



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Facultad de Ciencias de la Salud

Trabajo Fin de Grado

Efectividad de la vibración de cuerpo completo en pacientes con accidente cerebrovascular en la fase crónica

Alumno: Postigo-Martín, Elisa-Paula

Tutor: Prof. D. Hita-Contreras, Fidel
Dpto: Ciencias de la Salud

Mayo, 2015

Índice

Resumen	3
Introducción.....	5
El accidente cerebral y sus tipos	5
Epidemiología, incidencia y magnitud del problema	5
Factores de riesgo	6
Síntomas y síndromes asociados.....	7
Tratamiento de las secuelas del accidente cerebrovascular	9
Terapia con vibración de cuerpo completo	10
 Material y métodos	 12
Resultados	12
Búsqueda.....	12
Variables medidas en los artículos.....	14
Molestias.....	19
Contraindicaciones.....	19
 Discusión	 20
Arquitectura muscular	20
Equilibrio	20
Espasticidad.....	22
Fuerza muscular	23
Desempeño de la marcha y movilidad funcional	24
Recambio óseo	25
Algunas limitaciones	25
 Conclusión.....	 26
Índice de abreviaturas	28
Tablas y diagrama	29
Bibliografía.....	36

Resumen:

Objetivo: El objetivo de esta revisión es determinar si la vibración de cuerpo completo es una terapia efectiva, segura y factible para la rehabilitación de personas que han sufrido un accidente cerebrovascular, habiendo pasado seis meses o más desde el evento (accidente cerebrovascular crónico).

Material y métodos: Se ha efectuado una revisión de artículos en las bases de datos PUBMED, PEDro y Scopus. Se utilizaron en ella 9 artículos de estas bases de datos.

Resultados: Se encontró un efecto significativo a favor del grupo experimental que usaba la terapia con vibración de cuerpo completo en comparación con el grupo control en algunos aspectos del equilibrio, de la marcha y de la espasticidad. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas en la fuerza muscular. Pudo ser debido a que el protocolo de actuación y el tiempo de tratamiento, no están aún bien definidos para la aplicación de esta terapia.

Conclusión: la vibración de cuerpo completo es un método de tratamiento sencillo, seguro y relativamente eficaz en algunos aspectos de la rehabilitación; pero de difícil acceso. Que demuestra ser efectivo en algunos aspectos de, equilibrio, la espasticidad y la marcha. Por lo que, a expensas de los resultados de futuras investigaciones más exhaustivas, podría ser implantado junto al tratamiento convencional.

Palabras clave: whole body vibration, stroke, poststroke.

Abstract

Objective: The aim of this review is to determine if whole body vibration is an effective, feasible and safe rehabilitation therapy, in patients with stroke, when 6 or more months have passed since the stroke (chronic stroke).

Material and methods: a review with the articles from databases PUBMED, PEDro and Scopus. 9 articles were used.

Results: A significant effect was found in the intervention group that used the whole-body vibration therapy in contrast with the control group, in some aspects of balance, gait performance and spasticity. However, no significant differences were found in muscle strength. It could have been that the protocol used and the time of treatment are not yet well defined for the application of this therapy.

Conclusion: whole-body vibration is a simple method of treatment, safe and relatively effective in some aspects of the rehabilitation, but difficult to access to. It is shown to be effective in some aspects of balance, spasticity and gait performance. This means that, in light of future and more exhaustive research, it could be introduced together with conventional treatment.

Keywords: whole body vibration, stroke, poststroke.

Introducción:

Accidente cerebrovascular y tipos

El accidente cerebrovascular (ACV) también conocido como ictus, es una enfermedad cardiovascular que afecta al flujo de sangre que abastece al cerebro y dura más de 24 horas. Puede ser de diferentes tipos. El más común es el isquémico con rangos que van desde el 67% al 89.5% de los casos, mientras que el hemorrágico ocurre entre el 8.98-19.7% de los casos y la hemorragia subaracnoidea del 1 al 4.5%¹. Se diagnostica mediante la clínica y una exploración física y neurológica. Se realizan también pruebas como una tomografía axial computarizada (TAC) y la resonancia magnética (RM); y la evaluación mediante el sistema eco- Doppler para evaluar el flujo que llega al cerebro².

Epidemiología, incidencia y magnitud del problema.

El ACV origina un desorden neurológico y causa la muerte o conlleva serias discapacidades en el adulto mundialmente³. En Europa, el ACV es la segunda causa más común de muerte, siguiendo a la isquemia cardíaca⁴. Por sí mismo causa 1.1 millones de muertes al año en Europa, y mueren el 15% (1/7) de mujeres y el 10% (1/10) de hombres por esta causa⁵.

El ratio de incidencia en Europa varía desde 1.41 por 1000 habitantes por año en España⁶ a 3.73 por 1000 habitantes por año en Croacia⁷. También la incidencia de ictus en España está basada en tres grupos heterogéneos de habitantes y considera diferentes variaciones: Castilla y León presentaron el mayor ratio de incidencia con 1.67 por 1000 habitantes, mientras que en Extremadura y la Comunidad Valenciana fue de 0.93 y 1.29 por 1000, respectivamente⁶. La incidencia de accidente cerebrovascular en España está por debajo de lo recogido en otros países. No hay diferencia significativa con relación al sexo pero la incidencia es mayor en hombres jóvenes y de mediana edad (51.9%) que en mujeres. Existen variaciones significativas de algunos grupos de población respecto a otros debido probablemente a la diferencia en cuanto a prevalencia de factores de riesgo. Se mostró que la edad media de aparición del primer ACV se situaba entre la entre los 67.4 a 75 años. Los hombres eran de media, 3 años más jóvenes, cuando sufrieron un episodio de ACV, que las mujeres⁶.

Hasta un 30% de las personas que sobreviven a éste, se ven limitados en la realización de las actividades de la vida diaria. Por lo que la búsqueda de nuevas técnicas rehabilitadoras que disminuyan la discapacidad que genera y mejoren la calidad de vida de los afectados es

necesaria⁸. Aproximadamente el 50-75% de los supervivientes tras un ACV, además del déficit motor, presenta también alteraciones cognitivas que dificultan o impiden una vida domiciliaria autónoma. La reducción del procesamiento de la información, asociada a la pobreza de la función motora, interfieren en las tareas cotidianas que necesitan un rápido procesamiento cognitivo y una secuencia de movimientos complejos y ordenados: como cocinar, vestirse, asearse, ducharse, realizar transferencias y otras actividades⁹.

Actualmente el índice de mortalidad del ACV ha disminuido, significando esto el aumento de personas con secuelas. La investigación y el desarrollo en el campo de la salud, han permitido el descubrimiento de nuevas terapias destinadas a la prevención y el tratamiento de esta enfermedad, que se ha convertido en la causa principal de discapacidad en los países occidentales¹⁰. La incidencia de caídas y la atención médica que requieren es más elevada en esta población que en ancianos¹¹.

Factores de riesgo

La prevención del ACV está orientada a controlar o eliminar los factores de riesgo clave. En España, dos factores de riesgo son igualmente importantes: inactividad física/sedentarismo y obesidad. Éstos representaron el 43.2% y 24.6% de los factores de riesgo respectivamente. Dislipemia, diabetes mellitus, el tabaquismo y el consumo de alcohol son más frecuente en la mediana edad (<75 años), mientras que la obesidad y sedentarismo son más frecuente en los pacientes ancianos con ACV⁶.

Aquellos factores de riesgo que son bastante modificables: Si el colesterol total, el LDL y los niveles de triglicéridos se encuentran altos, aumenta el riesgo de ACV isquémico, así como si los niveles de HDL se encuentran bajos. La ingesta pobre de frutas y vegetales puede llegar a causar el 11% de los ACV mundiales; además, el alto consumo de grasas saturadas aumenta el riesgo de ACV, por su efecto en los lípidos sanguíneos, y en la trombosis. Padecer diabetes incrementa también el riesgo de ACV. Otros factores de riesgo también modificables y que incrementan el riesgo de ACV son: un estado socioeconómico bajo, un estrés de vida crónico, aislamiento social y la ansiedad¹².

Aquellos factores de riesgo que no son modificables: la edad avanzada constituye uno de los de más impacto ya que cada década después de los 55 años el riesgo de ACV se dobla. Que tengas un pariente de primer grado que sufrió un ACV después de los 55 (para un pariente

hombre) o después de los 65 (para un pariente mujer) incrementa el riesgo. El riesgo de ACV en hombres y mujeres en principio es similar¹².

Síntomas y síndromes asociados

El accidente cerebrovascular literalmente puede cursar con multitud de posibles síntomas, dependiendo de qué partes del cerebro se han visto afectadas. Los síntomas pueden incluir debilidad o adormecimiento repentinos de la cara, brazo y pierna de un lado del cuerpo, dificultad al hablar o al entender a otros, afectación de la visión de un ojo, mareos o inestabilidad sin explicación, y caídas repentinas².

Cuando las áreas del cerebro se ven privadas de oxígeno, las células nerviosas de la zona mueren en cuestión de minutos. Como resultado, las áreas cercanas y distantes que son controladas por estos centros en el cerebro, dejan de funcionar correctamente. Dependiendo de la extensión del ACV, la deficiencia en el movimiento, habla, memoria, visión, comportamiento u otras funciones pueden suceder de mayor a menor medida o sólo algunas de ellas. En algunas ocasiones, estas deficiencias pueden ser permanentes; en otras, la recuperación puede moverse en un rango desde parcial a total. En general, los ACV hemorrágicos pueden ser más incapacitantes ya que la afluencia de sangre excesiva puede generar presión y dañar áreas alrededor de la zona de sangrado². Estos síntomas pueden tener un impacto nada beneficioso en los resultados de la rehabilitación.

En los pacientes con ictus, inicialmente la parálisis que se produce es totalmente flácida y, posteriormente, comienza la recuperación de algunos movimientos con patrones sinérgicos marcados por la espasticidad. En el miembro inferior dominará un patrón extensor, mientras que en el miembro superior será un patrón flexor¹³. Existen complicaciones relacionadas con la espasticidad; como subluxación por retracciones tendinosas, y un hombro doloroso secundario¹⁴, que ocurre hasta en el 70% de los afectados por el ACV, presentando limitación de movimiento voluntario en el miembro superior¹⁵. Los pacientes que sufrieron un ACV presentan un deterioro inmediato de su estado físico y en la fuerza muscular. Este estado de debilidad se debe a la pérdida considerable de la motricidad en el hemicuerpo afectado (hemiplejía o hemiparesia), al aumento de la inmovilidad, a los efectos del envejecimiento natural previo y a las enfermedades físicas coexistentes¹⁶.

La deficiencia más común es la motora, que puede presentarse como pérdida o limitación del control de la función muscular o movimiento, o la limitación al movimiento¹⁷, que se relaciona estrechamente con alteraciones sensitivas. Estas secuelas se manifiestan principalmente en dos aspectos básicos: la función manual y la marcha^{18,19}. Una de las mayores fuentes de discapacidad es la paresis de miembro superior²⁰. Los enfermos con ictus pueden presentar una marcha lenta y patológica²¹ (parámetros que más se afectan: longitud del paso disminuido, tiempo de la fase de doble apoyo aumentado, tiempo de apoyo sobre la pierna afecta reducido, y la velocidad disminuida)⁶. Presentan un gasto energético más elevado²². Entre otras manifestaciones importantes se encuentra también la aparición de disfagia (cuyo riesgo más importante es la aspiración). Son personas más sedentarias y se reducen sus capacidades metabólicas y cardiovasculares²³. Más del 60% presentan alteraciones cognitivas⁹ y un 30% padece depresión, lo que puede perjudicar el proceso rehabilitador y el pronóstico funcional²⁴.

Las personas que han sufrido un accidente cerebrovascular (ACV) tienen alterado su equilibrio y control postural. Existen diversos mecanismos fisiológicos cuya interacción determinan el control postural, como son las aferencias sensoriales, los movimientos estratégicos, las restricciones biomecánicas, el procesamiento cognitivo y la percepción de la verticalidad²⁵. La alteración de dichos mecanismos está relacionada con la modificación de la sensibilidad somatosensorial recogida a nivel de los pies en contacto con la superficie²⁵, y con una respuesta retardada y menos coordinada ante las perturbaciones del equilibrio tanto internas como del medio²⁶. Uno de los posibles comportamientos de un paciente con ACV es el “síndrome del empujador”, aunque no es sólo característico de un ACV. Los que lo padecen empujan hacia el lado hemipléjico mediante las extremidades no paréticas en cualquiera de las posiciones²⁷. La prevalencia está entre el 10 y el 35%²⁸, mientras que en otras patologías la prevalencia es menor.

Tratamiento de las secuelas del accidente cerebrovascular

Un programa de rehabilitación iniciado en un tiempo adecuado posterior al ACV, logra en mayor o menor grado objetivos como la independencia para la marcha, la independencia en las actividades de la vida diaria y el ajuste psicológico ante la nueva situación²⁹.

La rehabilitación de estos pacientes propone una variedad de métodos en el que ninguno ha mostrado ser muy superior al resto. La elección del método adecuado va a depender de las características individuales de cada paciente y a los objetivos que se haya propuesto conseguir. Complementándolo con una buena evaluación para, llegado el momento, decidir si ese método está siendo efectivo o sería conveniente que se cambiase por otro. Otro problema que se plantea es la intensidad adecuada de tratamiento, en el que parece que una terapia más intensiva no tiene por qué ofrecer unos resultados más prometedores³⁰.

Lo más clásico en la rehabilitación de estos pacientes son mediante las técnicas de Bobath, Brunnstrom, facilitación muscular propioceptiva, Vojta, Perfetti, etc.³¹; sin embargo, durante los últimos 20 años, se han desarrollado nuevas técnicas basadas en la plasticidad en el cerebro del adulto y la posibilidad de reorganización cerebral mediante la terapia³⁰. La plasticidad cortical después del ACV juega un papel importante en el proceso de recuperación de la función sensitivo-motora. Varios tratamientos se han desarrollado para facilitar ésta plasticidad, incluyendo ejercicios para miembros superiores y la realización de tareas repetitivas. Entre otros tratamientos más novedosos están la rehabilitación con asistencia robótica, estimulación cerebral directa y electroestimulación muscular²⁰, la terapia por restricción del lado sano (la persona aprende a no usar la extremidad afectada y se intenta corregir)³⁰, terapia de espejo, imaginería, usar una realidad virtual, videojuegos y aplicación de vibraciones. Con el tratamiento también se pretende la mejora de reflejos posturales, equilibrio funcional y movilidad en pacientes crónicos (más de 6 meses desde el ACV) que resulta en la disminución del riesgo de caídas³². Mejoras adicionales también son el enderezamiento axial, mayor amplitud del paso, mayor calidad de los apoyos y el aumento de la velocidad de la marcha³³. Todas las mejoras se rigen por algunos factores como la edad; lado dominante y el lado de lesión; el nivel intelectual previo; la magnitud, extensión y etiología de la lesión (vascular, traumática, degenerativa, etc.)³⁴.

La incorporación en los últimos 10 años de la tecnología electrónica y robótica (órtesis electrónicas, plataformas o dispositivos de vibración, algunos tipos de electroestimulación, arneses para disminuir el peso corporal, etc.) tiene una limitación. Ésta consiste en que el paciente debe acudir al lugar donde se le pueda tratar y recibir un número limitado de sesiones de fisioterapia³³.

Sean métodos antiguos o de alta tecnología, el objetivo de la terapia consistirá en minimizar las secuelas y maximizar la recuperación de la función³⁵, por lo que es necesario investigar sobre ellas para ir definiendo cuál es la rehabilitación más adecuada para este tipo de pacientes, y si cumplen el objetivo propuesto.

Tratamiento con vibración de cuerpo completo

Los efectos de la vibración en el músculo se estudiaron ya en el año 1968³⁶. No obstante, los efectos de las vibraciones se empiezan a estudiar alrededor de los años 90 como traumas acumulativos y su efecto en el organismo en trabajadores que se exponen a ellos³⁷. Más tarde se empieza a cambiar el enfoque, adaptando las vibraciones a una posible terapia rehabilitadora, por ejemplo en pacientes deportistas con una lesión de ligamento cruzado anterior³⁸, y a partir de 2004-05 se empiezan a estudiar los efectos de la vibración de cuerpo completo (WBV) en pacientes sanos y en otros con esclerosis múltiple. También en pacientes después de haber sufrido un ACV estando en su etapa crónica y los efectos en el control postural³⁹.

En los últimos 10 años, esta terapia se utiliza también en otras poblaciones: en mujeres mayores, para incidir en el riesgo de caída mediante la mejora del equilibrio; en osteoporosis, para reducir las caídas y fracturas; en deportistas; en pacientes con enfermedades respiratorias obstructivas crónicas; en pacientes que han sobrevivido a un cáncer de mama; en pacientes que han sufrido un ACV para influir en la fuerza muscular y equilibrio; en niños con parálisis cerebral para influir en la espasticidad y la funcionalidad, y por tanto también en el desempeño de la marcha; en ataxia cerebelosa; en la distrofia muscular de Duchenne, esclerosis múltiple; etc.

Aunque todas las actividades motoras incluyen cinestesia y otros componentes sensoriales, no se ha dado importancia a muchas estrategias que mejoren las funciones sensitivo-motoras, cuando puede existir un beneficio potencial y de mínimo riesgo²⁰.

Una plataforma vibratoria se puede considerar como una perturbación externa que produce oscilaciones y afecta a la estabilidad postural⁴⁰. crea desestabilizaciones controladas que producen respuestas musculares reflejas que actúan como reacciones de equilibrio⁴¹; estimula las aferencias en la planta del pie, que se conoce que juegan un papel importante en el control postural⁴². Provee estimulación bilateral, que puede que promueva cambios en ambos hemisferios⁴³; La terapia con WBV es una estimulación sensorial profunda, que actúa sobre los tipos Ia y II⁴⁴; y la vibración mecánica sobre el músculo esquelético induce una respuesta refleja conocida como reflejo tónico vibratorio⁴⁵, que es similar al clásico reflejo de estiramiento, en el que hay una contracción del músculo agonista y la correspondiente relajación del antagonista.

Por tanto, en pacientes que han sufrido un ACV, la WBV se ha utilizado principalmente para la rehabilitación del equilibrio postural, función motora y mejora de las actividades de la vida diaria⁴⁶. Ya que la debilidad en miembros inferiores, déficits en el equilibrio y problemas de movilidad son factores de riesgo importantes en las caídas⁴⁷, y disminuye la calidad de vida de estos pacientes.

Los pacientes también pueden mejorar su función neuromotora (como fuerza muscular y espasticidad) mediante los siguientes mecanismos: Estimula las α -neuronas y husos neuromusculares⁴⁸ e inicia la contracción muscular como resultado del reflejo tónico vibratorio⁴⁹. Modulación de la excitabilidad del "pool" de motoneuronas (grupo de neuronas que inerva un músculo determinado)⁵⁰, mejora de la propiocepción⁴⁷; cambios en la excitabilidad del córtex motor y aumento de la circulación en el músculo⁵¹. Siempre que los pacientes tengan un input de información sensitiva normal.

También se sugiere que mejorando la función muscular también puede beneficiar a la salud ósea y a la unidad funcional músculo-hueso⁵².

Ya que parece haber algunos beneficios resultantes, el objetivo de esta revisión es contrastar los datos de los artículos más recientes que se encuentren disponibles y que utilicen la terapia con WBV como rehabilitación en la fase crónica después de un ACV, para ver la evidencia que tiene esta terapia como efectiva; ya que los resultados son controvertidos y no hay un protocolo establecido a seguir.

Material y métodos.

La primera búsqueda se hizo en el mes de febrero con las palabras clave (“stroke AND rehabilitation”) y (“stroke AND exercise rehab*”). La búsqueda fue cambiando “((stroke OR poststroke) AND gait rehabilitation)”, “(treadmill AND stroke)”, “(aerobic exercise AND treadmill)”. Después de sucesivas búsquedas, la terapia de vibración de cuerpo completo apareció en algunos de los resultados. Finalmente la búsqueda se concretó en esta terapia.

La búsqueda del tema definitivo se realizó el 25 de marzo de 2015 con las palabras clave “whole body vibration AND (stroke OR poststroke)” en las bases de datos PUBMED. Más adelante se complementó la búsqueda en la base de datos PEDro (en la que se excluyó la palabra clave “poststroke” ya que ésta limitaba mucho los resultados y excluía artículos válidos para realizar la revisión) y Scopus mediante el uso de las mismas palabras clave. La última búsqueda se hizo el día 01/05/15 con las mismas palabras clave.

Los criterios de inclusión del material empleado fueron:

- Que fuesen ensayos clínicos aleatorizados (ECAs).
- Publicados desde 2010 en adelante.
- Idioma español o inglés.
- Que se tuviese acceso al texto completo.

Se excluyeron aquellos que:

- Eran revisiones sistemáticas.
- Puntuaban menos de 5 en la escala PEDro.
- El acceso a su texto completo no fue posible.
- No hablaban de la terapia elegida.
- Los que ya habían aparecido en otras bases de datos.

Resultados:

Búsqueda

En la figura 1 se puede ver el diagrama de flujo que refleja el proceso de búsqueda bibliográfica de este trabajo. En la base de datos PUBMED mediante las palabras clave “whole body vibration AND (stroke OR poststroke)” aparecen 30 resultados. De éstos se excluyeron aquellos que no eran ensayos clínicos, por lo que los resultados quedaron limitados a 15 ensayos clínicos. Todos ellos eran bastante recientes pero sólo 11 fueron publicados con

posterioridad a 2010. De éstos, en uno fue imposible el acceso al texto completo. En otro, la población diana de la terapia no había sufrido un accidente cerebrovascular. Uno de ellos era un estudio experimental sin grupo control (GC). Por último, otro de ellos sólo puntuaba un 4/10 en la escala PEDro. Por lo que en PUBMED la muestra final fue de 7 artículos.

En la base de datos PEDro si se añadía la palabra clave “poststroke” quedaba reducida la búsqueda a 2 resultados, así que fue preciso realizar una búsqueda sin la palabra clave “poststroke” para confirmar que no se estuviesen excluyendo artículos válidos para la revisión. Con “whole body vibration AND stroke” el resultado obtenido era de 15. Entre ellos, 2 eran revisiones sistemáticas y 13 eran artículos. De estos 13, sólo 10 de ellos fueron publicados desde 2010. Entre éstos últimos, dos de ellos puntuaban un 4/10 en la escala PEDro así que fueron excluidos de la revisión, quedando la muestra final reducida a 8 artículos.

Contrastando las bases de datos PUBMED y PEDro, 7 resultados eran comunes, y la base de datos de PEDro venía a añadir un nuevo estudio.

En la búsqueda en Scopus mediante las palabras clave “whole body vibration AND stroke” aparecen 47 resultados. Si se modifica a “(whole body vibration AND (stroke OR poststroke))” siguen apareciendo los mismos resultados. De éstos, 38 eran artículos. Que se hubiesen publicado desde 2010, 25 de ellos. Al aplicar los criterios de exclusión:

- Se intentó acceder al texto completo pero no fue posible: 2.
- El idioma no era ni inglés ni español: 1.
- No estaban relacionados con la terapia: 5.
- No se enfocaban a la población diana elegida: 2.
- Eran revisiones sistemáticas 1.
- Mismos resultados que en las otras bases de datos: 8.
- Puntuaban menos de 5 en la escala PEDro: 2.
- No tenían grupo control: 3.
- Nuevos: 1.

Este nuevo artículo se sometió a los ítems de la escala PEDro y puntuó un 5/10 así que se añadió a la muestra. La revisión final se hizo con un total de 9 artículos (tablas 1 y 2).

Variables medidas en los artículos

En este apartado se procede a redactar los resultados de los distintos trabajos, agrupándose en función de las variables objeto de estudio.

Arquitectura muscular:

Sólo uno de los estudios valoró la arquitectura en los músculos recto femoral, vasto lateral y gastrocnemio medial mediante un escáner con un sistema de ultrasonido.

- Los resultados de este estudio concluyeron que la terapia de WBV no mejoró los índices de la arquitectura muscular del miembro inferior⁴⁰.

Equilibrio:

Varios estudios valoraron el equilibrio mediante Berg Balance Scale (BBS); plataforma de fuerzas, análisis del centro de presiones (COP), y test de Romberg con ojos abiertos y cerrados (ROA y ROC); control postural dinámico, con plataforma posturográfica dinámica y limit of stability test (LOS); test de Tinetti; Modified Functional Reach test, anterior, non-paretic y paretic reach(MFRT, MFRT-A, MFRT-N, MFRT-P) y activities-specific balance confidence(ABC).

- De los que usaron BBS:
 - En dos de ellos^{40,53}, no se mostraron diferencias entre el grupo con terapia WBV y el grupo control. En uno de ellos⁵³, hubo mejora significativa entre grupos pero después de hacer ajustes respecto al punto de partida, la mejora no fue significativa.
 - En otros dos^{47,54}, hubo un efecto tiempo significativo en el grupo experimental. En uno de ellos⁵⁴, los sujetos mejoraron tras la intervención, pero se observó un efecto tiempo x lado: mejoraron aquellos sujetos que tenían hemiparesia en el lado izquierdo, pero no aquellos que tenían hemiparesia en el lado derecho.
- Plataforma de fuerzas
 - El peso corporal tuvo un mejor reparto bilateral después de la vibración con una diferencia significativa en el GE⁵⁵.
- Plataforma de fuerzas: análisis del COP
 - En sedestación. Variables: longitud total de la trayectoria y velocidad media. Las diferencias no fueron significativas entre grupos⁵⁶.

- Parámetros: velocidad de movimiento, punto final de excursión, máxima excursión y control direccional⁴⁷, sólo hubo diferencia significativa en las tres primeras variables.
- ROA y ROC. No hubo diferencias tras la terapia con WBV⁵⁴: variables analizadas respecto al COP: desviación estándar del desplazamiento en el eje mediolateral (SDML), desviación estándar del desplazamiento en el eje antero-posterior (SDAP), desviación estándar total (SDT), área de la elipse del 95% (A95), velocidad media (VM), recorrido total (RT)⁵⁴.
- Control postural dinámico:
 - Plataforma posturográfica dinámica: control postural dinámico y estático; Sensory Organization test (SOT)⁵⁷. Mejoró sólo cuando los pacientes tuvieron información visual normal y la superficie era lo que cambiaba.
 - Uno de los estudios⁴⁷ usó el LOS y una plataforma de fuerzas. Está incluido en el apartado equilibrio y hubo mejoras en todos los parámetros excepto uno.
- MFRT para el equilibrio dinámico en sedestación.
 - Se encontraron diferencias significativas a favor del grupo control, que mejoró en el alcance anterior, con el miembro afecto y el no afecto; mientras que en el grupo control sólo mejoró el alcance anterior⁵⁶.
- Test de Tinetti
 - No se observaron cambios tras la aplicación de WBV, sin embargo sí hubo una tendencia a la mejora en el GE⁵⁴.
- ABC
 - Hubo diferencias significativas en el grupo control⁴⁷.

Espasticidad:

- Modified Ashworth Scale (MAS).
 - La diferencia en el GE fue significativa, tobillo⁵⁵.
 - Flexores y extensores de cadera, rodilla, y tobillo; aductores de cadera. No hubo cambios después de la terapia⁵³.
 - La espasticidad se redujo en el grupo experimental, tobillo y rodilla⁵¹.

- Ashworth Scale (AS): gastrocnemio, sóleo, cuádriceps, isquiotibiales, aductores y psoas⁵⁷, no hubo diferencia después de la terapia.
- Reflejo del tendón de Aquiles (H-reflex).
 - No hubo diferencias significativas entre los grupos⁵⁵.
- Maximum Hoffmann reflex/maximum M response (H_{max}/M_{max}) ratio, tobillo
 - Decreció significativamente en el GE en el miembro no afecto⁵⁵.
 - En el lado afecto no hubo diferencias significativas respecto al GC⁵⁵.
- Uno de los estudios usó la escala visual analógica (VAS), para medir de forma subjetiva la espasticidad (influencia de la espasticidad en la deambulaci3n)
 - Decreció significativamente en el GE⁵⁵.

Fuerza muscular:

- Lo midieron mediante un dinam3metro:
 - Extensi3n voluntaria m3xima de rodilla⁴⁰, la terapia WBV no influy3.
 - Isocin3tica e isom3trica de los m3sculos de la rodilla. Mejora en GC en la pierna afecta, no el GE⁵³.
 - Isom3trica de flexi3n y extensi3n de rodilla⁴⁷, hubo diferencias significativas en el grupo experimental.
 - Isom3trica e isocin3tica del cu3driceps⁵⁷, hubo diferencias a favor del grupo con WBV en la pierna afecta.
 - Isocin3tica de los flexores y extensores de la rodilla: hubo una mejora significativa en ambos grupos⁵¹.

Funcionalidad:

De miembros: Chedoke-McMaster Stroke Assessment (CMSA) (puntuaci3n de pierna y pie) en la pierna par3tica⁵¹; en miembro superior e inferior⁴⁷.

Marcha-movilidad funcional:

- Los estudios que utilizaron Timed Up & Go Test (TUG) (equilibrio, movilidad funcional)
 - Mejor3 significativamente en el GE⁵⁵.

- Hubo una mejora pequeña pero significativa en el grupo experimental. Sin embargo, al hacer ajustes respecto al punto de partida, la diferencia no fue significativa entre ambos grupos; la mejora en el GC también fue significativa⁵³.
- Hubo un efecto significativo en el GE⁵⁸.
- 10-Meter Walk Test (10 MWT).
 - Obtuvo una mejora significativa en el grupo experimental^{47,55}.
- 6-Min Walk Test (6MWT).
 - En uno de ellos⁵³ hubo una pequeña mejora significativa en GE. Pero después de hacer ajustes respecto al punto de partida, no hubo diferencia entre grupos. La mejora dentro del grupo control también fue significativa.
 - En el otro⁴⁷, hubo un efecto significativo de tiempo en el grupo experimental.
 - Hubo un efecto significativo en el grupo experimental⁵⁸.
- Cadencia.
 - No se encontraron cambios significativos⁵⁵.
- Velocidad de marcha cómoda (CGS) y marcha a velocidad rápida (FGS).
 - Pequeña mejora significativa en GE. Después de hacer ajustes respecto al punto de partida, no hay diferencia entre grupos⁵³.

Función motora:

- Electromiografía, no hubo cambios en el músculo afecto y no afecto (recto femoral y tibial anterior⁵⁸).
- Stair-Climb Test, no hubo efectos significativos⁵⁸.
- No hubo cambios significativos⁵¹. Se usó: CMSA para discapacidad de brazo, mano, pierna y pie.

Recambio óseo:

- Se usaron telopéptido C-terminal del colágeno tipo I (CTx) y fosfatasa alcalina específica de hueso (BAP).
 - No hubo cambios significativos⁵¹.

Satisfacción con el programa:

- VAS⁵¹: el GE reportó un nivel de satisfacción significativamente mayor que el GC.

Posición durante la terapia:

- Flexión de rodilla de 30°⁴⁰.
- Semisentadilla con apoyo⁵⁵.
- Sentados con pies en la plataforma⁵⁶.
- Apoyo en tobillos, flexión de rodilla 50-60° (sentadilla alta), flexión de rodilla 90° (sentadilla baja), sentadilla a una pierna y sentadilla wide-stance⁵⁷.
- De pie con 30 y 90° de flexión de rodilla; y sobre la pierna afecta⁵⁸.

Otros

- Examen clínico neurológico estándar: hemianopsia, faltas visuales o táctiles, afasia⁵⁷.
- Guía clínica de Bickerstaff: sensibilidad superficial y profunda (percepción de la posición, movimiento y vibración)⁵⁷.
- Índice de Barthel: grado de dependencia de un sujeto⁵⁷.
- Nivel de discapacidad de miembro inferior y superior: CMSA⁴⁷.
- Barthel Index, FAC Brunnström-Gugl-Meyer⁵⁷.
- Nivel de actividad física: Cuestionario Minnesota Leisure-Time Physical Activity⁵¹.
- Stroke Impact Scale: impacto percibido del ACV en la salud y vida diaria⁵³.
- Escala de Borg: nivel de esfuerzo de los ejercicios⁵⁷.
- Satisfacción con el programa: VAS⁵¹.

Características de grupo:

- National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS)
 - $1 < x < 20$ ^{40,54}.
- MAS
 - $X \geq 2$.
- Requisitos
 - Mantener de pie sin ayuda externa al menos 30 segundos^{40,54}.
 - Caminar con o sin ayudas por lo menos 100 m⁵⁵.
 - Capacidad para mantenerse sentado, sin ayuda, al menos 10 minutos⁵⁶.
 - Capacidad para caminar al menos 300m⁵³.
 - Capacidad para estar al menos 1.5 min de pie sin ayuda⁴⁷, con o sin ayuda⁵¹.

- Preservadas habilidades cognitivas y comunicativas
 - Mini-Mental Status Examination^{55,58}.
 - Versión Coreana de Mini-Mental Status Examination⁵⁶.
 - Puntuación ≥ 6 Abbreviated Mental Test^{47,51}.
- Functional Independence Measure (FIM)
- Función motora reducida:
 - Escala Fugl-Meyer Assessment⁵⁸.

Molestias

- 15 participantes tuvieron molestias musculares transitorias o fatiga muscular^{53,55}.
- No hubo efectos adversos, aunque 3 sujetos tuvieron mareo, molestias y fatiga en las primeras sesiones⁴⁷.
- No hubo efectos adversos⁵¹.

Contraindicaciones:

- Patologías trombóticas agudas, severas de corazón o vasculares, marcapasos, hernia aguda, diabetes, tumores, otras patologías neurológicas (Parkinson, esclerosis múltiple, epilepsia, neuropatía periférica o migraña). También artritis reumatoide, artrosis, osteoartritis, discopatía o espondilosis⁵⁷.
- Demencia o trastorno cognitivo severo, con dolor en rodillas (que no fuese neurológico)^{40,54}.
- Piedras en el riñón o vesícula biliar, fracturas recientes en las piernas, implantes de fijación internos, marcapasos, hipertensión intratable, tromboembolismo reciente y enfermedades infecciosas⁵⁵.
- Que no tuviesen problemas ortopédicos (fracturas, deformidades o artrosis severa), comorbilidad o discapacidad diferente del accidente cerebrovascular, alguna condición para la cual la vibración estuviese contraindicada⁵⁶.
- Epilepsia, patología cardíaca o marcapasos, artrosis en miembros inferiores, prótesis de rodilla o cadera, un episodio de trombosis en miembros inferiores en últimos 6 meses⁵³.
- Que tuviesen otros problemas neurológicos, condiciones musculoesqueléticas importantes (como amputaciones), que el dolor dificulte la realización de actividad física, desórdenes vestibulares, enfermedades vasculares periféricas, otras enfermedades graves (como tumores malignos) y embarazo⁴⁷, y otros problemas:

cardíacos, osteoporosis, implantes metálicos, fracturas previas en miembros inferiores⁵¹.

Discusión

Este apartado se centra en el efecto de WBV en las secuelas del ACV. De los 9 artículos de la revisión se va a proceder a discutir los datos que eran comunes en varios de ellos y aquellos que son relevantes. En general todos los estudios difieren en mayor o menor medida en el protocolo usado, por lo que tiempo de tratamiento y parámetros de la vibración difieren de unos a otros en mayor o menor medida. Es por esto que el tema se presenta controvertido incluso antes de discutir los diferentes resultados.

Arquitectura muscular:

Los ejercicios con WBV no mejoran significativamente el grosor muscular de los músculos de miembro inferior. Hay un incremento ligeramente más en el no afecto. Estas diferencias de miembro afecto y el no afecto puede deberse a que el apoyo sobre la plataforma tuvo tendencia a ir sobre el miembro no afecto. Que la intervención fuese igual de beneficiosa en ambos grupos, intervención y placebo, podría explicarse mediante el hecho de que una semisentadilla isométrica sin WBV induce suficiente estimulación neuromuscular en pacientes que han sufrido un ACV⁴⁰.

Equilibrio:

Según los resultados de este estudio⁵⁶, mediante la plataforma de fuerzas y el análisis del COP se encontró que no había mejoría en el GE en las variables de longitud total del trayecto o la velocidad media. Esto se pudo deber a que el entrenamiento no fue lo suficientemente intenso o largo para inducir cambios en los pacientes; también que la sensibilidad del método fue insuficiente. Sin embargo, en el equilibrio dinámico en el grupo experimental mejoró significativamente en el MFRT en el alcance anterior, en el alcance con el miembro afecto y con el no afecto; mientras que en el grupo control sólo lo hizo en el anterior. Esto sugiere que ejercicios orientados en sedestación son efectivos en la mejora del equilibrio dinámico, sobre todo en el alcance anterior, mientras que los ejercicios con WBV pueden mejorar también alcances unilaterales hacia los lados, con miembro afecto y no afecto. Por tanto la terapia con WBV sólo influyó significativamente en un aspecto pequeño del equilibrio que se diferenció con aquellos que sólo realizaron ejercicios orientados.

En otro estudio⁴⁰, la terapia con WBV no mejoró significativamente al grupo experimental. Una explicación pudiera ser que la intensidad y duración no fueron lo suficientemente altas para inducir cambios en las vías somatosensoriales o córtex sensitivo-motor. Aunque este estudio tuvo una duración de 12 semanas, el mismo que el estudio que mejoró en los pacientes que tenían afectación del lado izquierdo⁵⁴; y los otros dos estudios tuvieron la misma duración de 3 meses⁴⁰. Sin embargo las amplitudes sí que eran diferentes, lo que se comentará más adelante.

En el siguiente estudio⁴⁷, después de 8 semanas de tratamiento hubo una mejora similar del equilibrio en ambos grupos; también este estudio usó una muestra mucho mayor que los otros: de 82 personas comparados con 30⁵⁶ y 20⁴⁰ de los anteriores. Además estas mejoras se mantuvieron durante 1 mes que hubo de seguimiento. La frecuencia fue también mayor en este, de 20-30 Hz y la amplitud más baja y estable de 0.44-0.6 mm; mientras que en los anteriores iba de 5-22 Hz y las amplitudes de 0.5-8 mm^{40,56}. Por lo que la diferencia entre variables, tiempo de tratamiento o intensidad fueron similares a la hora de obtener resultados.

En este estudio⁵³ hubo diferencias significativas pero muy pequeñas, dentro del rango de la normalidad. La frecuencia de este estudio fue de 25 Hz y la amplitud de 3.75 mm. Pudo ser que no reportase una mejora mayor ya que el grupo control realizó la misma terapia solo que con una amplitud de onda menor y con la misma frecuencia. Los parámetros eran similares a estudios anteriores que tampoco obtuvieron mejoras⁴⁰.

En el siguiente estudio⁵⁵, el peso se repartió bilateralmente de una forma más homogénea después de la sesión con WBV. Esta mejora pudo deberse a la mejora en la espasticidad del tobillo y una nueva posición más funcional que permitía un incremento del peso que soportaba el pie afecto. Los parámetros en este estudio fueron diferentes en la frecuencia (12 Hz) y sólo se realizó una sesión. También se utilizó LOS, un test que no se utilizó en ningún otro estudio. Por lo que es relativamente comparable.

Según este estudio⁵⁴, la WBV mejora el equilibrio funcional a la vista de los resultados en el test de Tinetti; sin embargo los resultados son similares a un ejercicio isométrico en posición de semi-sentadilla sin vibraciones. Aun así, las vibraciones pudieron inducir una mejora en determinados valores del equilibrio. La aplicación de WBV fue beneficiosa, sobre todo para aquellos que tenían la hemiparesia en el lado izquierdo. Según el estudio hay

controversia en los estudios de si las lesiones en según qué hemisferio pueden generar trastornos más o menos severos del equilibrio, lo que podría explicar estos resultados de mejora, ya que los parámetros no diferían de aquellos que no habían encontrado resultados^{40,56}.

Según el último estudio⁵⁷, una vibración específica puede tener beneficios potenciales en algunos aspectos del control del equilibrio en pacientes con ACV crónico. Puede que la mejora del control dinámico sólo mejorase en la condición de información visual normal y superficie cambiante porque las otras condiciones no eran lo suficientemente difíciles como para inducir un cambio. La frecuencia en este estudio fue mayor aún al estudio⁴⁷ de 35-40 Hz, mientras que las amplitudes fueron de 1.7-2.5 mm. Por lo que difiere en tiempo de tratamiento (la duración de la terapia fue de 6 semanas) y parámetros que en los que hubo mejoría. Solo que en este estudio, el grupo control no hizo ningún ejercicio.

Espasticidad

Según los resultados de este estudio⁵⁵, la terapia con WBV disminuye de manera significativa la espasticidad de tobillo. Aunque coeficiente H_{max}/M_{max} disminuyó en ambas piernas, sólo fue significativo en el GE en la no afecta. En los resultados de la escala Ashworth modificada, (54) así como también en la escala visual analógica (subjettiva para la espasticidad) también disminuyeron de forma significativa. El reflejo profundo del tendón de Aquiles no se vio afectado, (54) probablemente porque la espasticidad no puede ser explicada solamente por un reflejo monosináptico simple o una sola vía⁵⁹. También pudo deberse a que este estudio sólo realizó una sesión de terapia.

Según el estudio⁵¹ la espasticidad decreció debido a la cantidad de pacientes que puntuaron 0 en la escala MAS. Ésta puede no diferenciar entre aquellos que tengan una espasticidad muy leve a otros que no la tengan, por lo que los beneficios podrían no haber sido tan grandes. Otro dato a comentar es que los datos de la disminución en la espasticidad en la rodilla deberían haber inducido un cambio en la activación muscular y ésta no tuvo cambios significativos. La reducción en la espasticidad tampoco tuvo cambios significativos en el estado funcional de los pacientes según los resultados de CMSA. Tampoco se supo por qué los valores en la espasticidad de tobillo no se redujeron en el grupo de WBV. Se debería incluir otras medidas en combinación con MAS, como H-reflex, para estudiar mejor los cambios en la espasticidad.

En el siguiente estudio⁵³, la espasticidad no tuvo diferencias significativas entre grupos. Este estudio la aplicación de vibración también se realizó al grupo control pero con diferentes parámetros de amplitud, lo que explicaría por qué no hubo una mejora significativa. La duración fue bastante amplia, pero parece que los estudios con duraciones en el límite; tanto una sola sesión⁵⁵, como 8 semanas⁵¹, tuvieron mejores resultados en cuanto a espasticidad.

En el último estudio⁵⁷, no hubo diferencias respecto al grupo control (aunque éste ni siquiera realizó la posición de sentadillas como el grupo experimental), la duración fue de 6 semanas, coincidiendo con el anterior estudio que tampoco obtuvo cambios⁵³. Sin embargo este estudio obtuvo mejoras en la fuerza de los músculos de la rodilla pudiendo ésta afectar a los resultados de espasticidad del grupo experimental.

Fuerza muscular:

Los ejercicios con WBV mostraron una diferencia significativa en el efecto en la contracción isométrica máxima de extensores de rodilla entre los dos grupos⁴⁰. Por una parte un mayor grosor en la musculatura no implicaba un aumento de la fuerza. También podría ser que la capacidad de contraer con una determinada fuerza durante el ejercicio, está influenciado no sólo por la arquitectura muscular sino también por el sistema nervioso (cambios en el reclutamiento de las unidades motoras, frecuencia de disparo, sincronización así como coordinación intermuscular). Que no se ejercitó durante el estudio y que también está afectado en el ACV. Sólo hubo mejoras en uno de los estudios⁵⁷ probablemente porque para la población a la que se dirige esta terapia, la sentadilla isométrica estimulaba lo suficiente sin ayuda de la vibración⁴⁰.

Resultados similares se encontraron en el siguiente estudio⁵³. Hubo mejoras similares en ambos grupos. El grupo control de este estudio recibió vibraciones de la misma frecuencia (25 Hz) por lo que no hubo diferencia entre ambas amplitudes de frecuencia 3.75 mm el experimental y 0.2 mm el grupo control. También por esto pudo no haber diferencias significativas. Sin embargo este estudio obtuvo mejoras, aunque leves en equilibrio por lo que puede que los parámetros no sean los adecuados para ganar fuerza muscular.

No hubo diferencias entre grupos⁴⁷, porque ambos hicieron los ejercicios y los parámetros de amplitud puede que no fuesen los adecuados, aunque este estudio tampoco mejoró en equilibrio, ni en ninguno de los demás parámetros medidos.

Según el siguiente estudio⁵⁷, una vibración específica puede tener beneficios potenciales en algunos aspectos de la fuerza muscular de rodilla en pacientes con ACV crónico. Utilizaron ejercicios dinámicos también. Aunque los parámetros correctos de amplitud, frecuencia y la duración no estaban claros. Sin embargo estas mejoras que no se vieron en otros estudios pudieron ser debidas a que ellos no utilizaron un grupo control en el que realizaban los mismos ejercicios pero sin vibración, sino que el grupo control no realizó ningún ejercicio.

En este estudio⁵¹ hubo mejora en ambos grupos: puede ser por las diferencias entre los participantes y los parámetros de las vibraciones. También respondían mejor a las vibraciones aquellos que tenían una fuerza de contracción más pobre, por lo que puede que aquellos con debilidad muscular severa, se vean más beneficiados por la terapia. Asimismo se debería investigar también los mecanismos que se encuentran detrás de la fuerza muscular (cambios periféricos musculares, plasticidad cortical, etc.). Añadiendo que en este estudio no se pudo cumplir que los pacientes fuesen los 3 días a la semana establecidos por lo que pudo reducir la eficacia.

Desempeño de la marcha y movilidad funcional:

En este estudio⁵⁸, la mejora fue significativa respecto al grupo control. Pero los pacientes en el GC tenían mejor función motora, menor tiempo desde la lesión y eran más jóvenes, por lo que puede que el grupo experimental mejorase más porque tenía peores condiciones.

También en el siguiente estudio⁵⁵ se obtuvieron resultados positivos. Reflejando así una mejor movilidad y una reduciendo así el riesgo de caída⁶⁰. Los resultados del 10 MWT indicaron que la velocidad de la marcha se incrementó significativamente después del tratamiento⁶⁰ lo que se podría trasladar a una mejor calidad de vida, especialmente en la deambulación en el hogar⁶¹. La marcha pudo tener mejores resultados debido a la reducción de la espasticidad.

En otro estudio⁵³, se mostraba que la WBV no era más efectiva que su terapia WBV placebo de 0.2mm de amplitud (el mismo estudio afirma que esta amplitud no tiene, o tiene efectos limitados). Es por esto que las diferencias entre grupos pudieron ser no significativas, mejorando los dos grupos dentro del tratamiento en TUG y 6 MWT, aunque el grupo

experimental también mejoró en la velocidad cómoda en la marcha. Tendría que haberse estudiado un tercer grupo como puro placebo sin ninguna vibración.

En el último estudio⁴⁷, los cambios significativos en los valores de función neuromotora, tuvieron una mejora significativa similar en ambos grupos. Además el protocolo con WBV mostró no tener evidencia alguna en reducir las caídas en personas con un ACV crónico. Podría significar que para ciertos aspectos del equilibrio se requieran unos valores diferentes que para mejorar la marcha o incrementar la fuerza muscular, ya que este estudio no tuvo efectos positivos en ninguna de las variables medidas. Los ejercicios que se usaron fueron en esencia dinámicos; otro factor a considerar es si la falta de mejoría fue debido a que no se incluyeron los suficientes ejercicios estáticos. Aunque es por la relación con la incidencia de caídas por los que tenía más sentido utilizarlos. Puede que la no mejoría se debiese a que entre los pacientes un solo protocolo no sea efectivo para todos ellos cuando dentro del grupo varían en niveles de discapacidad. Aquellos que tenían peores resultados neuromotores tendieron a mejorar más, por lo que puede que un grupo más homogéneo de pacientes con ACV con discapacidad más severa, se pudieran beneficiar más de esta terapia.

Recambio óseo

No hubo resultados; puede ser debido a que la duración del tratamiento fue muy breve y el protocolo de WBV no lo suficiente intenso como para inducir cambios en el recambio óseo. Como sólo un estudio⁵¹, incluye estas variables, tampoco pueden ser comparadas, como la arquitectura muscular.

Algunas Limitaciones

- La muestra era pequeña^{40,55,57}.
- Otra plataforma de vibración o distintos ejercicios pueden ser mejores⁴⁰.
- No hay una dosis específica, debería estudiarse para afinar el tratamiento⁴⁰, así como los parámetros: amplitud⁵³.
- Careció de seguimiento^{55,58}.
- WBV tiene limitados efectos en pacientes con ACV⁵³.
- La terapia no fue lo suficientemente larga o intensa⁵³.
- Discapacidad no severa (media-moderada), ACV crónico^{47,51,57}.
- La mejora puede deberse a los ejercicios realizados durante la vibración⁵⁷.

Conclusiones

Según los resultados obtenidos de los artículos analizados, se puede afirmar que:

Los ejercicios con WBV tienen una evidencia limitada en cuanto a que no mejoran el grosor muscular de los músculos de miembro inferior ni el recambio óseo.

Hay evidencia moderada de que la terapia mejora el equilibrio en el grupo experimental o mejora algunos aspectos de éste, ya que los resultados en la mayoría de los estudios fueron positivos, aunque en algunos la mejora fue dentro de la normalidad.

Los resultados de la espasticidad son controvertidos, ya que en dos de los estudios obtuvieron resultados positivos y en otros dos no. Por lo que se podría afirmar que la evidencia de la terapia con WBV es moderada en la mejora de este resultado, pero se necesitarían más estudios para aclararlo.

La evidencia es sólida respecto a que la WBV no induce cambios de fuerza muscular. Solamente mejoró la fuerza en uno de los estudios cuyo grupo control no realizó ningún tipo de ejercicio isométrico; por lo que la mejora en este parámetro probablemente sea inducida por la sentadilla o semi-sentadilla isométrica realizada durante la terapia. Por lo que el entrenamiento con WBV no se debería imponer en este campo a la terapia convencional, ya que se le añada o no WBV, tienen efectos beneficiosos en la función neuromotora y en la incidencia de caídas entre estos pacientes. Sin embargo sí que hay una evidencia limitada de que los resultados fueron mejores cuando la fuerza muscular era más pobre.

La evidencia es limitada en cuanto a que la terapia con WBV no induce cambios en el recambio óseo, ya que sólo uno de los artículos lo incluyó como criterio y pudo afirmar que no se produjeron efectos después de ésta.

Hay controversia de nuevo, como en la espasticidad, de que la terapia con WBV mejora la marcha. Hay evidencia moderada de que puede mejorar algunos aspectos de la marcha.

También es interesante comentar que dependiendo de los resultados de algunos parámetros, así van a resultar otros. Ya que espasticidad y fuerza muscular puede que se influyan negativamente; y espasticidad, desempeño de la marcha y equilibrio, positivamente,

como ha ocurrido en algunos de los estudios comentados. También la terapia fue dirigida a pacientes que no presentaban discapacidades severas. Y por último, hay muchas patologías que son limitantes de la aplicación de esta terapia.

Sería interesante realizar más investigación respecto a esta terapia, ya que los beneficios, cuando los hubo, no se pueden atribuir completamente a las vibraciones, ya que estos se realizaron en posiciones que requerían un esfuerzo físico, que pudo ser el responsable en mayor o menor medida de los resultados obtenidos. También sería necesario llegar a un consenso en la frecuencia y amplitud a tratar, modulando ésta según los beneficios que queramos obtener. Asimismo, el tiempo de tratamiento es igualmente irregular entre los estudios, por no mencionar los que sólo realizan una sesión. La aplicación del tratamiento es sencilla pero los recursos para obtener una plataforma no están al alcance de todos los terapeutas, es por ello que el coste de la terapia no es recompensado con los resultados obtenidos. Sin embargo no se puede afirmar que esta terapia no sea efectiva ya que muestra potencial en algunos aspectos de la rehabilitación. Es un entrenamiento, en general, bien tolerado por los pacientes, seguro y pudiera servir como una terapia adjunta a la terapia convencional en pacientes que han sufrido un ACV si se llegan a resultados más prometedores. Sería necesario más investigación para aclarar la efectividad de esta terapia.

Índice de abreviaturas.

- 10 MWT**: 10-m walk test.
- 6 MWT**: 6-min walk test.
- A95**: área de la elipse del 95%.
- ABC**: Activities-specific balance confidence. Confianza en no perder el equilibrio.
- ACV**: accidente cerebrovascular.
- AS**: Ashworth Scale.
- BAP**: fosfatasa alcalina específica de hueso. Marcador de formación ósea.
- BBS**: equilibrio en actividades funcionales de la vida diaria.
- CGS**: velocidad de marcha cómoda.
- CMSA**: Chedoke-McMaster stroke assessment (puntuación en pierna, pie, brazo y mano). discapacidad miembro superior e inferior
- COP**: centro de presiones.
- CTx**: Telopéptido C-terminal del colágeno tipo I (ICTP). Marcador de reabsorción ósea.
- EMG**: electromiografía.
- FGS**: marcha a velocidad rápida.
- FIM**: Medida de independencia funcional.
- Frecuencia: ***f***
- GE**: grupo experimental.
- GC**: grupo control.
- ICC**: coeficiente de correlación intraclase.
- LOS**: limit-of-stability test; habilidad para mover COP a voluntad, inclinándose en diferentes direcciones sin tener que dar un paso o desestabilizarse (46)
- MAS**: Modified Ashworth Scale.
- MMSE**: Mini-Mental Status Examination.
- MMSE**: Versión Coreana de Mini-Mental Status Examination.
- MFRT**: Modified Functional Reach Test.
- MFRT-A**: Modified Functional Reach Test- Anterior reach.
- MFRT-N**: Modified Functional Reach Test-Non-paretic reach.
- MFRT-P**: Modified Functional Reach Test-Paretic reach.
- Mos**: meses.
- NIHSS**: National Institute of Health Stroke Scale.
- H-reflex**: Reflejo profundo del tendón de Aquiles
- H_{max}/M_{max} ratio**: maximum Hoffmann reflex/maximum M response ratio.
- ROA**: Test de Romberg con ojos abiertos.
- ROC**: Test de Romberg con ojos cerrados.
- RT**: recorrido total.
- SDML**: desviación estándar del desplazamiento en el eje ML (mediolateral).
- SDAP**: desviación estándar del desplazamiento en el eje AP (anteroposterior).
- SDT**: desviación estándar total.
- SIS**: escala de impacto del ACV (Stroke Impact Scale)
- SOT**: Sensory Organization test, mide la capacidad de mantener el control postural mediante información visual, vestibular o propioceptiva. En los resultados refleja cuánto se balanceó el sujeto en un plano antero-posterior (56).
- TBW**: peso corporal total.
- TUG**: Timed Up & Go.
- VAS**: visual analogue scale.
- VM**: velocidad media.
- WBV (VCC)**: whole-body vibration; vibración de cuerpo completo.

Tablas y diagrama

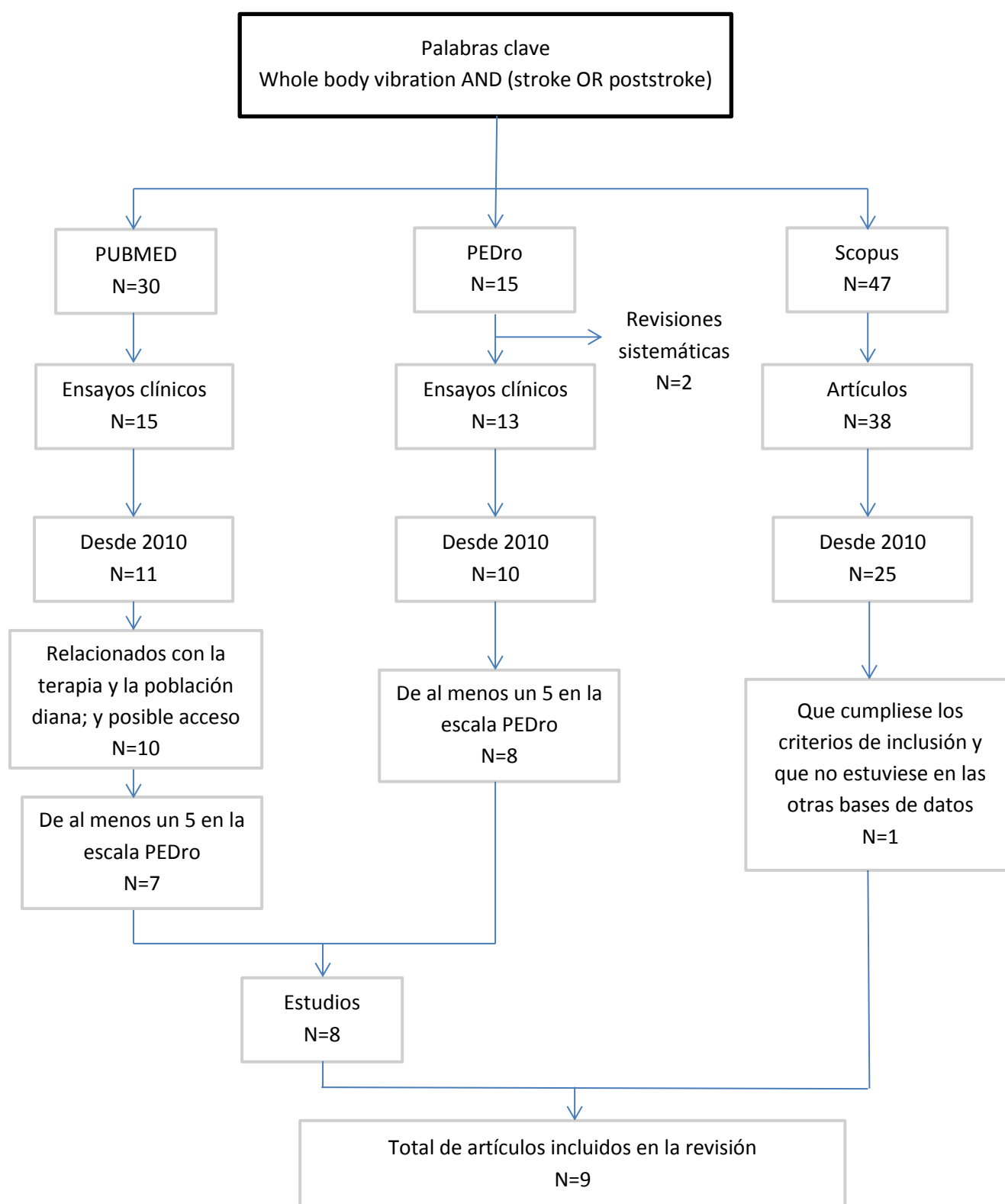


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de búsqueda bibliográfica de este trabajo

Criterio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
01 (57)	1	1	No	1	No	No	1	No	No	1	1	5/10
02 (55)	1	1	No	1	No	No	No	1	1	1	1	6/10
03 (39)	No	1	1	1	No	No	1	1	1	1	1	8/10
04 (54)	1	1	1	1	1	No	1	1	No	1	1	8/10
05 (50)	1	1	1	1	No	No	1	1	1	1	1	8/10
06 (46)	1	1	1	1	No	No	1	1	1	1	1	8/10
07 (52)	1	1	1	No	1	1	1	1	1	1	1	9/10
08 (53)	1	1	No	1	No	No	1	No	No	1	1	5/10
09 (56)	1	1	1	1	No	No	1	1	No	1	1	7/10

Tabla 1. Escala PEDro y criterios que cumplen los artículos incluidos en esta revisión.

Estudios, tipo	Condición	Edad Media	Tiempo desde ACV	Muestra	Descripción intervención Protocolo de tratamiento	Función medida	Medición de los resultados	Seguimiento	Resultados Mejora (del grupo control respecto al experimental)
01 ⁵⁸ ECA	Hemiparesis, ACV	GE =60.75 GC= 58.1	Media GE=40.85 GC=39.61 Mos	n=43 GE=33 GC=10	Una sesión de WBV ($f=50$ Hz, amplitud 2 mm). 4 series de 1 min con 1 min de descanso entre series en 3 posiciones corporales.	Función motora	Electromiografía simultánea de ambos músculos tibial anterior y recto femoral en contracción isométrica. -Six-min Walk Test -Stair-Climb Test. -Timed Get-up-and-go Test.	No	Mejora: 6- MWT ($p=0.01$) y TUG ($p=0.02$) No mejora: variables correspondientes al recto femoral y tibial anterior, tanto sano como afecto y del Stair-Climb Test ($p>0.05$). WBV mejoró un poco el nivel funcional.
02 ⁵⁶ ECA	Hemiparesis, ACV al menos 6 meses antes del estudio, MMSE-K puntuación ≥ 21 .	GE =62.8 GC =65.1	Media GE=13 GC=12.6 meses	N=30 GE=15 GC=15	En sedestación (1 sesión 15 min/día, 5 días/semana durante 4 semanas). WBV ($f=15-22$ Hz, amplitud 0.5-8 mm) durante los ejercicios (15 min, cada ejercicio 3 min, con 1 min de descanso entre éstos). 1) Sentado mantener cuerpo alineado. 2) Usar miembro no parético para coger objetos (fuera de alcance). 3) con brazo parético. 4) ejercicios bilaterales.	Equilibrio	Equilibrio en sedestación: análisis del COP (longitud de la trayectoria total y velocidad media). Equilibrio dinámico en sedestación: MFRT (anterior, con el brazo parético, con el brazo no parético).	No	Mejora: MFRT ($p<0.05$)(El GC sólo mejoró en MFRT-A) y la longitud total del COP ($p<0.05$) No mejora: los dos parámetros del COP. Los ejercicios con WBV son factibles y eficaces.

Tabla 2. Estudios incluidos en la revisión bibliográfica. Parte 1/5

03 ⁴⁰ ECA	ACV isquémico o hemorrágico, al menos 6 meses antes del estudio. NIHSS 1>x>20.	GE=62.4 GC=64.4	Al menos 6 meses antes del estudio.	N=20 GE=11 GC=9	WBV con incremento en la f (5 a 21 Hz), series (de 4 a 7) y tiempo (de 30 a 60 s) por serie durante 17 sesiones; amplitud de 4-6 mm. De pie, 30° flexión de rodilla 1 sesión/semana, hasta la 7ª semana; 2/semana hasta la 12ª. También recibieron 20 horas/mes de rehabilitación convencional. Frente a GC placebo.	Miembro inferior: arquitectura muscular, fuerza muscular y equilibrio.	Arquitectura muscular (recto femoral, vasto lateral y el gastrocnemio medial) con un sistema de ultrasonido; contracción isométrica voluntaria máxima de los extensores de rodilla; y BBS (equilibrio y riesgo de caídas en personas mayores).	No	No mejora: arquitectura muscular, fuerza del miembro inferior y equilibrio. WBV no mejora el desempeño neuromotor y la arquitectura de miembro inferior más que un ejercicio isométrico solo.
04 ⁵⁵ ECA	Primer ACV, unilateral, 6 meses antes de estudio, isquémico o hemorrágico, estable, espasticidad de tobillo: ≥ 2 en Escala Ashworth Modificada.	GE=56.07 GC=54.93	GE=30.4 GC=38.87 Media Meses. 6 mínimo.	N=30 GE=15 GC=15	Una sesión de WBV frente al GC de placebo. WBV: magnitud 12 Hz, 4 mm amplitud. Posición semisentadilla con apoyo. 2 series de 10 min WBV con 1 min descanso.	Espasticidad en flexión plantar de tobillo y desempeño de la marcha.	Espasticidad tobillo: Escala Ashworth Modificada, reflejo del tendón de Aquiles. H-reflex, H_{max}/M_{max} ratio. VAS: para valoración subjetiva de la influencia de espasticidad en la marcha. Marcha: TUG, 10 MWT y cadencia. Reparto del peso: plataforma de fuerzas.	No	Mejora: MAS ($p<0.0001$) y VAS ($p<0.0001$); TUG ($p<0.003$) y 10 MWT ($p=0.0039$); Coeficiente H_{max}/M_{max} ($p<0.031$) en el lado no afecto; reparto del peso corporal en el lado afecto ($p=0.022$). No mejora: H-reflex; cadencia. Una sola sesión de WBV reduce la espasticidad de tobillo y mejoran el desempeño de la marcha.

Tabla 2. Estudios incluidos en la revisión bibliográfica. Parte 2/5

05 ⁵¹ ECA	6 meses desde ACV mínimo, unilateral, estable, ≥ 6 Abbreviated Mental Test; capacidad de permanecer de pie más de 1.5 min con o sin ayudas; ≥ 18 años.	GE=57.3 GC=57.4	>6 meses mínimo.	N=82 GE=41 GC=41 Final N=76 GE=38 GC=38	Ejercicios con WBV, 3 días/semana, 8 semanas. f 20-30 Hz, 0.6-0.44 mm amplitud; aceleración del pico 9.5-15.8 m/s ² ; 1.5-2.5 min x 6 series.	Recambio óseo, fuerza muscular, función motora, espasticidad ad.	Recambio óseo: CTx y BAP. Fuerza isocinética en rodilla: dinamómetro isocinético. Espasticidad: MAS. Función motora del miembro parético.	1 mes	Mejora: espasticidad de rodilla ($p=0.002$) y al mes ($p=0.005$) en el miembro parético. Satisfacción del GE ($p=0.031$) No mejora: recambio óseo, función motora del miembro parético, espasticidad de tobillo. WBV puede que ayude a modular la espasticidad.
06 ⁴⁷ ECA	6 meses desde ACV mínimo; unilateral; estable; ≥ 6 Abbreviated Mental Test; puede mantenerse de pie al menos 1.5 min con o sin ayudas, ≥ 18 años.	GE=57.3 GC=57.4	>6 meses	N=82 GE=41 GC=41 Final GE=38 GC=38	Ejercicios dinámicos de piernas con WBV 9-15 min (vertical, f 20-30 Hz, amplitud 0.44-0.60 mm, aceleración de pico 9.5-15.8 m/s ²). 3 días/semana durante 8 semanas.	Función neuromuscular, caídas.	CMSA. BBS. LOS: control postural dinámico. Medidas tomadas: (MVL), (EPE), (MXE), (DCL). 10 MWT. 6 MWT. Dinamómetro: fuerza de flexión y extensión de rodilla. ABC.	1 mes	Mejora similar en ambos grupos: equilibrio, movilidad, fuerza muscular, "fall-related self-efficacy"; mayor mejora: aquellos con peor función neuromuscular y peor "fall-related self-efficacy". No mejora: la incidencia de caídas. WBV añadido a un protocolo de ejercicio de miembro inferior no incrementa la mejora de desempeño neuromotor o reduce la incidencia de caídas más que el protocolo solo.

Tabla 2. Estudios incluidos en la revisión bibliográfica. Parte 3/5

07 ⁵³ ECA	ACV crónico, 10% de debilidad (autopercibida) muscular en los extensores y flexores de rodilla en el miembro parético, que no hiciesen ya un entrenamiento de alta intensidad en el momento.	GE=61.3 GC=63.9	6-101 mos poststroke GE=37.4 GC=33.1	N=31 GE=16 GC=15	WBV 12 repeticiones, 40-60 s por sesión. 3.75 mm amplitud (GE), 0.2 mm (GC), frecuencia 25 Hz en ambos. 2 sesiones/semana, 6 semanas. Ambos grupos recibieron WBV pero diferentes amplitudes.	Fuerza muscular; tono muscular, equilibrio, realización de la marcha, impacto del ACV en la vida diaria.	Primarias Dinamómetro: fuerza de rodilla isocinética e isométrica. Secundarias BBS (equilibrio). MAS (tono muscular). Realización de la marcha: TUG, CGS, FGS, 6 MWT. SIS (participación percibida).	No	Mejoras leves: ambos grupos GE: equilibrio (4%, p<0.05) y mejora marcha (TUG 8%, CGS y 6 MWT 5%; p<0.05) GC: fuerza extensión isométrica rodilla en el miembro parético (12% p<0.05) y realización de la marcha (TUG y 6 MWT 6%, p<0.05). No mejora: tono muscular. WBV la vibración del tratamiento no se diferencia de una vibración placebo.
08 ⁵⁴ ECA	ACV isquémico o hemorrágico >6 meses; 1>20 en la escala NIHSS; capacidad de mantenerse en bipedestación al menos 30 s sin apoyo externo.	GE=62.4 GC=61.5	Año de lesión media GE: 2005.7 GC: 2005.4	N=22 GE=11 GC=11	WBV 17 sesiones en 3 meses; con incremento en la f (5 a 21 Hz), series (de 4 a 7) y tiempo (de 30 a 60 s) por serie, descanso entre series constante de 60s; 4-6mm amplitud de pico a pico. De pie, 30° flexión de rodilla y cadera.	Equilibrio estático y funcional.	Estabilometría con plataforma de presiones: ROA y ROC. Equilibrio: Test de Tinetti y BBS.	No	Mejora: BBS (p<0.01) y aquellos con hemiparesia izquierda mejoraban tras la intervención (p<0.01), no las que tenían hemiparesia en el lado derecho (p=0.42). No mejora: test de Romberg y de Tinetti (pero tuvo una leve tendencia a la mejora). WBV mejora el equilibrio funcional en algunos aspectos, aunque es similar al ejercicio isométrico. Más beneficioso en hemiparesias en el lado izquierdo.

Tabla 2. Estudios incluidos en la revisión bibliográfica. Parte 4/5

09 ⁵⁷ estudio pilot o	Edad entre 40 y 75 años, primer ACV, >6 meses desde ACV, estables, capacidad de mantenerse de pie con o sin ayudas al menos 20 min. Otros usados. Ver apartado funciones.	GE=57.4 GC=65.3	Años desde la lesión GE:7.1 GC:5.28	N=15 GE=7 GC=8	Intensivo. GE: WBV + sentadillas dinámicas y estáticas. Amplitud 1.7-2.5mm; <i>f</i> 35-40Hz; duración 30-60s. 5-17 repeticiones por ejercicio; 3 veces/semana (1 día de descanso mínimo entre sesiones), 6 semanas. 18 sesiones. Duración máxima de la sesión: 30 min (19 de vibración). Con incremento a medida que el tiempo pasaba. GC: No tuvieron intervención adicional.	Fuerza muscular y equilibrio	Fuerza isocinética e isométrica de cuádriceps, fuerza de isquiotibiales. Control postural dinámico y estático (posturografía dinámica). Espasticidad muscular: AS (gastrocnemio, sóleo, cuádriceps, isquiotibiales, adductores y psoas).	6 semanas	Mejora: fuerza isométrica de extensión de rodilla ($p=0.022$) y la fuerza extensión isocinética de rodilla ($p=0.005$) en seguimiento, ambos en la pierna parética; control postural cuando los pacientes tuvieron visión no afecta y una superficie de referencia oscilatoria ($p<0.05$). No mejora: el miembro no afecto y la espasticidad. WBV puede que ayude a incrementar algunos aspectos de la fuerza en miembro inferior y del control postural.
---	--	--------------------	---	----------------------	--	------------------------------	--	-----------	---

Tabla 2. Estudios incluidos en la revisión bibliográfica. Parte 5/5

Bibliografía.

1. Vasiliadis AV. Stroke in Southern Europe: A systematic review of the literature. *International Journal of Caring Sciences*. 2013;6(3):288.
2. Zaret BL, Moser M, Cohen LS. *Yale university school of medicine heart book*. Hearst Books; 1992.
3. Ga D, Fisher M, Macleod M, Davis SM. Stroke. *Lancet*. 2008;371(9624):1612-1623.
4. Sabín JA. In-hospital mortality in stroke patients. *Revista Española de Cardiología*. 2008;61(10):1007-1009.
5. Allender S, Scarborough P, Peto V, Rayner M, Leal J, Luengo-Fernández R, et al. *European cardiovascular disease statistics*. 2008.
6. Vega T, Zurriaga O, Ramos JM, Gil M, Álamo R, Lozano JE, et al. Stroke in Spain: Epidemiologic incidence and patterns, a health sentinel network study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2009;18(1):11-16.
7. Aleksić-Shihabi A. Stroke patients treated at department of neurology, Šibenik-Knin County General Hospital. 1996-2005. *Acta Clin Croat*. 2009;48(3):3.
8. Gollin E. *Developmental plasticity: Behavioral and biological aspects of variations in development*. Elsevier; 2012.
9. Quaney BM, Boyd LA, McDowd JM, Zahner LH, Jianghua He, Mayo MS, et al. Aerobic exercise improves cognition and motor function poststroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(9):879-885.
10. Ellekjær H, Holmen J, Indredavik B, Terent A. Epidemiology of stroke in innherred, Norway, 1994 to 1996: Incidence and 30-day case-fatality rate. *Stroke*. 1997;28(11):2180-2184.
11. Harris JE, Eng JJ, Marigold DS, Tokuno CD, Louis CL. Relationship of balance and mobility to fall incidence in people with chronic stroke. *Phys Ther* 2005 Feb;85(2):150-158.
12. Mackay J, Mensah GA. *The atlas of heart disease and stroke*. 2004.
13. Chouinard PA, Leonard G, Paus T. Changes in effective connectivity of the primary motor cortex in stroke patients after rehabilitative therapy. *Exp Neurol*. 2006;201(2):375-387.
14. Taub E, Miller NE, Novack TA, Cook III EW, Fleming WC, Nepomuceno CS, et al. Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993;74(4):347-354.
15. Bender L, McKenna K. Hemiplegic shoulder pain: Defining the problem and its management. *Disabil Rehabil*. 2001;23(16):698-705.
16. Saunders DH, Sanderson M, Brazzelli M, Greig CA, Mead GE. *Entrenamiento con ejercicios físicos para pacientes con accidente cerebrovascular*. 2013.

17. Wade DT, Collen FM, Robb GF, Warlow CP. Physiotherapy intervention late after stroke and mobility. *Br Med J*. 1992;304(6827):609-613.
18. Carod-Artal F. Escalas específicas para la evaluación de la calidad de vida en el ictus. *Rev Neurol*. 2004;39(11):1052-1062.
19. Sossa LEV, Flechas MLA, Gamboa TR. Reeducação de patrones de movimiento (arrojar y marcha) en el paciente con hemiplejia luz. *Umbral científico*. 2006(9):46-55.
20. Stein J, Hughes R, D'Andrea S, Therrien B, Niemi J, Krebs K, et al. Stochastic resonance stimulation for upper limb rehabilitation poststroke. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2010;89(9):697-705.
21. Bale M, Strand LI. Does functional strength training of the leg in subacute stroke improve physical performance? A pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2008. Oct-Nov;22(10-11):911-921.
22. Tang A, Sibley KM, Thomas SG, Bayley MT, Richardson D, McIlroy WE, et al. Effects of an aerobic exercise program on aerobic capacity, spatiotemporal gait parameters, and functional capacity in subacute stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(4):398-406.
23. Ferraz DD, Pellicer MG. Entrenamiento aeróbico y de fuerza en la rehabilitación del ictus. *Fisioterapia*. 2011;33(5):210-216.
24. Sims J, Galea M, Taylor N, Dodd K, Jespersen S, Joubert L, et al. Regenerate: Assessing the feasibility of a strength-training program to enhance the physical and mental health of chronic post stroke patients with depression. *Int J Geriatr Psychiatry*. 2009;24(1):76-83.
25. De Oliveira CB, De Medeiros ÍRT, Frota NAF, Greters ME, Conforto AB. Balance control in hemiparetic stroke patients: Main tools for evaluation. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2008;45(8):1215-1226.
26. Weerdesteyn V, De Niet M, Van Duijnhoven HJR, Geurts ACH. Falls in individuals with stroke. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2008;45(8):1195-1214.
27. Davies PM. Pasos a seguir: Tratamiento integrado de pacientes con hemiplejia. Ed. Médica Panamericana; 2002.
28. Paci M, Baccini M, Rinaldi LA. Pusher behaviour: A critical review of controversial issues. *Disabil Rehabil*. 2009;31(4):249-258.
29. Ploughman M, Corbett D. Can forced-use therapy be clinically applied after stroke? An exploratory randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(9):1417-1423.
30. Díaz L, Pinel A, Gueita J. Terapia de movimiento inducido por restricción del lado sano. ¿Alternativa en pacientes post-ictus? *Fisioterapia*. 2011;33(6):273-277.
31. Hummelsheim H, Mauritz KH. The neurophysiological basis of exercise physical therapy in patients with central hemiparesis. *Fortschr Neurol Psychiatr*. 1993 Jun;61(6):208-216.

32. Marigold DS, Eng JJ, Dawson AS, Inglis JT, Harris JE, Gylfadóttir S. Exercise leads to faster postural reflexes, improved balance and mobility, and fewer falls in older persons with chronic stroke. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53(3):416-423.
33. López LP, Gorricho AP, Atin M, Varela E. Efecto de la terapia Vojta en la rehabilitación de la marcha en dos pacientes adultos con daño cerebral adquirido en fase tardía. *Fisioterapia.* 2009;31(4):151-162.
34. Bayón M, Martínez J. Plasticidad cerebral inducida por algunas terapias aplicadas en el paciente con ictus. *Rehabilitación.* 2008;42(2):86-91.
35. Da Cunha Jr IT, Lim PA, Qureshy H, Henson H, Monga T, Protas EJ. Gait outcomes after acute stroke rehabilitation with supported treadmill ambulation training: A randomized controlled pilot study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(9):1258-1265.
36. Hagbarth KE, Eklund G. The effects of muscle vibration in spasticity, rigidity, and cerebellar disorders. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1968 Jun;31(3):207-213.
37. Ramos D, Schoenmann L, Scott D, Trent J. The effects of vibration on workers. *Work.* 1996;6(2):127-132.
38. Salvarani A, Agosti M, Zanré A, Ampollini A, Montagna L, Franceschini M. Mechanical vibration in the rehabilitation of patients with reconstructed anterior cruciate ligament. *Europa Medicophysica.* 2003;39(1):19-25.
39. Van Nes IJW, Geurts ACH, Hendricks HT, Duysens J. Short-term effects of whole-body vibration on postural control in unilateral chronic stroke patients: Preliminary evidence. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2004;83(11):867-873.
40. Marín PJ, Ferrero CM, Menéndez H, Martín J, Herrero AJ. Effects of whole-body vibration on muscle architecture, muscle strength, and balance in stroke patients: A randomized controlled trial. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2013;92(10):881-888.
41. Paoloni M, Mangone M, Scettri P, Procaccianti R, Cometa A, Santilli V. Segmental muscle vibration improves walking in chronic stroke patients with foot drop: A randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 2010;24(3):254-262.
42. Meyer PF, Oddsson LI, De Luca CJ. The role of plantar cutaneous sensation in unperturbed stance. *Experimental brain research.* 2004;156(4):505-512.
43. Chollet F, DiPiero V, Wise R, Brooks D, Dolan R, Frackowiak R. The functional anatomy of motor recovery after stroke in humans: a study with positron emission tomography. *Ann Neurol.* 1991;29(1):63-71.
44. Roll J, Vedel J, Ribot E. Alteration of proprioceptive messages induced by tendon vibration in man: a microneurographic study. *Experimental Brain Research.* 1989;76(1):213-222.
45. Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, McFarlin BK, Hinman MR, Paloski WH. Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(9):1642.

46. Van Nes IJW, Latour H, Schils F, Meijer R, Van Kuijk A, Geurts ACH. Long-term effects of 6-week whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke: A randomized, controlled trial. *Stroke*. 2006;37(9):2331-2335.
47. Lau RWK, Yip SP, Pang MYC. Whole-body vibration has no effect on neuromotor function and falls in chronic stroke. *Med Sci Sports Exerc*. 2012;44(8):1409-1418.
48. Issurin V. Vibrations and their applications in sport. A review *J Sports Med Phys Fitness*. 2005;45:324-336.
49. Roelants M, Delecluse C, Goris M, Verschueren S. Effects of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females. *Int J Sports Med*. 2004 Jan;25(1):1-5.
50. Cardinali DP. Manual de neurofisiología. Ediciones Díaz de Santos; 1991.
51. Pang MYC, Lau RWK, Yip SP. The effects of whole-body vibration therapy on bone turnover, muscle strength, motor function, and spasticity in chronic stroke: A randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2013;49(4):439-450.
52. Schoenau E. From mechanostat theory to development of the "Functional Muscle-Bone-Unit". *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*. 2005;5(3):232.
53. Brogårdh C, Flansbjer U-, Lexell J. No specific effect of whole-body vibration training in chronic stroke: A double-blind randomized controlled study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2012;93(2):253-258.
54. Ferrero C, Menéndez H, Martín J, Marín P, Herrero A. Efecto de las vibraciones de cuerpo completo sobre el equilibrio estático y funcional en el accidente cerebrovascular. *Fisioterapia*. 2012;34(1):16-22.
55. Chan KS, Liu CW, Chen TW, Weng MC, Huang MH, Chen CH. Effects of a single session of whole body vibration on ankle plantarflexion spasticity and gait performance in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2012;26(12):1087-1095.
56. Choi S-, Shin W-, Oh B-, Shim J-, Bang D-. Effect of training with whole body vibration on the sitting balance of stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science* 2014;26(9):1411-1414.
57. Tankisheva E, Bogaerts A, Boonen S, Feys H, Verschueren S. Effects of intensive whole-body vibration training on muscle strength and balance in adults with chronic stroke: A randomized controlled pilot study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014;95(3):439-446.
58. Silva AT, Dias MPF, Calixto Jr. R, Carone AL, Martinez BB, Silva AM, et al. Acute effects of whole-body vibration on the motor function of patients with stroke: A randomized clinical trial. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2014;93(4):310-319.
59. Voerman GE, Gregoric M, Hermens HJ. Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: The Hoffman reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex. *Disabil Rehabil*. 2005;27(1-2):33-68.

60. Shumway-Cook A, Brauer S, Woollacott M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the timed up and go test. *Phys Ther.* 2000;80(9):896-903.
61. Schmid A, Duncan PW, Studenski S, Lai SM, Richards L, Perera S, et al. Improvements in speed-based gait classifications are meaningful. *Stroke.* 2007;38(7):2096-2100.