **15**(1).
- Corrie, H., K. Brooke-Wavell, N. J. Mansfield, A. Cowley, R. Morris and T. Masud (2015). "Effects of vertical and side-alternating vibration training on fall risk factors and bone turnover in older people at risk of falls." Age Ageing **44**(1): 115-122.
- Cristi-Montero, C. S. (2011). Efecto del entrenamiento de vibraciones sobre diversos parámetros funcionales y fisiológicos en ancianos., Universidad de León.
- Cumming, R. G., G. Salkeld, M. Thomas and G. Szonyi (2000). "Prospective study of the impact of fear of falling on activities of daily living, SF-36 scores, and nursing home admission." J Gerontol A Biol Sci Med Sci **55**(5): M299-305.
- Chen, K. M., C. H. Li, Y. H. Chang, H. T. Huang and Y. Y. Cheng (2015). "An elastic band exercise program for older adults using wheelchairs in Taiwan nursing homes: a cluster randomized trial." Int J Nurs Stud **52**(1): 30-38.
- Chou, C. H., C. L. Hwang and Y. T. Wu (2012). "Effect of exercise on physical function, daily living activities, and quality of life in the frail older adults: a meta-analysis." Arch Phys Med Rehabil **93**(2): 237-244.
- Chouiter, L., W. P. Wodchis, C. Abderhalden and A. von Gunten (2015). "Resident health-related quality of life in Swiss nursing homes." Eur Psychiatry **30**(5): 549-554.
- Chu, L. W., A. Y. Chiu and I. Chi (2006). "Impact of falls on the balance, gait, and activities of daily living functioning in community-dwelling Chinese older adults." J Gerontol A Biol Sci Med Sci **61**(4): 399-404.

- Da Silva-Grigoletto, M. E., M. De Hoyo, B. Sanudo, L. Carrasco and J. M. Garcia-Manso (2011). "Determining the optimal whole-body vibration dose-response relationship for muscle performance." J Strength Cond Res **25**(12): 3326-3333.
- Davis, J. C., S. Bryan, J. R. Best, L. C. Li, C. L. Hsu, C. Gomez, K. A. Vertes and T. Liu-Ambrose (2015). "Mobility predicts change in older adults' health-related quality of life: evidence from a Vancouver falls prevention prospective cohort study." Health Qual Life Outcomes **13**(1): 101.
- de Oliveira, C. G., D. M. Simpson and J. Nadal (2001). "Lumbar back muscle activity of helicopter pilots and whole-body vibration." J Biomech **34**(10): 1309-1315.
- de Vries, N. M., C. D. van Ravensberg, J. S. Hobbelen, M. G. Olde Rikkert, J. B. Staal and M. W. Nijhuis-van der Sanden (2012). "Effects of physical exercise therapy on mobility, physical functioning, physical activity and quality of life in community-dwelling older adults with impaired mobility, physical disability and/or multi-morbidity: a meta-analysis." Ageing Res Rev **11**(1): 136-149.
- del Pozo-Cruz, B., R. M. Alfonso-Rosa, J. del Pozo-Cruz, B. Sanudo and M. E. Rogers (2014). "Effects of a 12-wk whole-body vibration based intervention to improve type 2 diabetes." Maturitas **77**(1): 52-58.
- Del Pozo-Cruz, J., R. M. Alfonso-Rosa, J. L. Ugia, J. G. McVeigh, B. D. Pozo-Cruz and B. Sanudo (2013). "A primary care-based randomized controlled trial of 12-week whole-body vibration for balance improvement in type 2 diabetes mellitus." Arch Phys Med Rehabil **94**(11): 2112-2118.
- Ekpenyong, C. E. and U. C. Inyang (2014). "Associations between worker characteristics, workplace factors, and work-related musculoskeletal disorders: a cross-sectional study of male construction workers in Nigeria." Int J Occup Saf Ergon **20**(3): 447-462.
- EuroQol, G. (1990). "EuroQol--a new facility for the measurement of health-related quality of life." Health Policy **16**(3): 199-208.
- Evans, W. J. (1999). "Exercise training guidelines for the elderly." Med Sci Sports Exerc **31**(1): 12-17.
- Fagerstrom, C. and G. Borglin (2010). "Mobility, functional ability and health-related quality of life among people of 60 years or older." Aging Clin Exp Res **22**(5-6): 387-394.
- Fajardo, J. T. and G. M. Ferliú (2004). "Entrenamiento por medio de vibraciones mecánicas: revisión de la literatura " Revista Digital **79**.

- Ferrer, A., F. Formiga, O. Plana-Ripoll, M. A. Tobella, A. Gil and R. Pujol (2012). "Risk of falls in 85-year-olds is associated with functional and cognitive status: the Octabaix Study." Arch Gerontol Geriatr **54**(2): 352-356.
- Ferrer, A., F. Formiga, H. Sanz, E. Monserrate, D. Verges and O. Grupo (2014). "[Successful aging and indicators of frailty in the elderly. Octabaix Study]." Aten Primaria **46**(9): 475-482.
- Foldvari, M., M. Clark, L. C. Laviolette, M. A. Bernstein, D. Kaliton, C. Castaneda, C. T. Pu, J. M. Hausdorff, R. A. Fielding and M. A. Singh (2000). "Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women." J Gerontol A Biol Sci Med Sci **55**(4): M192-199.
- Fried, L. P., C. M. Tangen, J. Walston, A. B. Newman, C. Hirsch, J. Gottdiener, T. Seeman, R. Tracy, W. J. Kop, G. Burke, M. A. McBurnie and G. Cardiovascular Health Study Collaborative Research (2001). "Frailty in older adults: evidence for a phenotype." J Gerontol A Biol Sci Med Sci **56**(3): M146-156.
- Fritz, C. O., P. E. Morris and J. J. Richler (2012). "Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation." J Exp Psychol Gen **141**(1): 2-18.
- Furness, T. P. and W. E. Maschette (2009). "Influence of whole body vibration platform frequency on neuromuscular performance of community-dwelling older adults." J Strength Cond Res **23**(5): 1508-1513.
- Gine-Garriga, M., M. Roque-Figuls, L. Coll-Planas, M. Sitja-Rabert and A. Salva (2014). "Physical exercise interventions for improving performance-based measures of physical function in community-dwelling, frail older adults: a systematic review and meta-analysis." Arch Phys Med Rehabil **95**(4): 753-769 e753.
- Gomez-Pinilla, F. and C. Hillman (2013). "The influence of exercise on cognitive abilities." Compr Physiol **3**(1): 403-428.
- Granacher, U., T. Muehlbauer, A. Gollhofer, R. W. Kressig and L. Zahner (2011). "Evidence-based and evidence-inspired: an intergenerational approach in the promotion of balance and strength for fall prevention." Gerontology **57**(5): 424-426.
- Griffin, M. J. (1996). Handbook of Human Vibration. London, Academic Press.
- Grundstrom, A. C., C. E. Guse and P. M. Layde (2012). "Risk factors for falls and fall-related injuries in adults 85 years of age and older." Arch Gerontol Geriatr **54**(3): 421-428.
- Gunter, K. B., K. N. White, W. C. Hayes and C. M. Snow (2000). "Functional mobility discriminates nonfallers from one-time and frequent fallers." J Gerontol A Biol Sci Med Sci **55**(11): M672-676.

- Gusi, N., J. Carmelo Adsuar, H. Corzo, B. Del Pozo-Cruz, P. R. Olivares and J. A. Parraca (2012). "Balance training reduces fear of falling and improves dynamic balance and isometric strength in institutionalised older people: a randomised trial." J Physiother **58**(2): 97-104.
- Gusi, N., J. A. Parraca, P. R. Olivares, A. Leal and J. C. Adsuar (2010). "Tilt vibratory exercise and the dynamic balance in fibromyalgia: A randomized controlled trial." Arthritis Care Res (Hoboken) **62**(8): 1072-1078.
- Hartholt, K. A., E. F. van Beeck, S. Polinder, N. van der Velde, E. M. van Lieshout, M. J. Panneman, T. J. van der Cammen and P. Patka (2011). "Societal consequences of falls in the older population: injuries, healthcare costs, and long-term reduced quality of life." J Trauma **71**(3): 748-753.
- Hauer, K., N. Specht, M. Schuler, P. Bartsch and P. Oster (2002). "Intensive physical training in geriatric patients after severe falls and hip surgery." Age Ageing **31**(1): 49-57.
- Health Quality, O. (2008). "Prevention of falls and fall-related injuries in community-dwelling seniors: an evidence-based analysis." Ont Health Technol Assess Ser **8**(2): 1-78.
- Helbostad, J. L. (2005). "[Physical training for nursing home residents--has it any effect?]." Tidsskr Nor Laegeforen **125**(9): 1195-1197.
- Henwood, T., C. Neville, C. Baguley, K. Clifton and E. Beattie (2015). "Physical and functional implications of aquatic exercise for nursing home residents with dementia." Geriatr Nurs **36**(1): 35-39.
- Herman, T., N. Giladi and J. M. Hausdorff (2011). "Properties of the 'timed up and go' test: more than meets the eye." Gerontology **57**(3): 203-210.
- Higgins, J. P., S. G. Thompson, J. J. Deeks and D. G. Altman (2003). "Measuring inconsistency in meta-analyses." BMJ **327**(7414): 557-560.
- Horlings, C. G., B. G. van Engelen, J. H. Allum and B. R. Bloem (2008). "A weak balance: the contribution of muscle weakness to postural instability and falls." Nat Clin Pract Neurol **4**(9): 504-515.
- Iglesias, C. P., A. Manca and D. J. Torgerson (2009). "The health-related quality of life and cost implications of falls in elderly women." Osteoporos Int **20**(6): 869-878.
- Jacobson, B. H., B. Thompson, T. Wallace, L. Brown and C. Rial (2011). "Independent static balance training contributes to increased stability and functional capacity in community-dwelling elderly people: a randomized controlled trial." Clin Rehabil **25**(6): 549-556.

- Janssen, I., S. B. Heymsfield and R. Ross (2002). "Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability." J Am Geriatr Soc **50**(5): 889-896.
- Jones, C. J., R. E. Rikli and W. C. Beam (1999). "A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults." Res Q Exerc Sport **70**(2): 113-119.
- Joyner, M. J. (2005). "Muscle strength, body composition, hormones, and aging." Exerc Sport Sci Rev **33**(2): 61-62.
- Kadono, N. and M. J. Pavol (2013). "Effects of aging-related losses in strength on the ability to recover from a backward balance loss." J Biomech **46**(1): 13-18.
- Kaminska, M. S., J. Brodowski and B. Karakiewicz (2015). "Fall risk factors in community-dwelling elderly depending on their physical function, cognitive status and symptoms of depression." Int J Environ Res Public Health **12**(4): 3406-3416.
- Kane, R. L. (2005). "Changing the face of long-term care." J Aging Soc Policy **17**(4): 1-18.
- Karlsson, M. K., T. Vonschewelov, C. Karlsson, M. Coster and B. E. Rosengen (2013). "Prevention of falls in the elderly: a review." Scand J Public Health **41**(5): 442-454.
- Kim, S. J., E. C. Park, S. Kim, S. Nakagawa, J. Lung, J. B. Choi, W. S. Ryu, T. J. Min, H. P. Shin, K. Kim and J. W. Yoo (2014). "The association between quality of care and quality of life in long-stay nursing home residents with preserved cognition." J Am Med Dir Assoc **15**(3): 220-225.
- Kojima, G. (2015). "Frailty as a Predictor of Future Falls Among Community-Dwelling Older People: A Systematic Review and Meta-Analysis." J Am Med Dir Assoc.
- Kojima, G. (2015). "Prevalence of Frailty in Nursing Homes: A Systematic Review and Meta-Analysis." J Am Med Dir Assoc.
- Krist, L., F. Dimeo and T. Keil (2013). "Can progressive resistance training twice a week improve mobility, muscle strength, and quality of life in very elderly nursing-home residents with impaired mobility? A pilot study." Clin Interv Aging **8**: 443-448.
- Lai, C. L., H. Y. Chen, S. Y. Tseng, W. C. Liao, B. T. Liu, M. C. Lee and H. S. Chen (2014). "Effect of whole-body vibration for 3 months on arterial stiffness in the middle-aged and elderly." Clin Interv Aging **9**: 821-828.
- Lam, F. M., R. W. Lau, R. C. Chung and M. Y. Pang (2012). "The effect of whole body vibration on balance, mobility and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis." Maturitas **72**(3): 206-213.
- Lexell, J. (1995). "Human aging, muscle mass, and fiber type composition." J Gerontol A Biol Sci Med Sci **50 Spec No**: 11-16.

- Linke, S. E., L. C. Gallo and G. J. Norman (2011). "Attrition and adherence rates of sustained vs. intermittent exercise interventions." Ann Behav Med **42**(2): 197-209.
- Lopez-Otin, C., M. A. Blasco, L. Partridge, M. Serrano and G. Kroemer (2013). "The hallmarks of aging." Cell **153**(6): 1194-1217.
- Lorenzen, C., W. Maschette, M. Koh and C. Wilson (2009). "Inconsistent use of terminology in whole body vibration exercise research." J Sci Med Sport **12**(6): 676-678.
- Mahoney, F. I. and D. W. Barthel (1965). "Functional Evaluation: The Barthel Index." Md State Med J **14**: 61-65.
- Maki, B. E., P. J. Holliday and A. K. Topper (1994). "A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population." J Gerontol **49**(2): M72-84.
- Manor, B., M. Lough, M. M. Gagnon, A. Cupples, P. M. Wayne and L. A. Lipsitz (2014). "Functional benefits of tai chi training in senior housing facilities." J Am Geriatr Soc **62**(8): 1484-1489.
- Marin, P. J., A. Santos-Lozano, F. Santin-Medeiros, G. Vicente-Rodriguez, J. A. Casajus, T. J. Hazell and N. Garatachea (2012). "Whole-body vibration increases upper and lower body muscle activity in older adults: potential use of vibration accessories." J Electromyogr Kinesiol **22**(3): 456-462.
- Mikhael, M., R. Orr, F. Amsen, D. Greene and M. A. Singh (2010). "Effect of standing posture during whole body vibration training on muscle morphology and function in older adults: a randomised controlled trial." BMC Geriatr **10**: 74.
- Mjorud, M., M. Kirkevold, J. Rosvik, G. Selbaek and K. Engedal (2014). "Variables associated to quality of life among nursing home patients with dementia." Aging Ment Health **18**(8): 1013-1021.
- Mosole, S., U. Carraro, H. Kern, S. Loeffler, H. Fruhmann, M. Vogelauer, S. Burggraf, W. Mayr, M. Krenn, T. Paternostro-Sluga, D. Hamar, J. Cvecka, M. Sedliak, V. Tirpakova, N. Sarabon, A. Musaro, M. Sandri, F. Protasi, A. Nori, A. Pond and S. Zampieri (2014). "Long-term high-level exercise promotes muscle reinnervation with age." J Neuropathol Exp Neurol **73**(4): 284-294.
- Murtezani, A., Z. Ibraimi, S. Sllamniku, T. Osmani and S. Sherifi (2011). "Prevalence and risk factors for low back pain in industrial workers." Folia Med (Plovdiv) **53**(3): 68-74.
- Nachreiner, N. M., M. J. Findorff, J. F. Wyman and T. C. McCarthy (2007). "Circumstances and consequences of falls in community-dwelling older women." J Womens Health (Larchmt) **16**(10): 1437-1446.

- Netuveli, G., R. D. Wiggins, Z. Hildon, S. M. Montgomery and D. Blane (2006). "Quality of life at older ages: evidence from the English longitudinal study of aging (wave 1)." J Epidemiol Community Health **60**(4): 357-363.
- Newman, A. B. and J. A. Cauley (2012). The Epidemiology of Aging. Dordrecht, Springer Science Business Media.
- Nitz, J. C. and D. L. Josephson (2011). "Enhancing functional balance and mobility among older people living in long-term care facilities." Geriatr Nurs **32**(2): 106-113.
- Ochi, A., T. Abe, K. Yamada, S. Ibuki, H. Tateuchi and N. Ichihashi (2015). "Effect of balance exercise in combination with whole-body vibration on muscle activity of the stepping limb during a forward fall in older women: a randomized controlled pilot study." Arch Gerontol Geriatr **60**(2): 244-251.
- Organization, W. H. (2007). WHO Global Report on Fall Prevention in Older Age. Geneva;Switzerland, World Health Organization.
- Orr, R. (2010). "Contribution of muscle weakness to postural instability in the elderly. A systematic review." Eur J Phys Rehabil Med **46**(2): 183-220.
- Orr, R. (2015). "The effect of whole body vibration exposure on balance and functional mobility in older adults: a systematic review and meta-analysis." Maturitas **80**(4): 342-358.
- Paillard, T. (2013). "[Neuromuscular system and aging: involutions and implications]." Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil **11**(4): 379-387.
- Painter, J. A., L. Allison, P. Dhingra, J. Daughtery, K. Cogdill and L. G. Trujillo (2012). "Fear of falling and its relationship with anxiety, depression, and activity engagement among community-dwelling older adults." Am J Occup Ther **66**(2): 169-176.
- Palgi, Y., A. Shrira and O. Zaslavsky (2015). "Quality of life attenuates age-related decline in functional status of older adults." Qual Life Res **24**(8): 1835-1843.
- Pereira, A., M. Izquierdo, A. J. Silva, A. M. Costa, J. J. Gonzalez-Badillo and M. C. Marques (2012). "Muscle performance and functional capacity retention in older women after high-speed power training cessation." Exp Gerontol **47**(8): 620-624.
- Peri, K., N. Kerse, E. Robinson, M. Parsons, J. Parsons and N. Latham (2008). "Does functionally based activity make a difference to health status and mobility? A randomised controlled trial in residential care facilities (The Promoting Independent Living Study; PILS)." Age Ageing **37**(1): 57-63.
- Perry, M. C., S. F. Carville, I. C. Smith, O. M. Rutherford and D. J. Newham (2007). "Strength, power output and symmetry of leg muscles: effect of age and history of falling." Eur J Appl Physiol **100**(5): 553-561.

- Petrella, J. K., J. S. Kim, S. C. Tuggle, S. R. Hall and M. M. Bamman (2005). "Age differences in knee extension power, contractile velocity, and fatigability." J Appl Physiol **98**(1): 211-220.
- Petrella, M., T. M. Neves, J. G. Reis, M. M. Gomes, R. D. Oliveira and D. C. Abreu (2012). "Postural control parameters in elderly female fallers and non-fallers diagnosed or not with knee osteoarthritis." Rev Bras Reumatol **52**(4): 512-517.
- Petridou, E. T., S. Kyllekidis, S. Jeffrey, P. Chishti, N. Dessypris and D. H. Stone (2007). "Unintentional injury mortality in the European Union: how many more lives could be saved?" Scand J Public Health **35**(3): 278-287.
- Pizzigalli, L., A. Filippini, S. Ahmaidi, H. Jullien and A. Rainoldi (2011). "Prevention of falling risk in elderly people: the relevance of muscular strength and symmetry of lower limbs in postural stability." J Strength Cond Res **25**(2): 567-574.
- Podsiadlo, D. and S. Richardson (1991). "The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons." J Am Geriatr Soc **39**(2): 142-148.
- Pojednic, R. M., D. J. Clark, C. Patten, K. Reid, E. M. Phillips and R. A. Fielding (2012). "The specific contributions of force and velocity to muscle power in older adults." Exp Gerontol **47**(8): 608-613.
- Pollock, R. D., F. C. Martin and D. J. Newham (2012). "Whole-body vibration in addition to strength and balance exercise for falls-related functional mobility of frail older adults: a single-blind randomized controlled trial." Clin Rehabil **26**(10): 915-923.
- Prieto, T. E., J. B. Myklebust, R. G. Hoffmann, E. G. Lovett and B. M. Myklebust (1996). "Measures of postural steadiness: differences between healthy young and elderly adults." IEEE Trans Biomed Eng **43**(9): 956-966.
- Reid, K. F. and R. A. Fielding (2012). "Skeletal muscle power: a critical determinant of physical functioning in older adults." Exerc Sport Sci Rev **40**(1): 4-12.
- Richards, S. H., T. J. Peters, J. Coast, D. J. Gunnell, M. A. Darlow and J. Pounsford (2000). "Inter-rater reliability of the Barthel ADL index: how does a researcher compare to a nurse?" Clin Rehabil **14**(1): 72-78.
- Rikli, T. J. (2001). Senior Fitness Test Manual. Champaign, Human Kinetics.
- Rittweger, J. (2010). "Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be." Eur J Appl Physiol **108**(5): 877-904.
- Ritzmann, R., A. Kramer, S. Bernhardt and A. Gollhofer (2014). "Whole body vibration training-improving balance control and muscle endurance." PLoS One **9**(2): e89905.

- Rollnik, J. D. (2011). "The Early Rehabilitation Barthel Index (ERBI)." Rehabilitation (Stuttg) **50**(6): 408-411.
- Rosenberg, I. H. (1997). "Sarcopenia: origins and clinical relevance." J Nutr **127**(5 Suppl): 990S-991S.
- Rosendahl, E., Y. Gustafson, E. Nordin, L. Lundin-Olsson and L. Nyberg (2008). "A randomized controlled trial of fall prevention by a high-intensity functional exercise program for older people living in residential care facilities." Aging Clin Exp Res **20**(1): 67-75.
- Rubenstein, L. Z. (2006). "Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention." Age Ageing **35 Suppl 2**: ii37-ii41.
- Rubenstein, L. Z. and K. R. Josephson (2002). "The epidemiology of falls and syncope." Clin Geriatr Med **18**(2): 141-158.
- Rubin, C., M. Pope, J. C. Fritton, M. Magnusson, T. Hansson and K. McLeod (2003). "Transmissibility of 15-hertz to 35-hertz vibrations to the human hip and lumbar spine: determining the physiologic feasibility of delivering low-level anabolic mechanical stimuli to skeletal regions at greatest risk of fracture because of osteoporosis." Spine (Phila Pa 1976) **28**(23): 2621-2627.
- Santin-Medeiros, F., J. P. Rey-Lopez, A. Santos-Lozano, C. S. Cristi-Montero and N. Garatachea Vallejo (2015). "Effects of Eight Months of Whole-Body Vibration Training on the Muscle Mass and Functional Capacity of Elderly Women." J Strength Cond Res **29**(7): 1863-1869.
- Santin-Medeiros, F., A. Santos-Lozano, J. P. Rey-Lopez and N. G. Vallejo (2015). "Effects of eight months of whole body vibration training on hip bone mass in older women." Nutr Hosp **31**(4): 1654-1659.
- Sanudo, B., M. de Hoyo, L. Carrasco, J. G. McVeigh, J. Corral, R. Cabeza, C. Rodriguez and A. Oliva (2010). "The effect of 6-week exercise programme and whole body vibration on strength and quality of life in women with fibromyalgia: a randomised study." Clin Exp Rheumatol **28**(6 Suppl 63): S40-45.
- Schoene, D., S. M. Wu, A. S. Mikolaizak, J. C. Menant, S. T. Smith, K. Delbaere and S. R. Lord (2013). "Discriminative ability and predictive validity of the timed up and go test in identifying older people who fall: systematic review and meta-analysis." J Am Geriatr Soc **61**(2): 202-208.
- Serra-Rexach, J. A., N. Bustamante-Ara, M. Hierro Villaran, P. Gonzalez Gil, M. J. Sanz Ibanez, N. Blanco Sanz, V. Ortega Santamaria, N. Gutierrez Sanz, A. B. Marin Prada, C. Gallardo, G. Rodriguez Romo, J. R. Ruiz and A. Lucia (2011). "Short-term, light- to

- moderate-intensity exercise training improves leg muscle strength in the oldest old: a randomized controlled trial." J Am Geriatr Soc **59**(4): 594-602.
- Sherrington, C., A. Tiedemann, N. Fairhall, J. C. Close and S. R. Lord (2011). "Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations." N S W Public Health Bull **22**(3-4): 78-83.
- Sherrington, C., J. C. Whitney, S. R. Lord, R. D. Herbert, R. G. Cumming and J. C. Close (2008). "Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis." J Am Geriatr Soc **56**(12): 2234-2243.
- Shimada, H., A. Tiedemann, S. R. Lord, M. Suzukawa, H. Makizako, K. Kobayashi and T. Suzuki (2011). "Physical factors underlying the association between lower walking performance and falls in older people: a structural equation model." Arch Gerontol Geriatr **53**(2): 131-134.
- Shumaker, S. and M. Naughton (1995). International Assessment of Health-related Quality of Life: a theoretical perspective. International Assessment of Health-related Quality of Life: Theory, Translation, Measurement and Analysis. S. Shumaker and R. Berzon. Oxford, Rapid Communications.
- Shumway-Cook, A., S. Brauer and M. Woollacott (2000). "Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test." Phys Ther **80**(9): 896-903.
- Sievanen, H., S. Karinkanta, P. Moisiö-Vilenius and J. Ripsaluoma (2012). "Effect of whole body vibration training on physical performance among institutionalized older people: A 10-WK pilot blinded randomized controlled trial." Osteoporosis International **23**: S83-S84.
- Sitja-Rabert, M., D. Rigau, A. Fort Vanmeerghaeghe, D. Romero-Rodriguez, M. Bonastre Subirana and X. Bonfill (2012). "Efficacy of whole body vibration exercise in older people: a systematic review." Disabil Rehabil **34**(11): 883-893.
- Smee, D. J., J. M. Anson, G. S. Waddington and H. L. Berry (2012). "Association between Physical Functionality and Falls Risk in Community-Living Older Adults." Curr Gerontol Geriatr Res **2012**: 864516.
- Smith, D. T., S. Judge, A. Malone, R. C. Moynes, J. Conviser and J. S. Skinner (2015). "Effects of bioDensity Training and Power Plate Whole-Body Vibration on Strength, Balance and Functional Independence in Older Adults." J Aging Phys Act.
- Sociedad Española de Geriátría y, G. and a. Varios (2007). "Tratado de Geriátría para residentes." 820 p.

- Sousa-Victor, P., L. Garcia-Prat, A. L. Serrano, E. Perdiguero and P. Munoz-Canoves (2015). "Muscle stem cell aging: regulation and rejuvenation." Trends Endocrinol Metab **26**(6): 287-296.
- Spink, M. J., M. R. Fotoohabadi, E. Wee, K. D. Hill, S. R. Lord and H. B. Menz (2011). "Foot and ankle strength, range of motion, posture, and deformity are associated with balance and functional ability in older adults." Arch Phys Med Rehabil **92**(1): 68-75.
- Stevens, J. A., P. S. Corso, E. A. Finkelstein and T. R. Miller (2006). "The costs of fatal and non-fatal falls among older adults." Inj Prev **12**(5): 290-295.
- Tapp, L. R. and J. F. Signorile (2014). "Efficacy of WBV as a modality for inducing changes in body composition, aerobic fitness, and muscular strength: a pilot study." Clin Interv Aging **9**: 63-72.
- Telenius, E. W., K. Engedal and A. Bergland (2015). "Effect of a high-intensity exercise program on physical function and mental health in nursing home residents with dementia: an assessor blinded randomized controlled trial." PLoS One **10**(5): e0126102.
- Thapa, P. B., P. Gideon, R. L. Fought, M. Kormicki and W. A. Ray (1994). "Comparison of clinical and biomechanical measures of balance and mobility in elderly nursing home residents." J Am Geriatr Soc **42**(5): 493-500.
- Totosy de Zepetnek, J. O., L. M. Giangregorio and B. C. Craven (2009). "Whole-body vibration as potential intervention for people with low bone mineral density and osteoporosis: a review." J Rehabil Res Dev **46**(4): 529-542.
- Tsuji, T., N. Kitano, K. Tsunoda, E. Himori, T. Okura and K. Tanaka (2014). "Short-term effects of whole-body vibration on functional mobility and flexibility in healthy, older adults: a randomized crossover study." J Geriatr Phys Ther **37**(2): 58-64.
- Tsuji, T., N. Kitano, K. Tsunoda, E. Himori, T. Okura and K. Tanaka (2014). "Short-term Effects of Whole-Body Vibration on Functional Mobility and Flexibility in Healthy, Older Adults: A Randomized Crossover Study." Journal of Geriatric Physical Therapy **37**(2): 58-64.
- Tsuji, T., J. Yoon, T. Aiba, A. Kanamori, T. Okura and K. Tanaka (2014). "Effects of whole-body vibration exercise on muscular strength and power, functional mobility and self-reported knee function in middle-aged and older Japanese women with knee pain." Knee **21**(6): 1088-1095.
- Verdijk, L. B., R. Koopman, G. Schaart, K. Meijer, H. H. Savelberg and L. J. van Loon (2007). "Satellite cell content is specifically reduced in type II skeletal muscle fibers in the elderly." Am J Physiol Endocrinol Metab **292**(1): E151-157.

- Vermeulen, J., J. C. Neyens, E. van Rossum, M. D. Spreuwenberg and L. P. de Witte (2011). "Predicting ADL disability in community-dwelling elderly people using physical frailty indicators: a systematic review." BMC Geriatr **11**: 33.
- Verschueren, S. M. P., A. Bogaerts, C. Delecluse, A. L. Claessens, P. Haentjens, D. Vanderschueren and S. Boonen (2011). "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." Journal of Bone and Mineral Research **26**(1): 42-49.
- Wolfson, L. (2001). "Gait and balance dysfunction: a model of the interaction of age and disease." Neuroscientist **7**(2): 178-183.
- Wolfson, L., R. Whipple, C. A. Derby, P. Amerman, T. Murphy, J. N. Tobin and L. Nashner (1992). "A dynamic posturography study of balance in healthy elderly." Neurology **42**(11): 2069-2075.
- Woollacott, M. H. and P. F. Tang (1997). "Balance control during walking in the older adult: research and its implications." Phys Ther **77**(6): 646-660.
- Wright, A. A., C. E. Cook, G. D. Baxter, J. D. Dockerty and J. H. Abbott (2011). "A comparison of 3 methodological approaches to defining major clinically important improvement of 4 performance measures in patients with hip osteoarthritis." J Orthop Sports Phys Ther **41**(5): 319-327.
- Xue, Q. L. (2011). "The frailty syndrome: definition and natural history." Clin Geriatr Med **27**(1): 1-15.
- Yang, F., G. A. King, L. Dillon and X. Su (2015). "Controlled whole-body vibration training reduces risk of falls among community-dwelling older adults." J Biomech.
- Yeung, T. S., J. Wessel, P. W. Stratford and J. C. MacDermid (2008). "The timed up and go test for use on an inpatient orthopaedic rehabilitation ward." J Orthop Sports Phys Ther **38**(7): 410-417.
- Zhang, L., C. Weng, M. Liu, Q. Wang, L. Liu and Y. He (2014). "Effect of whole-body vibration exercise on mobility, balance ability and general health status in frail elderly patients: a pilot randomized controlled trial." Clin Rehabil **28**(1): 59-68.
- Zijlstra, G. A., J. C. van Haastregt, J. T. van Eijk, E. van Rossum, P. A. Stalenhoef and G. I. Kempen (2007). "Prevalence and correlates of fear of falling, and associated avoidance of activity in the general population of community-living older people." Age Ageing **36**(3): 304-309.



# **ANEXOS**





A quien pueda interesar:

El Comité Ético de Experimentación de la Universidad de Sevilla, habiendo examinado el Proyecto "Efectividad de un programa de ejercicio físico vibratorio para la prevención del miedo a caerse en personas mayores institucionalizadas" presentado por D. Borja del Pozo Cruz emite el siguiente informe,

El proyecto cumple los requisitos exigidos para experimentación en sujetos humanos y en animales, y se ajusta a las normativas vigentes en España y en la Unión Europea.

Sevilla, a 10 de febrero de 2013.

EL PRESIDENTE DEL COMITE,

Fdo.: Prof. Dr. Fernando Rodríguez Fernández.



# **PROTOCOLO DE BÚSQUEDA DEL ESTUDIO 1**



## Protocolo de Búsqueda del Estudio 1

MEDLINE	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aged/</li> <li>2. aged.tw</li> <li>3. elderly.tw</li> <li>4. elder.tw</li> <li>5. senior.tw</li> <li>6. older.tw</li> <li>7. "old* adult*".tw</li> <li>8. "old* people".tw</li> <li>9. retired.tw</li> <li>10. ageing.tw</li> <li>11. aging.tw</li> <li>12. #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11</li> <li>13. Halfway Houses/</li> <li>14. halfway houses.tw</li> <li>15. Homes for the Aged/</li> <li>16. homes for the aged.tw</li> <li>17. Nursing Homes/</li> <li>18. nursing homes.tw</li> <li>19. nursing facility.tw</li> <li>20. Housing for the Elderly/</li> <li>21. housing for the elderly.tw</li> <li>22. Geriatric Nursing/</li> <li>23. geriatric*.tw</li> <li>24. retirement home.tw</li> <li>25. institution.tw</li> <li>26. institutionalized.tw</li> <li>27. caregiver.tw</li> <li>28. #13 OR #14 OR #15 OR # 16 OR #17 OR #18 OR #19 OR #20 OR #21 OR #22 OR #23 OR #24 OR #25 OR #26 OR #27</li> <li>29. #12 OR #28</li> <li>30. Vibration/</li> <li>31. vibration.tw</li> <li>32. vibratory.tw</li> <li>33. whole body vibration.tw</li> <li>34. wbv.tw</li> <li>35. vibration exercise.tw</li> <li>36. vibration training.tw</li> <li>37. vibration treatment.tw</li> <li>38. random vibration.tw</li> <li>39. vibratory exercise.tw</li> <li>40. vibratory training.tw</li> <li>41. vibratory treatment.tw</li> <li>42. #30 OR #31 OR #32 OR #33 OR #34 OR #35 OR #36 OR #37 OR #38 OR #39 OR #40 OR#41</li> <li>43. #29 AND #42</li> <li>44. Accidental Fall/</li> <li>45. accidental fall.tw</li> </ol>
---------	---

	<p>46. fall.tw 47. risk of fall.tw 48. fear of fall.tw 49. # 44 OR #45 OR #46 OR #47 OR #48 50. Muscle Strength/ 51. muscle strength.tw 52. muscle power.tw 53. Muscle Weakness/ 54. muscle weakness.tw 55. muscletightness.tw 56. muscle tension.tw 57. asthenia.tw 58. grip strength.tw 59. Muscle Contraction/ 60. muscle contraction.tw 61. Muscle Tonus/ 62. muscle tone.tw 63. muscle performance.tw 64. Lower Extremity/ 65. lower extremity.tw 66. lower limb muscle.tw 67. #50 OR #51 OR #52 OR #53 OR #54 OR #55 OR #56 OR #57 # OR #58 OR #59 OR #60 OR #61 OR #62 OR #63 OR #64 OR #65 OR #66 68. Postural Balance/ 69. postural balance.tw 70. postur*.tw 71. balance.tw 72. equilibrium.tw 73. Gait/ 74. gait.tw 75. Proprioception/ 76. proprioception.tw 77. stair navigation.tw 78. position sense.tw 79. static balance.tw 80. centre of pressure.tw 81. COP.tw 82. sway.tw 83. body balance.tw 84. #68 OR #69 OR #70 OR #71 OR #72 OR #73 OR #74 OR #75 OR #76 OR #77 OR #78 OR #79 OR #80 OR #81 OR #82 OR #83 85. Quality of Life/ 86. quality of life.tw 87. well being.tw 88. health related quality of life.tw 89. Activities of Daily Living/ 90. activities of daily living.tw 91. ADL.tw 92. Physical Fitness/ 93. Physical Fitness.tw 94. activity restriction.tw</p>
--	---

	<p>95. activity limitation.tw  96. physical function.tw  97. self care.tw  98. functional status.tw  99. functional independence.tw  100. functional dependence.tw  101. #85 OR #86 OR #87 OR #88 OR #89 OR #90 OR #91 OR #92 OR #93 OR #94 OR #95 OR #96 OR #97 OR #98 OR #99 OR #100  102. #49 OR #67 OR #84 OR #101  103. #43 AND #102  104. Randomized Controlled Trial.pt  105. Controlled Clinical Trial.pt  106. random.tiab  107. "singl* blind*" OR "double* blind*" OR "singl* mask*" OR "double* mask*" OR "tripl* blind*" OR "tripl* mask*".tw  108. assign* OR allocate* OR volunteer*.tiab  109. placebo*.tiab  110. factorial*.tiab  111. #104 OR #105 OR #106 OR #107 OR #108 OR #109 OR #110  112. 103# AND #111</p>
SPORT DISCUS	<p>1. DE "AGING"  2. DE "OLDER people"  3. TX ag#ing  4. TX "old* people"  5. TX "old* adult*"  6. TX aged  7. TX "oldest old"  8. TX elder*  9. TX senior  10. TX older*  11. TX retired  12. TX octogenarian  13. TX nonagenarian  14. TX centenarian  15 #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12 OR #13 OR #14  16. DE "CAREGIVERS"  17. DE "GERIATRICS"  18. TX halfway house  19. TX "home* for the aged"  20. TX nursing home  21. TX "housing for the elder*"  22. TX geriatric*  23. TX retirement home  24. TX caregiver  25. TX nursing facility  26. TX institutional#ed  27. TX institution*  28. #16 OR #17 OR #18 OR #19 OR #20 OR #21 OR #22 OR #23 OR #24 OR #25 OR #26 OR #27  29. #15 OR #28  30. TX whole body vibration</p>

	<p>31. TX wbv 32. TX random vibration 33. TX vibration 34. TX vibratory 35. TX "vibration exercise*" 36. TX "vibration training" 37. TX "vibration treatment*" 38. TX "vibratory exercise*" 39. TX "vibratory training" 40. TX "vibratory treatment*" 41. #30 OR #31 OR #32 OR #33 OR #34 OR #35 OR #36 OR #37 OR #38 OR #39 OR 40 42. #29 AND #41 43. DE "FALLS" (accidents) 44. TX fall* 45. TX accidental fall 46. TX "risk of fall*" 47. TX "fear of fall*" 48. #43 OR #44 OR #45 OR #46 OR #47 49. DE "EQUILIBRIUM (physiology)" 50. TX equilibrium 51. TX balance 52. DE "GAIT in humans" 53. TX gait 54. DE "CENTER of mass" 55. TX. "center of pressure" 56. TX COP 57. TX sway 58. TX postur* 59. TX stair navigation 60. TX position sense 61. DE "PROPRIOCEPTION" 62. DE "PROPRIOCEPTORS" 63. TX propriocept* 64. #49 OR #50 OR #51 OR #52 OR #53 OR #54 OR #55 OR #56 OR #57 OR #58 OR #59 OR #60 OR #61 OR #63 65. DE "MUSCLE contraction" 66. TX muscle contraction 67. DE "MUSCLE tone" 68. TX muscle tone 69. DE "MUSCLE strength" 70. TX muscle strength 71. TX muscle power 72. DE "PHYSICAL fitness" 73. TX physical fitness 74. DE "ASTHENIA" 75. TX asthenia 76. TX muscle weakness 77. TX muscle performance 78. DE "LEG-Muscles" 79. TX lower extremity 80. TX lower limb</p>
--	--

	<p>81. TX grip strength  82. TX muscle tightness  83. TX musc* tension  84. #65 OR #66 OR #67 OR #68 OR #69 OR #70 OR #71 OR #72 OR #73 OR #74 OR #75 OR #76 OR #77 OR #78 OR #79 OR #80 OR #81 OR #82 OR #83  85. DE "QUALITY of life"  86. TX quality of life  87. DE "WELL-being"  88. TX well being  89. TX "health related quality of life"  90. DE "ACTIVITIES of daily living"  91. TX "activities of daily living"  92. TX ADL  93. TX self care  94. DE LIFE skills  95. TX functional status  96. TX functional dependence  97. TX functional independence  98. TX activity limitation  99. TX activity restriction  100. TX "physical function"  101. #85 OR #86 OR #87 OR #88 OR #89 OR #90 OR #91 OR #92 OR #93 OR #94 OR #95 PR #96 OR #97 OR #98 OR #99 OR #100  102. #48 OR #64 OR #84 OR #101  103. #42 AND #102</p>
CINAHL	<p>1. (MH "Aged+")  2. TX aged  3. TX elder*  4. TX older  5. TX "old* people"  6. TX "old* adult*"  7. TX ag#ing  8. TX senior  9. TX retired  10. TX "oldest old"  11. TX octogenarian OR nonagenarian OR centenarian  12. #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11  13. (MH "Nursing Homes+")  14. TX "nursing home*"  15. (MM "Halfway Houses")  16. TX "halfway house*"  17. (MM "Geriatric Functional Assessment")  18. TX geriatric*  19. TX caregiver  20. TX "home* for the aged"  21. TX "housing for the elder*"  22. TX "retirement home*"  23. TX "nursing facilit*"  24. TX institutional#ed</p>

	<p>25. TX institution*</p> <p>26. #13 OR #1 OR #15 OR #16 OR #17 OR #18 OR #19 OR #20 OR #21 OR #22 OR #23 OR #24 OR #25</p> <p>27 #12 OR #26</p> <p>28. (MM "Vibration")</p> <p>29. TX vibration</p> <p>30. TX vibratory</p> <p>31. TX "whole body vibration*"</p> <p>32. TX wbv</p> <p>33. TX "vibrat* exercise*"</p> <p>34. TX "vibrat* training"</p> <p>35. TX "vibrat* treatment*"</p> <p>36. "random vibration*"</p> <p>37. #28 OR #29 OR #30 OR #31 PR #32 OR #33 OR #34 OR #35 OR #36</p> <p>38. #27 AND #37</p> <p>39. (MM "Accidental Fall")</p> <p>40. TX accidental fall</p> <p>41. (MM "Fall Risk (Saba CCC)")</p> <p>42. TX fall risk</p> <p>43. TX fall*</p> <p>44. TX fear of fall</p> <p>45. #39 OR #40 OR #41 OR #42 OR #43 OR #44</p> <p>46. (MH "Muscle Strength+")</p> <p>47. TX muscle strength</p> <p>48. TX grip strength</p> <p>49. TX muscle power</p> <p>50. (MM "Muscle Weakness")</p> <p>51. TX. Muscle weakness</p> <p>52. TX muscletightness</p> <p>53. (MH "Muscle Contraction+")</p> <p>54. TX muscle contraction</p> <p>55. (MM "Asthenia")</p> <p>56. TX asthenia</p> <p>57. (MM "Physical Fitness")</p> <p>58. TX physical fitness</p> <p>59. (MH "Lower Extremity+")</p> <p>60. TX lower limb muscle</p> <p>61. TX muscle tone</p> <p>62. TX muscle performance</p> <p>63. TX muscletightness</p> <p>64. TX musc* tension</p> <p>65. #46 OR #47 OR #48 OR #49 OR #50 OR #51 OR #52 OR #53 OR #54 OR #55 OR #56 OR #57 OR #58 OR #59 OR #60 OR #61 OR #32 OR #63 OR #64</p> <p>66. (MM "Balance, Postural")</p> <p>67. TX postur*</p> <p>68. TX balance</p> <p>69. (MH "Gait+")</p> <p>70. TX gait</p> <p>71. (MH "Proprioception+")</p> <p>72. TX propriocept*</p>
--	---

	<p>73. TX center of pressure  74. TX COP  75. TX sway  76. TX equilibrium  77. TX "stair* navigation"  78. TX position sense  79. #66 OR #67 OR #68 OR #69 OR #70 OR #71 OR #72 OR #73 OR #74 OR #75 OR #76 OR #77 OR #78  80. (MM "Quality of Life")  81. TX quality of life  82. TX "health related quality of life"  83. (MM "Quality of Life (Lowa NOC)")  84. TX well being  85. (MH "Activities of Daily Living+")  86. TX activities of daily living  87. ADL  88. (MM "Physical Aging Status (Lowa NOC)")  89. (MM "Dependency")  90. TX activity restriction  91. TX physical function  92. TX "functional* status"  93. TX functional dependence  94. TX functional independence  95. TX activity limitation  96. (MM "Self Care")  97. TX self care  98. #80 OR #81 OR #82 OR #83 OR #84 OR #85 OR #86 OR #87 OR #88 OR #89 OR #90 OR #91 OR #92 OR #93 OR #93 OR #94 OR #95 OR #96 OR #97  99. #45 OR #65 PR #79 OR #98  100. #38 AND 99  101. (MM "Randomized Controlled Trial")  102. TX random* control* trial  103. "clinic* trial*"  104. (MH "Random Sample")  105. TX "singl*-blind*" OR "double*-blind*" OR "singl* mask*" OR "double* mask*" OR "tripl* blind*" OR "tripl* mask*"  106. TX assign* OR allocate* OR volunteer*  107. TX random*  108. TX placebo*  109. TX factorial*  110. #101 OR #102 OR #103 OR #104 OR #105 OR #106 OR #107 OR #108 OR #109  111. #100 AND 110</p>
SCOPUS	<p>1. aged.  2. elderly  3. elder  4. senior  5. older  6. "old* people"  7. "old* adult*"  8. retired</p>

	<p>9. aging 10. "oldest old" 11. octogenarian 12. nonagenarian 13. centenarian 14. # 1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12 OR #13 15. "halfway house*" 16. "home* for the aged" 17. caregiver 18. "nursing home*" 19. "nursing facilit*" 20. "nursing facilit*" 21. "housing for the elder*" 22. geriatric* 23. "retirement home" 24. institution 25. institutionalized 26. #15 OR #16 OR #17 OR #18 OR #19 OR #20 OR #21 OR #22 OR #23 OR #24 OR #25 27. #14 OR # 26 28. vibration* 29. vibratory 30. "whole body vibration" 31. WBV 32. "vibration exercise" 33. "vibration training" 34. "vibration treatment" 35. "random vibration" 36. "vibratory exercise" 37. "vibratory training" 38. "vibratory treatment*" 39. #28 OR #29 OR #30 OR #31 OR #32 OR #33 OR #34 OR #35 OR #36 OR #37 OR #38 40. #27 AND #39 41. "accidental fall*" 42. fall* 43. "risk of fall*" 44. "fear or fall*" 45. #41 OR #42 OR #43 OR #44 46. "muscle* strength" 47. "grip strength" 48. "muscle* power" 49. "muscle* weakness" 50. "muscle* weakness" 51. asthenia 52. "muscle* contraction*" 53. "physical fitness" 54. "muscle* tone" 55. "muscle tightness" 56. "muscle* tension*" 57. "muscle* performance"</p>
--	---

	<p>58. "lower extremit*"  59. "lower limb"  60. #46 OR #47 OR #48 OR #49 OR #50 OR #51 OR #52 OR #53 OR #54 OR #55 OR #56 OR #57 OR #58 OR #59  61. "postural balance"  62. balance  63. postur*  64. gait  65. "stair* navigation*"  66. propriocept*  67. "position* sense"  68. "static balance"  69. "center of pressure"  70. sway  71. "body balance"  72. COP  73. equilibrium  74.#61 OR #62 OR #63 OR #64 OR #65 OR #66 OR #67 OR #68 OR #69 OR #70 OR #71 OR #72 OR #73  75. "quality of life"  76. "life quality"  77. "well being"  78. "health related quality of life"  79. "activities of daily living"  80. "self care"  81. "activity limitation*"  82. "living activit*"  83. ADL  84. "physical fitness"  85. "activity restriction*"  86. "physical function*"  87. "functional* status"  88. "functional *dependence"  89. #75 OR #76 OR #77 OR #78 OR #79 OR #80 OR #81 OR #82 OR #83 OR #84 OR #85 OR #86 OR #87 OR #88  90. #45 OR #60 OR #74 OR #89  91. #40 AND #90  92. #91 AND DOCTYPE (ar) and Language (En) (sp)  93. "randomized controlled trial"  94. "random* control* trial*"  95. "singl*-blind*" OR "double*-blind*" OR "singl* mask*" OR "double* mask*" OR "tripl* blind*" OR "tripl* mask*"  96. assign* OR allocate* OR volunteer*  97. random*  98. randomly  99. "clinic* trial*"  100. placebo*  101. factorial*  102. #93 OR #94 OR #95 OR #96 OR #97 OR #98 OR #99 OR #100 OR #101  103. #92 AND #102</p>
WEB OF KNOWLEDGE	#13 #8 AND #12

	<p>DocType=Article; Language=All languages;</p> <p>#12 #10 AND #11 DocType=Article; Language=All languages;</p> <p>#11 #4 OR #5 OR #6 OR #7 DocType=Article; Language=All languages;</p> <p>#10 #3 AND #9 DocType=Article; Language=All languages;</p> <p>#9 #1 OR #2 DocType=Article; Language=All languages;</p> <p>#8 Topic ("random* control* trial*" OR "control* clinic* trial*" OR random* OR "singl* blind*" OR "double* blind*" OR "singl* mask*" OR "double* mask*" OR "tripl* blind*" OR "tripl* mask*" OR assign* OR allocate* OR volunteer* OR placebo* OR factorial*) DocType=All document types ; Language=All languages</p> <p>#7 Topic=("quality of life" OR "well being" OR "health related quality of life" OR activities of daily living OR ADL OR "activit* restriction*" OR "activit* limitation*" OR "functional status" OR "physical function*" OR "functional *dependence" OR "self care") DocType=All document types; Language=All languages</p> <p>#6 Topic=(postur* OR balance* OR equilibrium OR gait OR propriocept* OR "center of pressure" OR COP OR sway OR "stair* navigation" OR "position* sense*") DocType=All document types; Language=All languages</p> <p>#5 Topic=(strength OR "muscle* power" OR "muscle* weakness" OR asthenia OR "grip strength*" OR "muscle* contraction*" OR "muscle* tone" OR "muscle* performance" OR muscletightness OR "physical fitness" OR "musc* tension*" OR "lower extremit*" OR "lower limb*") DocType=All document types; Language=All languages</p> <p>#4 Topic=("accidental* fall*" OR fall* OR "risk* or fall*" OR "fear of fall*") DocType=All document types; Language=All languages</p>
--	--

	<p>#3 Topic=(vibration* OR vibratory OR "whole body vibration*" OR wbv OR "vibrat* exercise*" OR "vibrat* treatment*" OR "vibrat* training" OR "random* vibration*") DocType=All document types; Language=All languages</p> <p>#2 Topic=("nursing home*" OR "halfway house*" OR "home* for the aged" OR "housing for the elder*" OR "geriatric* nursing" OR "retirement home*" OR institution* OR caregiver OR geriatric* OR "care facilit*" OR institutionalised OR "nursing facilit*" OR "old age* home*") DocType=All document types; Language=All languages;</p> <p>#1 Topic=(aged OR elder* OR senior OR older OR "old* people" OR "old* adult*" OR retired OR ag\$ing OR "oldest old" OR octogenarian OR nonagenarian OR centenarian) DocType=All document types; Language=All languages</p>
PsycINFO	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.exp aging/</li> <li>2. aging</li> <li>3. ageing</li> <li>4. aged</li> <li>5. elder*</li> <li>6. senior*</li> <li>7. older*</li> <li>8. "old* adult*"</li> <li>9. "old* people"</li> <li>10. retired</li> <li>11. "oldest old"</li> <li>12 octogenarian* OR nonagenarian* OR centenarian*</li> <li>13. S1 OR S2 OR S3 OR S4 OR S5 OR S6 OR S7 OR S8 OR S9 OR S10 OR S11 OR S12</li> <li>14. nursing homes/</li> <li>15. "nursing home*"</li> <li>16. halfway houses/</li> <li>17. "halfway house*"</li> <li>18. elder care/</li> <li>19. geriatric assessment/</li> <li>20. geriatric*</li> <li>21. caregivers/""</li> <li>22. caregiver*</li> <li>23. "home* for the aged"</li> <li>24. "housing for the elder*"</li> <li>25. "retirement home*"</li> <li>26. "nursing facilit*"</li> <li>27. institution*</li> <li>28. S14 OR S15 OR S16 OR S17 OR S18 OR S19 OR S20 OR S21 OR S22 OR S23 OR S24 OR S25 OR S26 OR S27</li> <li>29. S13 OR S28</li> <li>30. "whole body vibration*"</li> <li>31. WBV</li> <li>32. vibration*</li> <li>33. vibratory</li> <li>34. "random* vibration*"</li> </ol>

	<p>35. "vibrat* exercise*" 36. "vibrat* training" 37. "vibrat* treatment*" 38. S30 OR S31 OR S32 OR S33 OR S34 OR S35 OR S36 OR S37 39. S29 AND S38 40. falls/ 41. fall* 42. "accidental fall*" 43. "risk* of fall*" 44. "fear of fall*" 45. S40 OR S41 OR S42 OR S43 OR S44 46. muscle contractions/ 47. "musc* contraction*" 48. muscle tone/ 49. "musc* tone" 50. physical strength/ 51. "physical fitness" 52. physical endurance/ 53. exp asthenia/ 54. asthenia 55. "musc* strength" 56. "musc* power" 57. "musc* weakness" 58. "grip strength" 59. "musc* performance" 60. muscle tightness 61. "musc* tension*" 62. exp leg (anatomy)/ 63. "lower extremit*" 64. "lower limb*" 65. S46 OR S47 OR S48 OR S49 OR S50 OR S51 OR S52 OR S53 OR S54 OR S55 OR S56 OR S57 OR S58 OR S59 OS S60 OR S61 OR S62 OR S63 OR S64 66. posture/ 67. postur* 68. equilibrium/ 69. equilibrium 70. balance 71. gait/ 72. gait* 73. walking/ 74. proprioception/ 75. propriocept* 76. "center of pressure" 77. COP 78. sway 79. "stair* navigation*" 80. "position* sense" 81. S66 OR S67 OR S68 OR S69 OR S70 OR S71 OR S72 OR S73 OR S74 OR S75 OR S76 OR S77 OR S78 OR S79 OR S80 82. quality of life/ 83. "quality life"</p>
--	---

	<p>84. well being/  85. "well being"  86. "health related quality of life"  87. activities of daily living/  88. "activit* of daily living"  89. ADL  90. daily activities/  91. field dependence/  92. "activit* restriction*"  93. "activit* limitation*"  94. "functional* status"  95. "functional dependenc*"  96. "functional independenc*"  97. "physical function*"  98. self care skills/  99. "self care"  100. S82 OR S83 OR S84 OR S85 OR S86 OR S87 OR S88 OR S89 OR S90 OR S91 OR S92 OR S93 OR S94 OR S95 OR S96 OR S97 OR S98 OR S99  101. S45 OR S65 OR S81 OR S100  102. S39 AND S101  103. random sampling/  104. "random* control* trial*"  105. random*  106. clinical trials/  107. "clinic* trial*"  108. "singl*-blind*" OR "double*-blind*" OR "singl* mask*" OR "double* mask*" OR "tripl* blind*" OR "tripl* mask*"  109. assign* OR allocate* OR volunteer*  110. placebo*  111. factorial*  112. S103 OR S104 OR S105 OR S106 OR S107 OR S108 OR S109 OR S110 OR S111  113. S102 AND S112</p>
AMED	<p>1. exp Aged/  2. aged  3. exp Aging/  4. ag?ing  5. elder*  6. senior?  7. older?  8. "old* adult*"  9. "old* people"  10. retired  11. "oldest old"  12. octogenarian? OR nonagenarian? OR centenarian?  13. #1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12  14. nursing home/  15. "nursing home*"  16. homes for the aged/  17. "home* for the aged"</p>

	<p>18. caregivers/  19. caregiver?  20. "housing for the elder*"  21. "halfway house*"  22. geriatric*  23. "retirement home*"  24. "nursing facilit*"  25. exp Institutionalization/  26. institutionalization  27. institution*  28. #14 OR #15 OR #16 OR #17 OR #18 OR #19 OR  #20 OR #21 OR #22 OR #23 OR #24 OR #25 OR #26 OR #27  29. #13 OR #28  30. vibration/  31. vibration*  32. "whole body vibration*"  33. WBV  34. vibratory  35. "random vibration*"  36. "vibrat* exercise*"  37. "vibrat* training"  38. "vibrat* treatment*"  39. #30 OR #31 OR #32 OR #33 OR #34 OR #35 OR #36 OR #37 OR  #38  40. #29 AND #39  41. accidental fall/  42. fall*  43. risk of fall?  44. "fear of fall*"  45. #41 OR #42 OR #43 OR #44  47. exp Muscle Strength/  48. "musc* strenght"  49. ""grip strenght"  50. "musc* power"  51. exp Muscle Contraction/  52. "musc* contraction*"  53. muscle weakness/  54. "musc* weakness"  55. asthenia  56. muscle tonus/  57. "musc* tone"  58. "musc* performance"  59. muscletightness  60. physical fitness/  61. "physical fitness"  62. "musc* tension*"  63. exp Leg/  64. "lower extremit*"  65. "lower limb*"  66. #46 OR #47 OR #48 OR #49 OR #50 OR #51 OR #52 OR #53 OR  #54 OR #55 OR #56 OR #57 OR #58 OR #59 OR #60 OR #61 OR  #62 OR #63 OR #64 OR #65</p>
--	---

	<p>67. posture/  68. postur*  69. balance/  70. balance  71. equilibrium  72. exp Gait/  73. gait?  74. exp proprioception/  75. propriocept*  76. "center of pressure"  77. COP  78. sway  79. "stair* navigation*"  80. "position* sense"  81. #67 OR #68 OR #69 PR #70 OR #71 OR #72 OR #73 PR #74 OR #75 OR #76 OR #77 OR #78 OR #79 OR #80  82. quality of life/  83. "quality of life"  84. "well being"  85. "health related quality of life"  86. activities of daily living/  87. "activit* of daily living"  88. ADL  89. exp independent living/  90. "activit* restriction*"  91. "activit* limitation*"  92. "physical funcion*"  93. "functional* status"  94. "functional dependenc*"  95. "functional independenc*"  96. self care/  97. "self care"  98. #82 OR #83 OR #84 OR #85 OR #86 OR #87 OR #88 OR #89 OR #90 OR #91 OR #92 OR #93 OR #94 OR #95 OR #96 OR #97  99. #45 OR #66 OR #81 OR #98  100. #40 AND #99  101. exp Clinical Trial/  102. "random* control* trial*.pt  103. "clinic* trial*".pt  104. random allocation/  105 random*  106. "singl*-blind*" OR "double*-blind*" OR "singl* mask*" OR "double* mask*" OR "tripl* blind*" OR "tripl* mask*"  107. assign* OR allocate* OR volunteer*  108. placebo*  109. factorial*  110. #101 OR #102 OR #103 OR #104 OR #105 OR #106 OR #107 OR #108 OR #109  111. 100 AND 110</p>
EMBASE	<p>1. exp aged/  2. aged.kw.tw  3. exp very elderly/</p>

	<ol style="list-style-type: none"><li>4. exp frail elderly/</li><li>5. elder*.kw,tw.</li><li>6. senior?.kw,tw.</li><li>7. older?.kw,tw.</li><li>8. "old* adult*"</li><li>9. "old* people"</li><li>10 retired.kw,tw.</li><li>11. ag?ing.kw,tw.</li><li>12."oldest old".kw,tw.</li><li>13. #1 OR #2 OR #3 #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12</li><li>14. exp nursing home/</li><li>15. "nursing home*".kw,tw.</li><li>16. exp nursing home patient/</li><li>17. exp halfway house/</li><li>18. "halfway house*".kw,tw.</li><li>19. exp senior center/</li><li>20. "home* for the aged".kw,tw.</li><li>21. "housing for the elder*".kw,tw.</li><li>22. exp caregiver/</li><li>23. caregiver?.kw,tw.</li><li>24. exp elderly care/</li><li>25. geriatric*.kw,tw.</li><li>26. "retirement* home*".kw,tw.</li><li>27. institution*.kw,tw.</li><li>28. institutional?ed.kw,tw.</li><li>29. "nursing facilit*".kw,tw.</li><li>30. #14 OR #15 OR #16 OR #17 OR #18 PR #19 OR #20 OR #21 OR #22 OR #23 OR #24 OR #25 OR #26 OR #27 OR #28 OR #29</li><li>31. #13 OR #30</li><li>32. exp whole body vibration/</li><li>33. "whole body vibration*".kw,tw.</li><li>34. WBV.kw,tw.</li><li>35. vibration*.kw,tw.</li><li>36. "vibrat* exercise*".kw,tw.</li><li>37. "vibrat* treatment*".kw,tw.</li><li>38. "vibrat* training".kw,tw.</li><li>39. vibratory</li><li>40. "random* vibration*".kw,tw.</li><li>41. #32 OR #33 OR #34 OR #35 OR #36 OR #37</li><li>42. #31 AND #41</li><li>43. exp falling/</li><li>44. exp fall risk/</li><li>45. exp fall risk assessment/</li><li>46. fall*.kw,tw.</li><li>47. "accidental fall*"</li><li>48. "risk* of fall*".kw,tw.</li><li>49. "fear of fall*".kw,tw.</li><li>50. #43 OR #44 OR #45 OR #46 OR #47 OR #48 OR #49</li><li>51. exp muscle strength/</li><li>52. exp strength/</li><li>53. "muscle* strength*".kw,tw.</li></ol>
--	---

	<p>54. "muscle* power".kw,tw.  55. exp hand grip/  56. exp hand strength/  57. "hand grip".kw,tw.  58. exp muscle weakness/  59. exp limb weakness/  60. weakness.kw,tw  61.exp asthenia/  62. asthenia.kw,tw  63. exp muscle contraction/  64. "muscle* contraction*".kw,tw.  65. exp muscle tone/  66. "muscle* tone".kw,tw.  67."muscle* performance".tw,kw.  68. muscletightness.kw,tw.  69."physical fitness".kw,tw.  70. "musc* tension*".kw,tw.  71. exp leg/  72. "lower extremit*".kw,tw.  73."lower limb*".kw,tw.  74. #51 OR #52 OR #53 OR #54 OR #55 OR #56 OR #57 OR #58 OR  #59 OR #60 OR #61 OR #62 OR #63 OR #64 OR #65 OR #66 OR  #67 OR #68 OR #69 OR #70 OR #71 OR #72 OR #73  75. exp body posture/  76 exp body equilibrium/  77. postur*.kw,tw.  78. balance.kw,tw.  79. equilibrium.kw,tw.  80. exp gait/  81. gait.kw,tw.  82. exp proprioception/  83. propriocept*kw,tw.  84. "center of pressure".kw,tw.  85. COP.kw,tw.  86. sway.kw,tw.  87. "stair* navigation*".kw,tw.  88. "position* sense*".kw,tw.  89. #75 OR #76 OR #77 OR #78 OR #79 OR #80 OR #81 OR #82 OR  #83 OR #84 OR #85 OR #86 OR #87 OR #88  90. exp quality of life/  91. "quality of life".Kw,tw.  92. exp wellbeing/  93. well being.kw,tw.  94. "health related quality of life".kw,tw.  95. exp daily life activitiy/  96. "activities of daily life".kw,tw.  97. ADL.kw,tw.  98. exp physical capacity/  99. "physical function".kw,tw.  100. exp self care/  101. "self care".kw,tw.  102. "activit* restriction*".kw,tw.</p>
--	--

	<p>103. "activit* limitation*" kw,tw 104. "functional status" kw,tw 105. functional dependence.kw,tw. 106. functional"" independence.kw,tw. 107. #90 OR #91 OR #92 OR #92 OR #94 OR #95 OR #96 OR #97 OR #98 OR #99 OR #100 OR #101 OR #102 OR #103 OR #104 OR #105 OR #106 108. #50 OR #74 OR #89 OR #107 109. #42 AND 108 110. exp randomization/ 111. exp randomized controlled trial/ 112. "random* control* trial".kw,tw. 113. exp controlled clinical trial/ 114. "control* clinic* trial*".kw,tw. 115. random*.kw,tw. 116. "singl*-blind*" OR "double*-blind*" OR "singl* mask*" OR "double* mask*" OR "tripl* blind*" OR "tripl* mask*" 117. assign* OR allocate* OR volunteer* 118. placebo*.kw,tw. 119. factorial*.kw,tw. 120. #110 OR #111 OR #112 OR #113 OR #114 OR #115 OR #116 OR #117 OR #118 OR #119 121. #109 AND #120</p>
--	--