



TRABAJO FIN DE GRADO

2021-2022

Revisión Sistemática del empleo de terapia
vibratoria y percusiva en el incremento de la
fuerza muscular

Autor: Emilio Manuel Justicia Lara
Tutor: Dr. Miguel Ángel Lérda Ortega

ÍNDICE

1. Abstract
2. Listado de abreviaturas / Acrónimos
3. Objetivos
4. Introducción
5. Metodología
 - 5.1 Material y métodos
 - 5.2 Criterios de inclusión y exclusión
 - 5.3 Estrategia y términos de búsqueda
 - 5.4 Evaluación metodológica
6. Resultados
7. Discusión
8. Conclusiones
9. Bibliografía
10. Anexos

1. ABSTRACT

Título: Revisión Sistemática del empleo de terapia vibratoria local y percusiva para mejorar la fuerza muscular.

Introducción: Revisión bibliográfica comparativa del uso de las terapias vibratorias locales y de percusión enfocadas al incremento de fuerza y activación muscular, quedando recogido en 11 artículos.

Objetivos: Buscamos determinar la utilización de la terapia vibratoria local o la percusiva con el objetivo de favorecer el incremento de fuerza muscular.

Métodos: Debido a la ausencia de literatura científica de calidad por la actualidad del tema tratado en esta revisión, concretamos unos criterios de inclusión poco restrictivos. Estos consistieron en que su publicación no se remontase a más de 10 años atrás, restringiendo la búsqueda a artículos desde 2007 hasta 2022, en cualquier idioma y dirigidos a pacientes de cualquier edad y sexo, siendo necesario un diseño en los estudios que permitiera una comparación pre-postratamiento, siendo también evaluada la calidad de los artículos incluidos. Realizamos una búsqueda sistemática en bases de datos Medline-Pubmed, Cochrane, PeDro, Scopus, Trip, ResearchGate, Scielo, Web of Science, Google Scholar y revistas científicas como Kul'tura fizicheskaya i zdorov'e (Cultura Física y Salud). Encontramos artículos que hagan empleo de la vibración y percusión por separado sobre los parámetros estudiados. Tras el análisis de los artículos hallados en las bases de datos, fueron seleccionados 11 que cumplieran los requerimientos.

Resultados: Tanto la vibración local como la percusión no generan beneficios sobre individuos saludables, sin embargo se ha visto que incrementan el tono y fuerza muscular en sujetos patológicos con un tono anormalmente disminuido.

Conclusiones: Es necesaria una mayor investigación en este campo para que exista una evidencia firme sobre la verdadera utilidad de estas herramientas. Por el momento su uso más eficaz sería sobre sujetos con un tono disminuido o anormal que tengan dificultad para realizar la terapia activa.

Palabras clave: "Percussion", "Local vibration", "Vibration therapy", "Muscle Strength", "Pain", "Strength".

Title: Systematic review of de usage of local vibration and percussive therapy to improve muscle strength

Background: Literature review comparing the usage of local vibration and percussion therapies focused on the improve in muscle strength and performance, selecting 11 articles.

Objetives: We aim to define de usage of local vibration therapy or percussive therapy with the aim of improving muscle strength.

Methods: Systematic search on databases Pubmed, Cochrane, PeDro, Scopus, Trip, ResearchGate, Scielo, Google Scholar; and scientific journals like КУЛЬТУРА ФИЗИЧЕСКАЯ И ЗДОРОВЬЕ (Physical

Culture and Health). We search for articles that make use of vibration and percussion separately related to the criteria studied. The criteria for the selection of the articles made use of low restriction parameters in order to maximize the possible results, including articles from 2007 to 2022, in any language and for any kind of participant. The studies had to include a pre-post comparative design, also evaluating the quality of the articles included. After the analysis of the articles found on the databases, 11 were selected to meet the requirements of the review.

Results: Neither the local vibration therapy or percussion therapy elicits improvements in healthy individuals, however they do improve muscle mass and strength in pathological subjects with an abnormally decreased muscle tone.

Conclusions: More research has to be done in this area, in order to obtain stronger evidence about the real usefulness of these therapies. As for now the most effective use of these new tools in physiotherapy should be in subjects with a decreased or abnormal tone that makes active therapy difficult or impossible for them.

Keywords: "Percussion", "Local vibration", "Vibration therapy", "Muscle Strength", "Pain", "Strength".

2. LISTADO DE ABREVIATURAS / ACRÓNIMOS

- **PEDRo:** Base de evidencia de fisioterapia
- **MESH:** Medical Subjects Headings
- **DOMS:** Delayed Onset Muscle Soreness
- **EMG:** Electromiografía
- **EMG(rms):** Electromyography root mean square
- **sEMG:** Surface electromyography
- **MVC:** Máxima Contracción Voluntaria
- **MCI:** Máxima Contracción Isométrica
- **Hz:** Hercios
- **MIF:** Máxima Fuerza Isométrica

- **ROM:** Range Of Motion
- **RM:** Repetición Máxima
- **PR:** Personal Record
- **Rep:** Repetición
- **Mm:** Milímetros
- **Min:** Minutos
- **Seg:** Segundos
- **Pubmed:** Base de evidencia científica
- **Tto:** Tratamiento
- **SLH:** Single Leg Hop
- **VL:** Vibración local
- **ACV:** Accidente cerebro-vascular
- **Hr:** Hora
- **VMA(tms):** Activación cortical voluntaria medida con estimulación magnética transcraneal
- **LVT:** Local vibration therapy
- **WBV:** Whole body vibration
- **BMD:** Bone Mineral Density
- **OA:** Osteoarthritis
- **LMV:** Localized muscle vibration

- **NES:** Neuromuscular electrical stimulation
- **BMD:** Bone mineral density
- **LIV:** Low intensity vibration

3. OBJETIVOS

Esta revisión sistemática persigue un objetivo general:

- Definir si bien la terapia vibratoria local o la percusiva incrementan la fuerza muscular.

A su vez se han determinado otros objetivos específicos relacionados con el campo de la fuerza muscular desde otras variables:

- Dilucidar si estas herramientas presentan mejoras sobre el tono de musculatura patológica.
- Determinar si el empleo de estas herramientas conlleva algún efecto sobre la masa muscular.
- Mostrar si estas herramientas pueden producir mejoras en el rendimiento físico.

4. INTRODUCCIÓN

La vibración y la percusión tienen una historia relativamente reciente dentro del ámbito de la fisioterapia. A pesar de que la vibración ya lleva en uso varias décadas con efectos demostrados en diversos parámetros es más recientemente cuando su uso se ha unido al de la terapia percutora con las famosas “pistolas de masaje” en forma de tratamiento local de vibración, o percusión. Aun con gran parte de elementos en común la vibración y la percusión difieren levemente en algunos parámetros. Mientras que la vibración trabaja con amplitudes menores de 3 mm, la percusión emplea valores mayores a 10-12 mm. Sin embargo en el otro parámetro principal, la frecuencia, sus valores se solapan, oscilando la vibración entorno a los 35-100 Hz y la percusión en 40-60 Hz.

La vibración es la herramienta con más antigüedad de las dos estudiadas en esta revisión. Esta herramienta lleva aplicandose de manera global desde la década de los 60 del pasado siglo. Fue en estas fechas cuando comenzaron a ver la luz los primeros artículos científicos investigando este campo, uno de los primeros investigadores que comenzó a arrojar luz sobre el empleo de vibración

en la mejora de la fuerza fue Issurin ¹, el cuál observó mejoras en la fuerza muscular por medio de una intervención prolongada de vibración.

La vibración local a demostrado tener sobre los pacientes efectos estructurales, entre ellos fomenta la actividad osteoblástica y osteocítica, aumentando la densidad ósea, Thompson ², por otro lado reduce la pérdida de grosor del cartílago articular por desuso, Liphardt ³; del mismo modo actúa sobre el tejido muscular, reduciendo la pérdida del mismo por desuso. Pero la vibración local no solo tiene efectos a nivel estructural, si no que va más lejos, con efectos funcionales sobre los pacientes, algunos de estos efectos son el aumento de la máxima contracción isométrica (MCI), la mejora del rango articular activo, incremento de la actividad electromiográfica (EMG) y aumento de la actividad cortical, Souron ⁴.

Junto a todos estos efectos y por medio de ellos la vibración tendrá una serie de consecuencias sobre el dolor. Existe evidencia que nos indica que la vibración podría ayudar a aliviar el dolor tempomandibular, de rodilla y de espalda; ayuda a reducir el dolor muscular post-ejercicio ó DOMS, Veqar ⁵; también se ha podido observar a nivel de práctica clínica una moderada efectividad en generar anestesia previo a procedimientos invasivos (por ejemplo punción seca entre otros), sin embargo esto son tan solo observaciones a nivel clínico.

Volviendo a los efectos fisiológicos mencionados anteriormente de la vibración sobre el organismo humano existen diversas maneras de explicar sus efectos sobre el cuerpo. Dentro del ámbito del aumento de la densidad de masa ósea por una mayor actividad osteoblástica y osteocítica, Thompson ² en su estudio buscaba comprobar si la vibración era efectiva a la hora de generar un estímulo suficiente sobre el tejido óseo como para poner en marcha y aumentar el metabolismo de las células osteoblásticas y osteocíticas. Dentro de la vibración Gilsanz ⁶ pudo observar que las mujeres jóvenes premenopausicas con baja BMD se beneficiaban del efecto de la vibración sobre el tejido óseo siempre que existiera una alta adherencia al tratamiento; a lo largo del estudio el grupo control perdió entorno a un 2% de densidad mineral ósea, medido en el cuello femoral, frente al grupo de tratamiento que incremento sus valores de densidad mineral ósea un 0,04%. Esto supone un incremento neto de entorno al 2,17% de densidad mineral ósea (BMD). Otro estudios en esta linea como Rubin ⁷ que observó los cambios generados por esta vibración sobre mujeres postmenopausicas parecen reafirmar estos hallazgos. Sin embargo dentro de la vibración de baja intensidad (LIV), también hay estudios que sugieren que no generaría estos efectos sobre el tejido óseo como es el estudio de Slatkovska ⁸ que a pesar de que en sus resultados no se apreciaron diferencias entre el grupo control y el de tratamiento respecto a la BMD, es un estudio con limitaciones en aspectos clave que pueden llevar a confusión, entre ellos una adherencia baja al tratamiento y una densidad mineral ósea normal.

Del mismo modo dentro de estas líneas de investigación podemos distinguir diferentes tipos de estudios desde los de LIV y a los estudios que emplearon vibraciones de alta intensidad para replicar estos hallazgos, entre ellos encontramos el estudio de Ruan ⁹ en el cuál se estudió los efectos de la vibración de alta intensidad en mujeres postmenopausicas con baja densidad de masa ósea,

encontrando que esta aplicación de vibración incremento los valores de BMD entre un 3.2% y un 4.3%, sugiriendo la eficacia de la alta intensidad siempre que el paciente pueda soportarlo. Otro estudio en esta línea como es el de Lai ¹⁰ que empleo del mismo modo una frecuencia de 30Hz con una dosificación diferente (5 min, 3 veces en semana) obtuvo resultados semejantes, los sujetos tratados con vibración incrementaron entorno a un 2% su BMD.

Diversos investigadores han abordado recientemente la vibración local con el fin de arrojar algo de luz sobre sus efectos, Couto ¹¹ en su estudio consiguió una mejora de la contracción muscular tras aplicar vibraciones en dos frecuencias diferentes (8Hz y 26Hz) lo que parece apoyar la idea de que la vibración local sobre el músculo en cuestión podría ser efectiva para mejorar su rendimiento. En esta misma línea Souron ¹² mostró en su estudio que la vibración local (LV) era efectiva para mejorar el rendimiento muscular en un amplio abanico de diferentes parámetros (frecuencia, duración, amplitud...), estas mejoras y adaptaciones funcionales vendrían promovidas por adaptaciones del sistema nervioso central.

Dentro de la respuesta del organismo a estos estímulos, los artículos que bajo nuestra opinión resultan más esclarecedores son los de Roll ¹³, Fallon ¹⁴ y Burke ¹⁵. En el estudio de Roll ¹³ se buscaba analizar la respuesta propioceptiva de los tendones a la vibración, emplearon amplitudes pequeñas (0.2-0.5mm) para estimular el tendón; en su investigación apreció que las primarias o fibras Ia, y las secundarias o fibras II, tienen respuestas diferentes al estímulo vibratorio ya que las secundarias no presentan apenas respuesta, al contrario que las fibras Ia que si respondían. Las frecuencias que mayor respuesta al estímulo reportaban fueron aquellas entre 80Hz y 100Hz, con lo que concluyó y confirmó algo que otros estudios como el de Brown ¹⁶ ya habían predicho, que la vibración supone un estímulo primario para las fibras primarias de los husos neuromusculares. En este estudio también podemos concluir que las amplitudes de 0.2-0.5mm son efectivas para estimular estas fibras Ia de los husos neuromusculares.

En contraposición encontramos el estudio de Burke ¹⁵ en el cual también se perseguía el objetivo de analizar los efectos de la vibración, en este caso sobre el músculo relajado. En su estudio empleó un amplio abanico de frecuencias y amplitudes de vibración. En su investigación reportó resultados dispares, hallando respuestas inconsistentes tanto de las fibras primarias como de las secundarias al estímulo vibratorio. Con estos resultados concluyó que el estímulo vibratorio reportaba una actividad a lo largo de todas las fibras de los husos neuromuscular, tanto primarias como secundarias sin hacer especial hincapié en ninguna de ellas.

La contraposición de los resultados de estos últimos artículos (Roll ¹³ y Burke ¹⁵) puede deberse a algo que el propio Roll indica en su artículo, esto es que al emplear él una amplitud menor esta reportó un efecto más localizado sobre las fibras primarias, mientras que Burke ¹⁵ en su investigación hizo uso de amplitudes más elevadas que producirían una menor activación de las fibras Ia y reportarían esas alteraciones en la respuesta a la vibración.

Por otro lado Fallon ¹⁴ en su estudio también buscaba esclarecer las frecuencias de activación de los diferentes receptores neuromusculares más allá de considerarlos meros receptores de tensión (fibras

la), longitud (fibras II) o tensión (órgano tendinoso de Golgi). En su investigación halló que muy pocas fibras se activaban en un ratio 1:1 si se producía la vibración sobre el músculo relajado; sin embargo cuando se aplicaban sobre el músculo con contracción del mismo las respuestas de los tres receptores se solapaban, por lo que concluyó que cuando el músculo está bajo tensión no son solo las fibras primarias de los husos neuromusculares las que transmiten información si no que, las secundarias y los órganos tendinosos de Golgi también pueden percibir pequeños cambios de longitud con lo que transmiten información bajo contracción activa del músculo.

Estas investigaciones nos muestran que la vibración sobre un músculo relajado o ligeramente contraído produce una activación de los receptores de los husos neuromusculares, y por tanto de las fibras musculares. Esto es relevante en los casos de pacientes encamados o que se enfrentan a largos periodos de inmovilización así como para la musculatura más hipotónica en casos de rehabilitación en los que la capacidad de contracción activa se vea disminuida.

Siguiendo esta dinámica de variar los parámetros de la terapia de vibración local se modificó la amplitud de tal manera que se escindió en otra modalidad de tratamiento, la terapia percusiva o de percusión local.

La percusión ha sido asociada de manera clásica con la fisioterapia respiratoria, en la que se hace uso de esta técnica, ya sea a través de terapia manual o por medios mecánicos, para lograr la movilización y expulsión de las mucosidades. Sin embargo con el tiempo más recientemente se ha demostrado que la tanto la percusión como la vibración podrían no ser tan efectivos como se creía a la hora de ayudar a movilizar las mucosidades, y que los parámetros en los que se emplean no han de ser específicos, si no que son igualmente efectivos en un amplio rango de valores. (Seckel ¹⁷ , Makhabah ¹⁸).

Respecto a los mecanismos de funcionamiento la vibración y percusión local actúan a través de las mismas vías fisiológicas, provocando una activación de las unidades motoras del músculo. Ambas terapias también conducen a un incremento del flujo sanguíneo en la zona, lo que guardaría relación con la reducción del dolor percibido en la musculatura post-entrenamiento (DOMS) Herrero ¹⁹, Johnson ²⁰. También encontramos literatura científica como King ²¹ en cuya investigación, la vibración en este caso, logró mejoras en pacientes con Parkinson, mejorando la marcha (longitud del paso), reducción de calambres y rigidez, mejora de síntomas y mayor control motor. Aunque en este caso se empleó la vibración local y los parámetros tan solo fueron medidos en un corto periodo de tiempo tras el tratamiento, es necesaria más investigación con seguimiento a largo plazo de los participantes para observar si estos beneficios se mantienen en el largo plazo o si por el contrario son tan solo una mejora temporal.

Dentro de la investigación para esclarecer si realmente la vibración resulta efectiva para reducir el DOMS encontramos que la vibración es igualmente eficaz que el masaje para disminuir las agujetas,

sin embargo, el masaje muestra mejor respuesta para recuperar la fuerza máxima concéntrica antes (1RM). Por otro lado la vibración local ha mostrado mejoras en la reducción temprana del dolor y en la reducción de los niveles de LDH (Lactato deshidrogenasa) en sangre a las 48h post ejercicio, frente al masaje.

Respecto a la movilidad la evidencia también parece sugerir que la terapia de percusión local puede generar mejoras de movilidad, Konrad ²², en su estudio se observaron mejoras en la movilidad de la musculatura de los flexores plantares frente al grupo control. Por otro lado su estudio contaba con ciertas limitaciones de relevancia, ya que estos efectos fueron analizados tan solo a corto plazo, se requiere más investigación para determinar si se mantendrían las mejoras en el tiempo. La muestra que se empleó en esta investigación también es controvertida ya que se trata de una muestra pequeña (n=16); y a los participantes que fueron asignados al grupo control no se les aplicó ningún tipo de terapia placebo, con lo que los efectos en el grupo de intervención podrían estar magnificados.

5. METODOLOGÍA

A. Material y métodos:

Se realizó una revisión sistemática de ensayos clínicos publicados desde 2007 al 2021 en cualquier idioma disponible, dirigidos tanto a pacientes con algún tipo de patología que fuese susceptible de experimentar mejoras mediante estas intervenciones como en sujetos sanos y asintomáticos para estudiar posibles mejoras de parámetros de rendimiento físico o movilidad. Que hayan sido tratados mediante terapia vibratoria local (LVT) o terapia de masaje de percusión muscular (PT) y cuyos resultados hayan sido evaluados mediante pruebas o test estableciendo una comparación pretratamiento-postratamiento con el fin de observar cambios y poder demostrar la efectividad de la intervención realizada.

B. Criterios de inclusión:

Debido a la escasa literatura científica hallada enfocada en el ámbito de este estudio se establecieron unos criterios de inclusión relajados para abarcar la máxima cantidad de producción científica dentro de unos criterios que aseguraran una calidad considerable de los estudios incluidos. Los criterios de inclusión determinados para esta revisión sistemática fueron los siguientes:

- Tipo de estudio: Se escogieron ensayos clínicos aleatorizados, preferentemente controlados, solo se seleccionaron artículos originales, quedando excluidas guías clínicas y revisiones sistemáticas.
- Año de publicación: Seleccionamos artículos publicados entre los años 2007 y 2021. Este abanico de 14 años se explica debido a la escasa producción científica que cumpliera unos mínimos criterios de inclusión y diera respuesta a la pregunta de investigación. Esto se explica en cuanto que la vibración local empezó a tener literatura de calidad a finales de la década de los 2000, siendo incluso entonces y hoy en día una herramienta relativamente novedosa en sus aplicaciones. Respecto a la terapia percusiva es una intervención muy joven con poca literatura científica al respecto por lo que se incluyeron artículos recientes que arrojan algo de luz sobre su utilidad.
- Evaluación de calidad metodológica: para asegurar la calidad de los estudios incluidos en la revisión sistemática y por ende la calidad de la misma, los estudios incluidos serán evaluados por medio de la escala PEDro-Español, que contempla puntuaciones de 0 a 10, siendo el 10 la máxima puntuación, estableciéndose una puntuación mínima de 4 debido a la escasa literatura de calidad sobre el tema y la dificultad de realizar el cegamiento del aplicador de las técnicas en estas intervenciones.
- Participantes: solo se incluyeron estudios realizados en seres humanos a partir de los 3 años tanto sanos asintomáticos como en pacientes de alguna patología que curse con alteraciones neuromusculares o articulares susceptibles de ser tratadas por medio de las intervenciones estudiadas.
- Intervención: terapia percusiva local o de vibración local realizada sobre tejido o patologías del sistema musculoesquelético, en especial enfocada sobre el tejido muscular y tendinoso. No se establecieron filtros sobre los sujetos a estudiar ni sobre si presentaban o no patología.
- Idioma: no se establecieron filtros de idioma con el objetivo de obtener el mayor volumen de artículos posibles.
- Medidas de resultado: para la obtención de los resultados los mismos deberán ser analizados o evaluados por medio de tests o pruebas de manera que se establezca una comparación respecto al estado de los pacientes y sujetos de los estudios antes y después del tratamiento realizado.

C. Criterios de exclusión:

- Se excluyeron estudios en progreso o que no presentaban sus resultados finales
- Estudios en los que no existía una comparativa respecto a otro grupo o grupo control que recibía placebo u otro tipo de intervención de tratamiento.
- Estudios en los que a pesar de coincidir los descriptores utilizados y el tratamiento, este se aplicaba sobre patología pulmonar o respiratoria.
- Se excluyeron artículos que realizaban comparativas respecto a grupos en los que se aplicaba tratamiento con terapia de vibración global.

D. Términos de búsqueda

Con el fin de optimizar y perfeccionar la búsqueda en las bases de datos estudiadas se seleccionaron una batería de palabras clave extraídas de tesaurus Medical Subject Headings (MeSH). La batería de términos MeSH seleccionados fueron los siguientes: “exercise”, “rehabilitation”, “physical therapy”, “vibration”, “percussion”, “range of motion”, “physical functional performance”, “muscle strength” y “physiotherapy”.

Estrategia de búsqueda

A. Búsqueda inicial

Se realizó una búsqueda electrónica de literatura científica entre octubre de 2021 y febrero de 2022 en las bases de datos listadas a continuación: Medline, PEDro, Scopus, Trip, Scielo, Web of Science, ResearchGate y The Cochrane Library Plus obteniendo un total de 549 artículos.

B. Búsqueda sistemática

Tras eliminar los duplicados y aplicar los filtros del tipo de artículo y año de publicación, se fijó una horquilla temporal para ser incluido en la revisión que comprendía el periodo entre el año 1998 y el 2022 en la que se hallaron un total de 132 artículos.

Tras una lectura somera y superficial del título y abstract (resumen) de estos artículos se encontró que 94 de los 132 artículos no cumplían con varios o alguno de los criterios de inclusión, quedando 38 artículos.

Por ello, los artículos incluidos en esta revisión a través de la búsqueda electrónica fueron 38, sin embargo tras una lectura detenida de los mismos, 25 de estos artículos fueron excluidos al no satisfacer las exigencias de los criterios de inclusión.

Por último de los 13 artículos restantes se realizó una nueva lectura crítica sin embargo la imposibilidad de obtener el texto completo de manera libre de 3 de ellos, redujo a 10 los estudios habilitados para ser estudiados en la revisión.

Finalmente se incluyeron 10 artículos en la revisión, estos fueron: Byrne ²³, García-Sillero ²⁴, Konrad ²², Imtiyaz ²⁵, Dickerson ²⁶, Costantino ²⁷, Souron ⁴, Custer ²⁸, Tankisheva ²⁹ y Moran ³⁰.

La estrategia de la búsqueda se detalla de manera analítica en la figura 1.

C. Búsqueda manual

Seguidamente, se llevó a cabo una búsqueda manual dentro de la bibliografía propia de los artículos escogidos en la búsqueda electrónica. Mediante esta búsqueda y análisis manual se identificaron 14 referencias que fueron estudiadas y se determinó tras su lectura detenida que solo 4 de ellos eran aptos para pasar a la siguiente etapa ya que el resto no cumplían con los criterios de inclusión o estaban repetidos.

A continuación se procedió a la lectura crítica de los 4 artículos seleccionados en la anterior etapa, siendo uno de ellos descartado por ser un estudio piloto (aunque tuviese la estructura de un ECA, los propios autores lo identificaban como un estudio piloto), y el otro artículo fue desechado al no disponer de acceso libre al texto completo. De este modo finalmente tan solo se incluyó un único artículo, Loginov ³¹.

Dentro de la Figura 1 podemos observar de una manera resumida la estrategia de búsqueda que diseñamos para esta revisión, observando en detalle la consecución de procesos de ambas búsquedas que nos condujeron a obtener los artículos que hemos considerado más indicados para esta revisión.

Como conclusión, se han obtenido 11 artículos que cumpliesen con los criterios de inclusión. De estos y de manera esquemática, 5 de ellos abordan el tema de la terapia de percusión local y los 6 restantes versan sobre la terapia de vibración local. En total de los 11 artículos estudiados 3 de ellos abordan sujetos con alguna patología o síndrome, en este caso encontramos pacientes de ACV, de parálisis cerebral y mujeres postmenopausicas.

D. Evaluación metodológica

De especial relevancia dentro de los criterios de inclusión, encontramos la calidad metodológica de los artículos seleccionados, ya que de las características y cualidades de los mismos dependerá la calidad y nivel de fiabilidad de nuestra revisión. Por este motivo y teniendo de objetivo la estandarización de la lectura crítica, se pensó en el empleo de la escala PEDro o de la parrilla Critical Appraisal Skills Programme en Español (CASPe) para ensayos clínicos; sin embargo nos decantamos por el uso de la primera al estar esta más estandarizada y ser de mayor sencillez y más fácil comprensión. Mientras que la parrilla CASPe se trata de un protocolo de evaluación de 11 ítems en los que hay que responder “sí”, “no” o “no sé” y que pretende evaluar de forma global la calidad del artículo; la escala PEDro consta de 11 ítems con la posibilidad de respuesta “sí” o “no” en cada uno

de ellos. Si existe duda sobre la respuesta a la pregunta siempre contabilizaremos ese ítem como respuesta negativa (“no”).

Debido a la escasa literatura científica alrededor del tema de esta revisión por la juventud del mismo, no se estableció una nota de corte elevada para facilitar la inclusión de un número significativo de artículos. Los artículos seleccionados fueron los que obtuvieron una puntuación mínima de 4 ó más sobre 11 en la escala de evaluación metodológica PEDro.

Todos los ensayos que fueron incluidos en esta revisión son ensayos clínicos aleatorios, en los que se define y especifica los criterios de elección de la muestra poblacional seleccionada y participantes, la intervención realizada y los resultados considerados y en los que la asignación de los participantes a los grupos fue aleatoria (criterios 1 y 2 de la escala PEDro). Respecto al criterio 3 de la escala PEDro sobre la ocultación de la asignación de grupos del total de 11 artículos tan solo lo cumplen los estudios de Byrne ²³, Imtiyaz ²⁵, Dickerson ²⁶, Moran ³⁰ y Souron ⁴. En cuanto al criterio 4 sobre la similitud de los grupos respecto a los indicadores de pronóstico más importantes, tan solo podemos encontrarlo en los estudios de Konrad ²², Loginov ³¹, Costantino ²⁷, Custer ²⁸ y Tankisheva ²⁹.

En relación a los criterios 5 y 6 de la escala PEDro que definen el cegamiento de los sujetos que participan en el estudio al recibir la terapia y asimismo el cegamiento de los terapeutas que aplicaban la terapia a estudiar. Debido a la dificultad para realizar el cegamiento en muchos de los casos estudiados, por la terapia a aplicar, estos apartados no pueden ser hallados de manera clara en ninguno de los estudios; tan solo en el estudio Moran ³⁰ podemos hallar de una manera específica que se hace alusión al cegamiento de los sujetos a estudiar aplicando una terapia vibratoria placebo en el grupo control bajo condiciones que simulaban una aplicación real de la misma. En este caso informaron a los pacientes que recibirían la terapia con una frecuencia demasiado baja para que pudieran sentirla por ellos mismos, sin embargo dejaron encendido el motor del aparato utilizado para que simulara una supuesta aplicación de la técnica.

Relativo al tamaño muestral encontramos un gran abanico de muestras diferentes siendo las más abundantes las de pequeño tamaño muestral, incluyendo 5 artículos (Byrne ²³, Konrad ²², Loginov ³¹, Custer ²⁸ y Moran ³⁰) con un tamaño de la muestra igual o menor a 20 participantes. Entre 20 y 40 participantes encontramos 4 artículos (García-Sillero ²⁴, Dickerson ²⁶, Costantino ²⁷ y Tankisheva ²⁹) siendo esta una muestra, que aunque pequeña, comienza a tener mayor relevancia. Por último encontramos 2 artículos que poseen la mayor muestra, estos son Imtiyaz ²⁵ y Souron ⁴, con 45 y 44 participantes respectivamente.

Por otro lado, en todos los artículos seleccionados se cumple que las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los participantes asignados en un principio a los grupos (criterio 8 de la escala PEDro).

No en todos los estudios se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”; en los estudios de Byrne ²³, Dickerson ²⁶ y Costantino ²⁷ este criterio (el 9 de la escala PEDro) no fue indicado con claridad con lo que concluimos que no había sido cumplido.

En cuanto al criterio número 10 de la escala PEDro, que implica que los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave, respecto a esto podemos observar que todos los estudios salvo uno, lo cumplen, ya que comparan grupos a los que se aplica la terapia de estudio con grupos control o con otro tipo de tratamiento, en la mayoría de estudios se enfrentan 2 grupos, un grupo de tratamiento a estudiar frente a otro grupo con tratamiento placebo (grupo control); sin embargo en los estudios de Byrne ²³ e Imtiyaz ²⁵ se emplearon 3 grupos, añadiendo un grupo con otro tratamiento que nos podría otorgar beneficios similares al tratamiento estudiado. Por último respecto a este criterio 10 el estudio que no cumple este criterio es Moran ³⁰, ya que no se realiza una comparativa estadística de los resultados obtenidos; tan solo se recogen los resultados obtenidos en cada grupo al aplicar el tratamiento de elección.

Por último encontramos el criterio número 11 de la escala PEDro que nos indica si los estudios aportan medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave, y en este caso podemos comprobar que tan solo 3 de los estudios seleccionados (Byrne ²³, Costantino ²⁷ y Custer ²⁸) cumplen con este criterio, aportando tanto medidas puntuales como de variabilidad para uno o más resultados de los parámetros a estudiar.

6. RESULTADOS

- Descripción de los estudios incluidos

El examen de los 11 artículos científicos analizados en esta revisión sistemática arroja luz y nos aclara los efectos y posibles aplicaciones de la terapia de vibración local y percusión local, dentro del campo de la mejora de la fuerza y rendimiento muscular; tanto en sujetos asintomáticos como en pacientes que presenten algún tipo de patología compatible con estas terapias.

Se clasificaron los estudios en 2 subgrupos diferentes de acuerdo con el tipo de terapia aplicada en las intervenciones: terapia de vibración local ó terapia de percusión local. Dentro de la Tabla 2 se

resumen las características más importantes de los estudios incluidos en la revisión, salvo la intervención que se realizó a cada uno de los grupos (grupo control y grupo intervención); esta última se detalla dentro de la Tabla 4.

- Síntesis de los resultados de los estudios

Estudios realizados sobre participantes patológicos o envejecidos:

Dentro de esta subdivisión encontramos 3 artículos incluidos en nuestra revisión, estos son Loginov ³¹, Costantino ²⁷ y Tankisheva ²⁹. Tanto en el de Loginov como en el de Costantino ²⁷ se estudió el efecto de estas terapias, percusión y vibración respectivamente con el objetivo principal de normalizar el tono de la musculatura espástica e incrementar tanto la fuerza muscular como el rendimiento. En primer lugar encontramos el estudio de Loginov ³¹:

Loginov et al. ³¹ (2020): “Study of the effect of a massage gun on the muscles of the anterior surface of the thigh in children with cerebral palsy”

Este estudio de fue publicado en la revista rusa Kul'tura fizicheskaya i zdorov'e (Cultura física y salud). Se trata de una ensayo aleatorizado con simple ciego en que se tomó una muestra significativa (n=20), compuesta por niños de edades comprendidas entre los 3 y los 15 años, que padecían de parálisis cerebral. Por tanto y al contrario que los anteriores estudios mencionados en esta revisión el autor tomó pacientes patológicos para observar en ellos el efecto de la terapia percusiva. La parálisis cerebral es una afección que en el plano musculoesquelético cursa en numerosas ocasiones con rigidez, pérdida de tono y espasticidad; debilitando a su vez la musculatura afectada. En esta dirección centró el autor el estudio, analizando principalmente parámetros relacionados con estos signos patológicos, como son el ROM y la fuerza muscular.

Se dividió a los participantes en dos grupos, un grupo control (CG) y un grupo de intervención (PT). La intervención consistía en clases de 30 minutos que se realizaban 3 veces a la semana (L, X, V) durante 19 sesiones. En estas clases se realizaban ejercicios de fortalecimiento, aplicando la terapia de elección antes y después de los ejercicios, estos ejercicios se enfocaron principalmente a la ganancia de fuerza muscular, siendo realizados cada uno de ellos de forma individualizada para enfocarlos en la musculatura afectada, dependiendo del paciente. Del mismo modo las intervenciones realizadas variaron según el área de mayor afectación de cada paciente; en el grupo PT se aplicó terapia de percusión usando un dispositivo portátil de masaje de percusión en las zonas afectadas de estudio, por otro lado en el grupo control se aplicó masaje con diferentes técnicas durante la aplicación del mismo (roce profundo, golpeteo, frotado). Los datos se analizaron con un análisis estadístico ANOVA, con $P < 0.1$; mostrando los resultados del estudio mejoras significativas en el grupo de PT en los

parámetros relacionados con el ROM y el rendimiento muscular frente al grupo control que solo recibió masaje.

Por tanto en este estudio los autores concluyeron que la terapia percusiva es más efectiva que el masaje para mejorar el rendimiento muscular y ROM en niños con parálisis cerebral.

En la misma línea encontramos la investigación de Costantino ²⁷ que en su caso se enfocó en mejorar el tono muscular de pacientes que sufrían de espasticidad secundaria a un infarto, analizando diversas variables, entre ellas la fuerza, el tono muscular y la discapacidad generada.

Costantino et al. ²⁷ (2017): “Short-term effect of local muscle vibration treatment versus sham therapy on upper limb in chronic post-stroke patients: a randomized controlled trial.”

Se trata de un ensayo clínico aleatorizado con simple ciego, dirigido a pacientes patológicos. En este caso volvemos a encontrar la misma premisa que en anteriores investigaciones, que pretende dilucidar si la vibración tiene el potencial de reducir la espasticidad, en este caso en pacientes víctimas de infarto con espasticidad en el miembro superior.

Para este estudio se seleccionó una muestra (n=32) compuesta por 21 hombres y 11 mujeres pacientes de infarto. La edad media de los participantes fue de 61.59 años, con una media de 37.78 meses pasados desde que sufrieron el infarto. Los sujetos se dividieron en 2 grupos, un grupo que empleó la vibración local (VL), y otro grupo control (CG) sobre el que se aplicó placebo.

La intervención que se realizó en esta investigación consistió tan solo en la aplicación de la terapia de estudio (vibración local) o de placebo en el grupo control. La aplicación de la vibración local se realizó por un periodo de 30 minutos, 3 veces a la semana; constando la intervención de 12 sesiones (4 semanas). Los parámetros empleados en la aplicación de la terapia de vibración local fueron una frecuencia de 300Hz y una amplitud de 2mm; y para ello se empleó un dispositivo Viss® (VissMan®, Roma, Italia), este fue aplicado sobre el vientre del tríceps braquial y los extensores largo y corto radiales del carpo mientras los participantes realizaban una contracción isométrica.

En el grupo control la intervención fue idéntica a la del grupo VL, con la excepción de que en su caso el dispositivo de vibración local no realizaba su función mecánica, encontrándose apagado. Sin embargo el dispositivo emitía sonidos dando la ilusión de que estaba en funcionamiento. Los sujetos fueron analizados antes y después de las 12 sesiones de tratamiento empleando diferentes tests y escalas como el test de fuerza de agarre, la escala Ashworth modificada o el cuestionario QuickDASH entre otros.

Una vez analizados estos resultados los autores del estudio pudieron concluir que la rehabilitación empleando una vibración local de alta frecuencia en pacientes de infarto que cursan con espasticidad de miembro superior ha mostrado mejoras significativas en la fuerza muscular y disminución del tono

de la musculatura espástica; así como en la disminución del dolor o la discapacidad generada por esta musculatura afectada.

Por último dentro de esta dinámica encontramos la investigación de Tankisheva ²⁹, en cuyo caso la muestra no estaba formada por sujetos patológicos, si no por mujeres postmenopausicas de edad avanzada (X=77 años), estas a pesar de no presentar patología, constituyen un subgrupo frágil *per se* debido a la pérdida de masa ósea y muscular secundaria a la menopausia y a la edad.

Tankisheva et al. ²⁹ (2015): “Effects of a Six-Month Local Vibration Training on Bone Density, Muscle Strength, Muscle Mass, and Physical Performance in Postmenopausal Women”

En esta investigación se realizó un estudio prolongado de los efectos de la vibración sobre mujeres adultas, en este caso postmenopausicas. Se estudiaron numerosas variables como la densidad mineral ósea (BMD) o la fuerza y masa muscular, junto al rendimiento físico. Este estudio contó con la participación de una muestra moderada (n=35) con una edad avanzada, presentando de media 77 años. Este estudio persigue dilucidar si la vibración presenta efectos positivos sobre los dos pilares de la pérdida de calidad de vida durante el envejecimiento: la osteoporosis (pérdida de BMD) y la sarcopenia (pérdida de masa muscular), otros estudios como Benedetti ³² ya habían relacionado la terapia de vibración local con un incremento de la BMD y por tanto una disminución del riesgo de osteoporosis y fracturas. La intervención fue dispuesta de tal modo que las participantes fueron divididas aleatoriamente en dos grupos, un grupo control (CG=18) y un grupo de vibración local (VG=17). Los sujetos que conformaban el grupo vibración recibieron la aplicación de vibración local sobre la zona glútea, en especial glúteo mayor y medio, y sobre el muslo, centrándose en el cuádriceps. La intervención se prolongó a lo largo de 6 meses, siendo aplicada una vez al día, 5 días por semana; cada aplicación duró como máximo unos 30 minutos. La vibración se aplicó con frecuencia que variaban desde los 25Hz hasta los 45Hz; a lo largo de toda la intervención se aplicó el procedimiento de sobrecarga progresiva (Buckner ³³). Los parámetros evaluados fueron cuantificados al inicio del procedimiento y tras los 6 meses de intervención. Para medir la fuerza muscular, variable de interés para nuestra revisión, se empleó un dinamómetro isocinético (Biodex Medical Systems Inc., New York, NY, USA), realizando tests tanto isométricos como dinámicos; estos se realizaron sobre el miembro inferior derecho midiendo la fuerza de los extensores de rodilla. En cuanto al rendimiento físico se empleó el SWT (Shuttle Walk Test) y el mPPT (modified Physical Performance Test).

Las conclusiones que extrajeron los investigadores tras analizar los resultados obtenidos al pasar los 6 meses de la intervención mostraron que el grupo de vibración obtuvo mejoras en cuanto a la fuerza muscular, pero sin embargo no hubo diferencias significativas entre grupos respecto a la masa muscular, BMD o rendimiento físico.

Como podemos observar en los resultados de los estudios expuestos, aquellos sujetos que más se beneficiaron de una intervención con terapia de vibración o percusión local fueron aquellos con un tono anormal, ya sea debido a una patología o por la degeneración propia de otros procesos como el envejecimiento o la menopausia. Son estudios de una calidad moderada, pero comparten el hecho de ser a largo plazo, durando las intervenciones desde varias semanas hasta meses. Así mismo en todos salvo en el de Tankisheva ²⁹ se empleó una intervención relevante sobre el grupo control, masaje en el caso de Loginov ³¹ y vibración simulada (placebo) en el caso de Costantino ²⁷. Estos resultados son difícilmente extrapolables a la población general debido a la composición de las muestras poblacionales empleadas (patológicos o edad avanzada). Sin embargo, en nuestra revisión se incluyen dos estudios que muestran a su vez resultados positivos empleando una muestra no patológica y en edad joven-adulta. Estas son las investigaciones de García-Sillero ²⁴ y Souron ⁴. Cabe destacar que estos estudios emplean metodologías distintas, y mientras que Souron et al. Investiga las modificaciones producidas por la vibración local en el rendimiento en una intervención a largo plazo; García-Sillero ²⁴ se limita a analizar si la percusión local produce algún tipo de mejora en el rendimiento a corto plazo, de manera inmediata. En cuanto al estudio de García-Sillero ²⁴:

García-Sillero et al. ²⁴ (2021): “Acute Effects of a Percussive Massage Treatment on Movement Velocity during Resistance Training”

Este ensayo clínico presenta un abordaje similar al de Byrne ²³, en cuanto a la manera de desarrollo de la intervención, aplicando la técnica a estudiar (percusión local) en los periodos de descanso entre series; en este caso el ejercicio que se utilizó como test comparativo fue el “press de banca”. En esta investigación se empleo el ejercicio basado en la velocidad o “Velocity-based training” ³⁴ (VBT), indagando en si la terapia percusiva aplicada sobre la musculatura agonista del movimiento, en este caso el press de banca. Se contó con la participación de 24 sujetos, hombres en edad universitaria, que fueron divididos de forma aleatoria entre dos grupos, uno en que se aplicó la terapia percusiva (PTG) y otro grupo control (CG) al que no se aplicó ningún tipo de terapia.

El ejercicio en cuestión de press de banca se pauto de tal forma que los sujetos participantes fueran a realizarlo con un descanso adecuado, siendo indicados de no ejercitar este grupo muscular en los 3 días previos, para evitar la interferencia del efecto de la fatiga, ya que 72 horas antes se había realizado el test de RM para averiguar el peso a utilizar en el test y que este sea óptimo; asimismo se les indicó que no tomaran ningún tipo de sustancia depresora ni estimulante que pudiera alterar los resultados del test. Para la realización del ejercicio se situó el banco totalmente plano y se empleó un agarre amplio (x2 anchura biacromial), de este modo el pectoral mayor es el principal agonista del movimiento. Una vez calculado el peso a utilizar en base al RM previamente cuantificado se indicaba a los participantes que realizaran el mayor número de repeticiones que les fuese posible a la máxima velocidad; en el momento que se reducía la velocidad de movimiento más de un 30% en cada serie esta se detenía, contabilizando las repeticiones efectuadas hasta ese momento.

En los descansos entre series, de 3 minutos de duración, se aplicó terapia percusiva al grupo PTG, empleando una Theragun® G3 (Therabody, Los Angeles, CA, USA). Se emplearon parámetros estándar en el ámbito de la terapia percusiva, con una amplitud de 16mm, y frecuencia de 2400 rpm; se aplicó por toda el área de ambos pectorales de forma alternativa, con movimientos relativamente rápidos y presión constante, durante 15 segundos. Para analizar estadísticamente el rendimiento de los participantes en el estudio se emplearon tests Shapiro-Wilk, en los que se comparan las dos variables recogidas durante la realización del ejercicio, estas son el número de repeticiones y la velocidad de movimiento. Una vez analizados los resultados se observó que el grupo de PTG mostró una mayor resistencia, pudiendo realizar este grupo un mayor número de repeticiones que el CG. Sin embargo no se hallaron diferencias significativas en cuanto al EI (Effort Index), que es una variable relacionada con la velocidad de ejecución del ejercicio y la pérdida de velocidad a lo largo del mismo.

Por estas razones los autores concluyen que la terapia percusiva puede ser una herramienta útil para retrasar la aparición de fatiga en la extremidad superior, mejorando así el rendimiento muscular.

Como podemos observar se produjeron ciertos beneficios tras la aplicación de percusión para retrasar la fatiga, sin embargo este marcador resulta ambiguo para analizar la fuerza y rendimiento muscular, y aquellas variables de mayor relevancia arrojaron resultados no significativos que no apoyan la idea de que esta terapia incrementa la fuerza muscular. Por último encontramos el estudio de Souron ⁴, en su caso encontramos un estudio que a priori arroja resultados positivos pero que cuenta con severas limitaciones que analizaremos más adelante:

Souron et al. ⁴ (2017): “Eight weeks of local vibration training increases dorsiflexor muscle cortical voluntary activation”

Este estudio tenía como objetivo comprobar si la vibración local, aplicada como entrenamiento, es decir, de manera intensiva podía inducir mejoras en los parámetros de contracción voluntaria, estudiando en este caso la musculatura flexora dorsal del pie.

Se empleó una muestra reducida (n=44), compuesta por personas jóvenes, 20 de ellos hombres y 24 mujeres. Los participantes fueron divididos equitativamente en 2 grupos, un grupo control (CG) con 22 sujetos y otro grupo de vibración local (VIB) compuesto a su vez por 22 personas. Los sujetos incluidos en el grupo VIB recibieron 24 sesiones de 1 hora de vibración local utilizando un dispositivo de vibración portátil (VB 115; Techno Concept, Mane, Francia), con una frecuencia de 100 Hz, sobre el tibial anterior del miembro inferior derecho.

La intervención se dispuso de tal manera que los participantes se habituaran a los procedimientos seguidos durante la intervención, a la vez que se tomaron valores de las variables estudiadas (PRE), una vez realizada esta fase se llevó a cabo un programa de entrenamiento con vibración local de 8 semanas de duración, tomando medidas de las variables estudiadas a mitad (MID/4 semanas) y al finalizar esta fase (POST); asimismo 2 semanas tras finalizar las sesiones de vibración local se volvieron a medir las variables de interés (POST₂). Para tomar las medidas de interés, la MVC de dorsiflexión, se empleó un dinamómetro en el que los sujetos se encontraban sentados y ejercían una fuerza submáxima sobre un pedal. A su vez mientras realizaban la medición los sujetos recibieron estimulación nerviosa periférica, en concreto del nervio peroneo derecho e izquierdo, del mismo modo recibieron también estimulación magnética transcraneal durante la dorsiflexión voluntaria isométrica. Una vez analizados los resultados obtenidos de la investigación se concluyó que un programa de 8 semanas de entrenamiento con vibración local mejoró significativamente la VA_{TMS} (máxima activación voluntaria cortical) y la MVC (máxima contracción voluntaria); sin embargo estos cambios no se limitaron al miembro estudiado, si no que también fueron reportados en el contralateral (izquierdo) que no fue entrenado.

Por este motivo los autores consideran la vibración local como una herramienta prometedora para mejorar parámetros relacionados con la activación y fuerza muscular, especialmente en poblaciones más débiles o envejecidas. Sin embargo este estudio cuenta con severas limitaciones como podemos observar al exponer su metodología e intervención, los sujetos implicados fueron indicados que a lo largo de la duración de la intervención limitaran su actividad física a la aplicación de vibración, es decir que no realizaran ejercicio por su cuenta. También cabe destacar que no se aplicó ningún tipo de intervención placebo o simulada sobre el grupo control. Por estos motivos es que los resultados y conclusiones extraídos de este estudio deben de ser analizados con perspectiva.

Por otro lado encontramos los estudios que mostraron resultados negativos en el incremento de fuerza o rendimiento, es decir, aquellos en los que no se incrementó esta. Quedarán divididos según la terapia que se aplicó en cada uno de ellos y la muestra empleada. En primer lugar encontramos los estudios que analizaron la percusión local, de los cuales dos de ellos (Byrne ²³, Konrad ²²) emplearon atletas aficionados como sujetos para sus investigaciones, por otro lado Imtiyaz empleó sujetos no entrenados en su muestra.

Byrne et al. ²³ (2020): *“The Effect Of Percussive Massage Versus Foam Rolling Aided Warmup On Vertical Jump Performance”*

Este estudio consiste en un ensayo clínico aleatorizado con simple ciego y de diseño de casos cruzados, este autor siguió la tendencia de enfrentar al ya conocido “foam rolling” con una técnica mecánica de masaje; existen múltiples artículos que emplean la vibración como técnica comparativa, sin embargo este fue el único autor que empleó la percusión para observar si esta provocaba mejoras

en el rendimiento, midiendo este último a través del test de salto vertical. En este estudio realizado durante el año 2020 se analizó a 18 participantes (11 hombres y 7 mujeres) en edad universitaria (23.4 ± 3.7 años), atletas aficionados, a los que se les aplicó 2 tratamientos diferentes, junto con un grupo control (N), que no recibió tratamiento alguno.

Los tratamientos aplicados fueron en uno de los grupos el masaje de percusión (PM) y en el otro el “foam rolling” (FR). No se especifica el número exacto de participantes que se destinan a cada uno de los grupos, pero suponemos que se dividirán de forma equitativa, componiéndose cada grupo de 6 participantes. En cuanto a la intervención aplicada esta se pautó de tal manera que ambos grupos recibieran el tratamiento durante el mismo tiempo, con una idéntica duración, y realizaran el mismo test. Esto consistía en que completaran el test de salto vertical en 3 series con 2 minutos de descanso entre ellas. Durante estos descansos se aplicaba la terapia de elección a modo de calentamiento para la próxima serie; antes del primer salto también se aplicó a cada grupo su intervención en los 2 minutos previos a la serie. Ambas terapias fueron aplicadas durante 30 segundos sobre cada uno de los grupos musculares principales efectores del movimiento a analizar, estos fueron: glúteo mayor, cuádriceps, isquiotibiales, gemelo y sóleo; sumando un total de 2 minutos. El test de salto vertical se analizó después de cada tratamiento usando un medidor estándar de salto vertical. Se analizó mediante análisis estadístico ANOVA, con $P < 0.05$; el análisis halló que no existían diferencias significativas entre ninguno de los 3 grupos. Los 3 grupos fueron consistentes a lo largo de las tres series en cuanto a la altura de sus saltos siendo los mejores de cada grupo los siguientes; para el grupo FM= $54.96 \pm 2.3\text{cm}$, PM= $54.05 \pm 2.7\text{cm}$, N= $54.11 \pm 2.5\text{cm}$.

En este estudio podemos comprobar, como el propio autor afirma en las conclusiones de la investigación, que en este caso ni la terapia percusiva local, ni el “foam rolling” generan beneficios en el rendimiento del salto. Por otro lado tampoco provocan detrimento en el rendimiento por lo que como el propio autor comenta su uso sería dependiendo de la preferencia individual. Dentro de las limitaciones de este estudio encontramos un tamaño reducido de la muestra, y que esta no consiste en pacientes patológicos con tono disminuido, sino en sujetos sanos con un buen tono muscular. Por último, este estudio se financió a través de una ayuda económica de Theragun®, lo que es relevante, aunque los resultados del estudio no favorezcan el empleo de la terapia percusiva local sobre otras intervenciones.

Konrad et al. ²² (2020): “The Acute Effects of a Percussive Massage Treatment with a Hypervolt Device on Plantar Flexor Muscles' Range of Motion and Performance.”

Esta investigación abordaba los efectos de la terapia percusiva desde dos variables, el rango de movimiento (ROM) y el rendimiento muscular. En este caso se empleó un dinamómetro para cuantificar la máxima contracción voluntaria (MVC), variable identificada con el rendimiento

muscular. En el estudio se dispuso de una muestra relativamente pequeña (n=16), formada por varones sanos, atletas aficionados; estos fueron divididos de forma aleatorizada en 2 grupos. Un grupo de tratamiento con terapia percusiva (PT) y un grupo control (CG), sobre el que no se realizó ninguna intervención.

Los sujetos acudieron en dos sesiones separadas por dos días entre sí, siendo aplicados los tratamientos de forma aleatoria, antes y después de la intervención se midió el ROM y la MVC con un dinamómetro. Los participantes fueron informados de la forma en que se realizarían las pruebas, sin dar indicaciones del objetivo de las mismas o las hipótesis manejadas. Los pacientes de ambos grupos realizaron un calentamiento (10 minutos de bicicleta estática) previo a la intervención. Después del calentamiento se tomaron las medidas pre-intervención con el sujeto situado en el dinamómetro. Posteriormente se procedió a aplicar la terapia percusiva al grupo PT en la misma disposición en que se tomaron las medidas previamente pero situando el dinamómetro de tal manera que los músculos de la pantorrilla (gastrocnemios y sóleo) estén relajados. Se empleó un dispositivo Hypervolt (Hyperice, California, US) calibrado a una frecuencia de 53Hz y que se aplicó durante 5 minutos sobre la pantorrilla derecha; 2.5 minutos en la cabeza medial y otros tantos minutos sobre la lateral. La percusión se aplicó de medial a lateral y realizando trazos alternos longitudinales y transversales sobre el músculo. El grupo control fue situado en la misma posición, sin embargo no se le aplicó ningún tipo de terapia.

Los resultados de este estudio mostraron un incremento del ROM, pero sin diferencias significativas en la MVC. Por ello como el autor indica puede ser utilizado para aumentar la flexibilidad sin repercutir negativamente en el rendimiento.

Imtiyaz et al. ²⁵ (2014): *“To Compare the Effect of Vibration Therapy and Massage in Prevention of Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS).”*

Sobre este estudio es necesario aclarar que aunque en su título indica que se emplea la vibración comparándola frente al masaje, una vez nos detenemos a observar los parámetros empleados podemos ver que estos son propios de la terapia percusiva. Del mismo modo también es necesario matizar que aunque el estudio esté enfocado al efecto de la vibración local y el masaje sobre las agujetas, también se miden parámetros del interés de esta revisión como es la fuerza o rendimiento muscular, analizada a través de máxima fuerza isométrica (MIF) y la Repetición máxima (RM).

Se empleo un diseño de comparación pre-test y post-test, empleando una muestra considerable (n=45) de mujeres sanas no deportistas, dividiéndolas aleatoriamente en 3 grupos: un grupo de terapia de percusión (PT), un grupo de masaje (MT) y un grupo control (CG). Al grupo de masaje se le aplicó masaje en la zona del bíceps braquial durante 15 minutos, al de percusión se le aplicó esta

durante 5 minutos a 50Hz sobre el vientre y tendón del bíceps braquial; el grupo control no recibió ningún tipo de intervención.

Tras recibir el tratamiento todos los sujetos realizaron un ejercicio excéntrico de flexión de codo (principal agonista el bíceps braquial) en supino sobre el suelo con el hombro ligeramente abducido.

Dentro de este estudio se analizaron múltiples variables como el dolor percibido (DOMS), la lactato deshidrogenasa (LDH), creatina kinasa (CK); todas estas son variables indicadoras de daño tisular, relacionadas con las agujetas o DOMS. Sin embargo este estudio también tuvo en cuenta otras variables como la máxima fuerza isométrica (MIF) y la Repetición máxima (RM), variables de interés para analizar el efecto de estas terapias sobre el rendimiento y la fuerza muscular.

Los resultados de este estudio en cuanto a las variables de interés (MIF y RM) para esta revisión mostraron que el masaje es una herramienta ligeramente más efectiva que la percusión para recuperar antes la fuerza concéntrica, medida a través de la 1RM. Por otro lado la percusión no muestra mejoras significativas sobre ninguno de los otros grupos en las variables relacionadas con el rendimiento y fuerza muscular; si muestra mejoras frente al masaje y grupo control en la reducción de la percepción de dolor (DOMS) y reducción de los niveles de LDH.

Por último encontramos los artículos que arrojaron resultados negativos en el incremento de fuerza o rendimiento, empleando en su intervención la terapia de vibración local. Estos son:

Dickerson et al. (2012): *"Immediate effects of localized vibration on hamstring and quadricep muscle performance."*

Este estudio pretendía analizar si se podía aumentar la flexibilidad e incrementar el ROM, empleando la vibración local, previo a una actividad física; sin que esto disminuya el desempeño muscular en la misma. En el caso de esta investigación se quiso comprobar los efectos de la vibración sobre la musculatura de la pierna; cuádriceps e isquiotibiales. La medición de estos parámetros de fuerza y rendimiento muscular se realizó a través de los tests HHD (Handheld dynamometry) y SLH (Single-leg Hop).

Se seleccionó una muestra de 30 sujetos sanos asintomáticos, compuesta por 19 mujeres y 11 hombres con una edad media de 25.4 años. Estos se dividieron en dos grupos de 15 sujetos cada uno. Un grupo, (VL), recibió 5 minutos de vibración; mientras que el otro (CG), recibió 5 minutos de terapia placebo. La aplicación de la vibración se realizó en sedestación con la cadera flexionada a 90°. Se empleó un dispositivo portátil situado bajo el vientre de los isquiotibiales derechos, el dispositivo estaba programado con una frecuencia de 30Hz y una amplitud de 6mm. La terapia placebo aplicada al grupo control era idéntica a la del grupo de vibración, salvo que el dispositivo de vibración local se encontraba apagado, siendo los participantes informados de que estaba actuando a un nivel fuera de

los rangos de percepción sensoriales, a su vez los sujetos realizaron tareas cognitivas que involucraban principalmente a su hemisferio derecho, para no interferir con el nivel de activación de los isquiotibiales homolaterales. Inmediatamente después de la aplicación de la vibración o placebo, se procedió a la realización de los tests HHD y SLH.

Una vez transcurrida una semana los participantes acudieron de nuevo al laboratorio intercambiando grupos, los que habían recibido vibración recibieron placebo y viceversa. La metodología de la intervención fue idéntica a la ya realizada, efectuando los sujetos los test de medición una vez recibida la terapia. Este estudio cuenta con algunas limitaciones, entre las más reseñables encontramos una muestra reducida (n=30) y el empleo de un dinamómetro de mano y no uno isocinético fijo

Tras analizar los resultados los autores pudieron concluir que la aplicación de 5 minutos de vibración sobre los isquiotibiales derechos no conlleva una mejora significativa del rendimiento y fuerza muscular en el cuádriceps e isquiotibiales del miembro homolateral.

Custer et al. ²⁸ (2017): “The Effects of Local Vibration on Balance, Power, and Self-Reported Pain After Exercise.”

En esta investigación el objetivo se hallaba en encontrar si la aplicación de vibración local tras la realización de un ejercicio podía aportar beneficios en cuanto a la reducción de el DOMS y la fatiga, es decir, si aplicando vibración local se podían mantener un mayor nivel de fuerza muscular tras un proceso fatigante como es el ejercicio.

Se empleó una muestra (n=19) reducida, compuesta por 20 sujetos moderadamente activos; de los cuales 19 (10 hombres y 9 mujeres) completaron el estudio; uno de ellos fue excluido al mostrar síntomas de vértigo. Los participantes acudieron un total de 4 veces a laboratorio, dividido en dos bloques de sesiones separadas un mínimo de 7 días. En cada bloque tuvieron lugar dos sesiones separadas por 24 horas. En la primera se tomaban medidas de las variables de interés y se aplicaba el protocolo de ejercicio y vibración local; y en la segunda tan solo se volvían a tomar valores de los parámetros estudiados (24horas POST). Este proceso se repitió en el siguiente bloque de sesiones a los 7 días. La intervención fue la misma para ambos grupos, tanto control (CG), como vibración (VIB); esta consistió en primer lugar de una toma de medidas, (que se repitió tras el protocolo de ejercicio y vibración) seguida de un protocolo de ejercicio de 30 minutos compuesto por 5 series idénticas. Cada una de ellas consistía en 5 minutos de marcha sobre una cinta de andar inclinada de 0º hasta 15º. Posteriormente los sujetos realizaron de manera continuada durante un minutos 10 saltos de pliegue (tuck jump) y 20 saltos laterales. El nivel de esfuerzo físico fue calculado a lo largo del desarrollo de la intervención por medio del RPE usando la escala de Borg ³⁵, manteniendo un nivel de esfuerzo entre

14 y 17. Una vez realizado el protocolo de ejercicio se procedió a aplicar 8 minutos de vibración sobre la musculatura implicada, a razón de 2 minutos por grupo muscular (cuádriceps, isquiotibiales, glúteos y gemelos-sóleo). Para la aplicación de la vibración se empleó un dispositivo Swisswing® (Swiss TTP, Twinsburg, OH) calibrado a una frecuencia de 20Hz y amplitud de 2mm. En el caso del grupo control se posicionó del mismo modo que el grupo VIB, pero el dispositivo no estuvo funcionando en su caso, sin embargo fueron indicados que este si estaba actuando a un nivel subsensorial fuera de sus capacidades de percepción. Todos los sujetos recibieron ambas terapias de forma aleatorizada, y alternativa en cada uno de los dos bloques de intervención realizados. Se calcularon diferentes parámetros como la propiocepción, el equilibrio o el dolor; pero la variable de interés para esta revisión es el rendimiento muscular, para el cuál se realizó el test de salto vertical usando el Tandem Sport Volleyball Vertical Challenger (Tandem Sport, Louisville, KY).

Los resultados obtenidos tras el análisis de los datos mostraron que sobre el rendimiento muscular, evaluado con la prueba de salto vertical, la vibración local no ejerce efecto alguno sobre el rendimiento muscular en el salto vertical. A pesar de que no se evalúa directamente la fuerza muscular mediante este test, este es un claro indicador del rendimiento y potencia muscular (Sayers ³⁶). Con lo que, como indican los autores tras su investigación, la vibración local no es una herramienta que incremente el rendimiento muscular o atenúe la pérdida del mismo tras la realización de un protocolo de ejercicio de moderada intensidad por parte de sujetos saludables y relativamente activos físicamente.

Moran et al. ³⁰ (2007): “Effect of Vibration Training in Maximal Effort (70% 1RM) Dynamic Bicep Curls”

En este estudio se evaluó que efectos ejercía la aplicación de vibración local sobre la contracción muscular, evaluada en este caso a través de un ejercicio de curl de bíceps; también se evaluaron los efectos que ejerce la vibración local sobre el tejido neuromuscular, tanto si se realiza ejercicio, como en ausencia del mismo.

En esta investigación se dispuso de una muestra pequeña (n=14) compuesta por varones adultos jóvenes (edad media de 26.3 años). Los participantes fueron expuestos repetidamente a 4 intervenciones diferentes de manera aleatorizada, prolongándose la intervención a lo largo de 2 años, en cada uno de los cuales los sujetos acudieron al menos durante 39 semanas a las instalaciones y al menos dos veces en cada una de estas semanas. Los participantes eran sujetos saludables libres de patología. También se les indicó, para evitar interferencias con la investigación, que no realizaran entrenamiento de fuerza durante el tiempo que duró el estudio. Durante el desarrollo del estudio las 4 intervenciones a las que se sometieron los sujetos consistieron en diferentes combinaciones de E (ejercicio), NE(no ejercicio), V (vibración) y P (placebo); en concreto fueron E+V, NE+V, E+P y NE+P. El

ejercicio a realizar en este estudio consistía en 3 series de 10 repeticiones al 70% RM de curl de bíceps. El descanso entre series fue de 3 minutos. La aplicación de vibración se realizó por medio de un dispositivo que se fijaba a la zona del vientre y tendón del bíceps, se aplicó con una amplitud de 1.2mm y una frecuencia de 65Hz. Para la aplicación de la vibración placebo, los sujetos no recibieron vibración alguna pero fueron indicados que consistía en un tipo de vibración muy leve que no podían sentir, para apoyar esta indicación el ruido del motor del dispositivo era evidente para los participantes. Las medidas de evaluación de los parámetros de interés, especialmente la EMG_{mpf} y EMG_{rms} del bíceps braquial para nuestra revisión, fueron tomadas tanto antes de la intervención (PRE), durante la misma (MID) o tras su finalización (POST).

Las conclusiones que los autores extrajeron de su investigación tras analizar los resultados fueron que una vibración con los parámetros que ellos emplearon ($A=1.2mm$ y $F=65Hz$) no mostró mejoras de la función neuromuscular ni la fuerza del músculo bíceps braquial durante la realización de curl de bíceps al 70%RM ni tras completar el ejercicio.

VI. DISCUSIÓN

La irrupción de nuevas herramientas e ideas en el campo de la fisioterapia parece ser una constante en estos tiempos. Diferentes máquinas, dispositivos y otros elementos han surgido para ayudar a los profesionales a alcanzar sus objetivos con los pacientes, estos nuevos instrumentos, y algunos de los profesionales que los aplican, profetizan numerosos beneficios sobre la salud y el rendimiento. Sin embargo, la eficacia de estas nuevas herramientas está avalada en muchas ocasiones por una escasa literatura científica y se apoya principalmente en sus resultados a nivel clínico, junto con diferentes explicaciones fisiológicas de sus posibles vías de funcionamiento sobre el organismo.

En base a esta situación y a la relativa novedad de la aplicación local de diferentes estímulos mecánicos, vibración y percusión, surgió la idea de realizar esta revisión sistemática de la literatura científica disponible al respecto. Con el objetivo en mente de arrojar algo de luz sobre los verdaderos efectos de estas herramientas, en concreto sobre el campo de la fuerza y rendimiento muscular, parámetros que se han relacionado con la mejora de la salud en su conjunto (Schroeder ³⁷, Earnest ³⁸, Rose ³⁹).

En cuanto a las herramientas tratadas en esta revisión dividimos la búsqueda en los dos ámbitos más importantes, la vibración local y la percusión. La vibración local al ser una herramienta más generalizada y contar con las investigaciones previas en el campo de la vibración global (WBV), presenta una mayor cantidad de literatura científica, siendo 6 artículos los seleccionados. Por el contrario la percusión al ser de más reciente aparición muestra una literatura científica más exigua constando esta revisión de un total de 5 artículos seleccionados; dentro de este campo la escasez de investigación y la mala calidad metodológica de esta provocó que los criterios de admisión fueran rebajados para ampliar el número de artículos disponibles, tratando de hacer esto sin que repercutiera de manera significativa sobre la calidad general de la revisión. La muestra de sujetos total involucrados en los estudios de esta revisión es pequeña (n=296), siendo los participantes de los estudios de vibración ligeramente superiores en número sujetos a los de las investigaciones de percusión (n=174 vs n=123).

La mayoría de sujetos de los estudios fueron personas sanas salvo en los estudios de Loginov ³¹ y Costantino ²⁷, en los cuáles se estudiaron los efectos de la percusión y vibración respectivamente sobre sujetos patológicos. En el caso del ³¹ se estudió a pacientes infantiles (3 a 15 años) que sufrían de parálisis cerebral. Por su lado ²⁷ investigó los efectos de la vibración sobre pacientes que habían

sufrido un ACV y cursaban con espasticidad del miembro superior. En ambos casos se trata de investigaciones de una buena calidad metodológica en cuanto a la intervención sobre el grupo control, si bien en el estudio de Loginov al grupo control se le aplicó un tratamiento, este consistió en masaje, el cuál ya ha mostrado que no provoca mejoras en la fuerza muscular (Davis ⁴⁰). Del mismo modo Costantino aplicó sobre el grupo control un placebo, que en su caso consistió en el mismo dispositivo de vibración local, salvo que este no estaba en funcionamiento, tan solo emitía sonidos y luces. En estos dos estudios se observaron mejoras en los parámetros estudiados de fuerza y rendimiento muscular, pero en ambos casos las zonas en las que se aplicó la intervención eran áreas con espasticidad y tono reducido; es decir, que cursaban con una disminución anormal del tono muscular. En contraposición los otros estudios incluidos en esta revisión que mostraron resultados positivos en esta línea (García-Sillero ²⁴, Souron ⁴, Tankisheva ²⁹) dispusieron de muestras variadas. Dos de los estudios ²⁴ y ⁴ contaban con una muestra formada por sujetos sanos en edad joven o adulta, pero en ambos estudios se especifica que no eran atletas ni sujetos entrenados; por el contrario el último estudio mencionado ²⁹, empleó una muestra compuesta por mujeres postmenopausicas, con una edad media de 77 años. En su caso la investigación estaba orientada a prevenir problemas de la vejez como la osteoporosis y la sarcopenia, por medio de una terapia aplicable a estas poblaciones más envejecidas que cursan con un reducido tono muscular, sin que esto sea necesariamente patológico. Por otro lado los estudios ²⁴ y ⁴ si bien es cierto que mostraron mejoras en sus resultados del grupo de intervención, estas fueron muy pequeñas o tan solo en algunos de los parámetros estudiados. En el caso del ²⁴, se encontró que había mejora en el número total de repeticiones que los sujetos a los que se aplicó percusión, podían realizar pero no existía diferencia alguna en otros parámetros como la fatiga o la velocidad de movimiento. Por último respecto a estos artículos el ⁴ es una investigación con una muestra mayor al resto (n=44) y se compone de sujetos jóvenes. En este caso pudo jugar un papel importante la combinación de la vibración con el ejercicio en la intervención, que el estudio se prolongase a lo largo de 8 semanas, y que en el grupo control no se aplicara un placebo si no que simplemente se situara a los participantes en sedestación por un tiempo equivalente al que el otro grupo recibió la aplicación de vibración. Pero si es cierto que en este caso los participantes del grupo de vibración mostraron mejoras superiores al control. A pesar de ello los propios autores indican en sus conclusiones que esta terapia local de vibración puede ser una herramienta interesante pero especialmente en poblaciones envejecidas, con un tono o funcionalidad especialmente reducidos y sin tanta capacidad de un abordaje activo.

Por otra parte encontramos aquellos estudios que reportan resultados negativos en cuanto a mejoras en parámetros de fuerza o rendimiento muscular (Byrne ²³, Konrad ²², Imtiyaz ²⁵, Dickerson ²⁶, Custer ²⁸, Moran ³⁰). En todos estos estudios se empleó una muestra compuesta por sujetos moderadamente activos ²³, ²², ²⁸; o en su lugar sujetos saludables en edad joven-adulta ²⁵, ²⁶, ³⁰. En base a esto podríamos especular que en personas con un tono muscular adecuado, es decir, que no se hallase anormalmente disminuido por cualquier causa (patología, edad...) tanto la terapia de

vibración como la de percusión no muestran diferencias significativas sobre parámetros de fuerza y rendimiento muscular. Sin embargo en la práctica totalidad de los estudios, incluidos en esta revisión, en los que se estudió la variable del ROM esta se incrementó tras la aplicación de vibración o percusión. Tal y como señalan los autores este incremento del ROM no implicó disminuciones del rendimiento y fuerza muscular, al contrario que las mejoras de movilidad a corto plazo obtenidas a través del estiramiento estático, que conllevan una pérdida de rendimiento muscular (Barbosa ⁴¹). Por este motivo y al no tener implicaciones negativas sobre el rendimiento en muchos casos los autores de estas investigaciones recomiendan que la aplicación de estas terapias de vibración o percusión PRE-ejercicio sea una elección individual por preferencias personales a nivel de sensaciones o rendimiento.

Otro factor a tener en cuenta dentro de los resultados de todos los artículos incluidos en esta revisión es el tiempo de duración de la intervención. Debido a los pocos artículos encontrados que encajaran con el perfil y criterios deseados para esta investigación, el tiempo que se prolongó la intervención no fue homogéneo en todas las investigaciones, encontrando artículos como ^{23, 24, 22, 25, 26, 28}, que enfocan el estudio en el corto plazo buscando las mejoras más inmediatas, en general estas investigaciones no muestran resultados positivos inmediatos sobre parámetros relacionados con la fuerza o el rendimiento muscular, existen excepciones como García-Sillero ²⁴, quien en su investigación analizó los efectos de la aplicación de percusión sobre el ejercicio de press de banca, de todas las variables relacionadas con el rendimiento muscular la percusión no atenuó la pérdida de velocidad en el movimiento, ni mejoro la MVC; sin embargo los participantes a quienes se aplicó percusión lograron un mayor número de repeticiones que el grupo control. Por otro lado encontramos los abordajes a largo plazo en investigaciones como ^{31, 27, 4, 29, 30}; en general y en comparación a las investigaciones que buscan los efectos más inmediatos, podemos observar que a una mayor duración del estudio y mayor constancia de aplicación de la terapia, ya sea vibración o percusión, se obtienen unos beneficios mayores. También existen excepciones como el estudio de Moran ³⁰, en el que a pesar de que la intervención se prolonga a lo largo de cerca de dos años y se contabilizan un mínimo de 39 semanas útiles de tratamiento por año no se aprecian diferencias significativas entre grupos. Esto podría deberse a que la intervención consiste en la aplicación de vibración local junto con un ejercicio de curl de bíceps, y en este caso al ir progresando con las cargas (70% RM) se generaron adaptaciones en ambos grupos sin que la vibración jugase un papel de relevancia en ello. En conclusión, la tónica general de los estudios respecto a la duración de la intervención muestran resultados más favorables si esta se realiza durante un periodo prolongado de tiempo más que en el corto plazo buscando efectos rápidos.

Dentro de esta investigación nos encontramos con algunas limitaciones respecto a diferentes ámbitos de la revisión. En primer lugar encontramos que la muestra, tanto en los estudios incluidos en la revisión, como en los que no cumplían satisfactoriamente los criterios de inclusión consistía en grupos muy reducidos, no pasando de las 50 personas ninguno de ellos, y contabilizando nuestra

revisión un total de n=296 participantes, lo cual es un número reducido para permitirnos sacar ideas claras. Otra de las limitaciones que hallamos fue la dificultad para contrastar diferentes estudios entre sí ya que la metodología empleada distaba mucho entre ellos. En primer lugar recogimos estudios con participantes sanos y otros cuyos participantes sufrían de algún tipo de patología; asimismo algunas investigaciones incluían la terapia de elección (percusión o vibración) aplicada junto a un ejercicio o prueba, mientras que en otras ocasiones consistía en una aplicación exenta de ejercicio y que la propia aplicación de la terapia se denominaba por los investigadores “entrenamiento de vibración ó percusión”, en estos últimos el estudio estaba enfocado en el largo plazo, mientras que en los primeros era a corto plazo, dificultando aún más las comparativas ínter-estudios. Es relevante también tomar en cuenta el conocido como “sesgo de realización” principalmente en referencia a los cegamientos empleados en las diferentes investigaciones. En la mayor parte de los estudios incluidos tan solo se produjo el cegamiento del asesor y toma de datos; sin embargo en ninguno de ellos se produjo el cegamiento del terapeuta y solo en algunos se cegó a los participantes; esto se debe a la dificultad para cegar un tratamiento con un dispositivo que actúa mediante estímulos mecánicos sobre el paciente, y en muchos casos a de ser aplicado por el propio profesional. A pesar de esto el cegamiento del asesor de cara a futuros estudios debería ser contemplado como una necesidad y el cegamiento del paciente y del fisioterapeuta debería ser principal siempre que fuese posible.

VII. CONCLUSIONES

En base a los estudios incluidos en esta revisión y a la tónica presente en la mayoría de la literatura científica disponible hasta la fecha no podemos concluir nada de manera definitiva, pero si afirmar una serie de hechos:

- No se aprecian mejoras significativas en la fuerza tras aplicar terapia de vibración local ni terapia percusiva en sujetos saludables.
- Asimismo no se reportaron incrementos significativos del rendimiento muscular tras aplicar estas terapias de vibración local y terapia percusiva sobre sujetos saludables.
- Al aplicar terapia de vibración local y terapia percusiva sobre pacientes patológicos que cursan con una disminución o alteración de la masa y tono muscular, se observan mejoras en el tono y fuerza de la musculatura.
- No se evidencia una disminución del rendimiento ni fuerza muscular tras la aplicación de ninguna de estas terapias, sin embargo si que se incrementa la flexibilidad y el ROM.

Los individuos sanos al ser comparados en intervenciones de vibración+ejercicio no muestran mejoras superiores a tan solo ejercicio con lo que la actividad física o terapia activa debe ser la herramienta fundamental; en algunos casos particulares como disminuciones de la propiocepción o sensibilidad, tanto la vibración como la percusión pueden ser herramientas interesantes para conseguir un mayor trabajo por parte de la musculatura objetivo del tratamiento (Sierra-Guzmán ⁴²). En cuanto a los individuos patológicos la evidencia muestra resultados positivos mediante la aplicación de vibración, así como en menor medida de percusión, en pacientes con afectación de la musculatura, ya sea por espasticidad secundaria a algún tipo de patología (ACV, parálisis cerebral) o por disminución del tono en edades avanzadas (menopausia, sarcopenia), consiguiendo un incremento de la fuerza en estos sujetos.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Issurin VB, Liebermann DG, Tenenbaum G. Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility. J Sports Sci [Internet]. 1994;12(6):561–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/02640419408732206>
2. Thompson WR, Yen SS, Rubin J. Vibration therapy: clinical applications in bone. Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes [Internet]. 2014;21(6):447–53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/MED.0000000000000111>
3. Liphardt A-M, Mündermann A, Koo S, Bäcker N, Andriacchi TP, Zange J, et al. Vibration training intervention to maintain cartilage thickness and serum concentrations of cartilage oligomeric matrix protein (COMP) during immobilization. Osteoarthritis Cartilage [Internet]. 2009;17(12):1598–603. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joca.2009.07.007>
4. Souron R, Farabet A, Féasson L, Belli A, Millet GY, Lapole T. Eight weeks of local vibration training increases dorsiflexor muscle cortical voluntary activation. J Appl Physiol [Internet]. 2017;122(6):1504–15. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1152/japplphysiol.00793.2016>
5. Veqar Z, Imtiyaz S. Vibration therapy in management of delayed onset muscle soreness (DOMS). J Clin Diagn Res [Internet]. 2014;8(6):LE01-4. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7860/JCDR/2014/7323.4434>
6. Gilsanz V, Wren TAL, Sanchez M, Dorey F, Judex S, Rubin C. Low-level, high-frequency mechanical signals enhance musculoskeletal development of young women with low BMD. J Bone Miner Res [Internet]. 2006;21(9):1464–74. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1359/jbmr.060612>
7. Rubin C, Recker R, Cullen D, Ryaby J, McCabe J, McLeod K. Prevention of postmenopausal bone loss by a low-magnitude, high-frequency mechanical stimuli: a clinical trial assessing compliance, efficacy, and safety. J Bone Miner Res [Internet]. 2004;19(3):343–51. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1359/JBMR.0301251>
8. Slatkovska L, Alibhai SMH, Beyene J, Hu H, Demaras A, Cheung AM. Effect of 12 months of whole-body vibration therapy on bone density and structure in postmenopausal women: a randomized trial: A randomized trial. Ann Intern Med [Internet]. 2011;155(10):668–79, W205. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7326/0003-4819-155-10-201111150-00005>
9. Ruan X-Y, Jin F-Y, Liu Y-L, Peng Z-L, Sun Y-G. Effects of vibration therapy on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. Chin Med J (Engl) [Internet]. 2008;121(13):1155–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/00029330-200807010-00001>
10. Lai C-L, Tseng S-Y, Chen C-N, Liao W-C, Wang C-H, Lee M-C, et al. Effect of 6 months of whole body vibration on lumbar spine bone density in postmenopausal women: a randomized controlled

- trial. Clin Interv Aging [Internet]. 2013;8:1603–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2147/CIA.S53591>
11. Couto BP, Silva HR, Barbosa MP, Szmuchrowski LA. Chronic effects of different frequencies of local vibrations. Int J Sports Med [Internet]. 2012;33(2):123–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1286294>
 12. Souron R, Besson T, Millet GY, Lapole T. Acute and chronic neuromuscular adaptations to local vibration training. Eur J Appl Physiol [Internet]. 2017;117(10):1939–64. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-017-3688-8>
 13. Roll JP, Vedel JP, Ribot E. Alteration of proprioceptive messages induced by tendon vibration in man: a microneurographic study. Exp Brain Res [Internet]. 1989;76(1):213–22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/bf00253639>
 14. Fallon JB, Macefield VG. Vibration sensitivity of human muscle spindles and Golgi tendon organs. Muscle Nerve [Internet]. 2007;36(1):21–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/mus.20796>
 15. Burke D, Hagbarth KE, Löfstedt L, Wallin BG. The responses of human muscle spindle endings to vibration of non-contracting muscles. J Physiol [Internet]. 1976;261(3):673–93. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.1976.sp011580>
 16. Brown MC, Engberg I, Matthews PB. The relative sensitivity to vibration of muscle receptors of the cat. J Physiol [Internet]. 1967;192(3):773–800. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.1967.sp008330>
 17. Seckel MA, Remel B. Evidence-based practice: Percussion and vibration therapy. Crit Care Nurse [Internet]. 2017;37(3):82–3. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4037/ccn2017775>
 18. Makhabah DN, Ambrosino N. Airway clearance in the intensive care unit. EMJ Respir. 2013;1:135–9.
 19. Herrero AJ, Menéndez H, Gil L, Martín J, Martín T, García-López D, et al. Effects of whole-body vibration on blood flow and neuromuscular activity in spinal cord injury. Spinal Cord [Internet]. 2011;49(4):554–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/sc.2010.151>
 20. Johnson PK, Feland JB, Johnson AW, Mack GW, Mitchell UH. Effect of whole body vibration on skin blood flow and nitric oxide production. J Diabetes Sci Technol [Internet]. 2014;8(4):889–94. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/1932296814536289>
 21. King LK, Almeida QJ, Ahonen H. Short-term effects of vibration therapy on motor impairments in Parkinson's disease. NeuroRehabilitation [Internet]. 2009;25(4):297–306. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3233/NRE-2009-0528>
 22. Konrad A, Glashüttner C, Reiner MM, Bernsteiner D, Tilp M. The acute effects of a percussive massage treatment with a Hypervolt device on plantar flexor muscles' range of motion and performance. J Sports Sci Med. 2020;19(4):690–4.
 23. Byrne P, Aquino M, Spor C, Virginia J, Diaz J, Mullin R, et al. The effect of percussive massage versus foam rolling aided warmup on vertical jump performance: 3818 Board #135 may 30 8:00 AM - 9:30 AM. Med Sci Sports Exerc [Internet]. 2020;52(7S):1047–1047. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1249/01.mss.0000686996.99371.25>

24. García-Sillero M, Jurado-Castro JM, Benítez-Porres J, Vargas-Molina S. Acute effects of a percussive massage treatment on movement velocity during resistance training. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2021;18(15):7726. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18157726>
25. Imtiyaz S, Veqar Z, Shareef MY. To compare the effect of vibration therapy and massage in prevention of delayed onset muscle soreness (DOMS). *J Clin Diagn Res* [Internet]. 2014;8(1):133–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7860/JCDR/2014/7294.3971>
26. Dickerson C, Gabler G, Hopper K, Kirk D, McGregor CJ. Immediate effects of localized vibration on hamstring and quadricep muscle performance. *Int J Sports Phys Ther*. 2012;7(4):381–7.
27. Costantino C, Galuppo L, Romiti D. Short-term effect of local muscle vibration treatment versus sham therapy on upper limb in chronic post-stroke patients: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* [Internet]. 2017;53(1):32–40. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23736/S1973-9087.16.04211-8>
28. Custer L, Peer KS, Miller L. The effects of local vibration on balance, power, and self-reported pain after exercise. *J Sport Rehabil* [Internet]. 2017;26(3):193–201. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1123/jsr.2015-0125>
29. Tankisheva E, Bogaerts A, Boonen S, Delecluse C, Jansen P, Verschueren SMP. Effects of a six-month local vibration training on bone density, muscle strength, muscle mass, and physical performance in postmenopausal women. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2015;29(9):2613–22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0000000000000895>
30. Moran K, McNamara B, Luo J. Effect of vibration training in maximal effort (70% 1RM) dynamic bicep curls. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2007;39(3):526–33. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1249/mss.0b013e31802d11a7>
31. Loginov DV, Seselkin AI. Study of the effect of a massage gun on the muscles of the anterior surface of the thigh in children with cerebral palsy. *Kul'tura fizicheskaya i zdorov*. 2020;177–80. Disponible en: http://dx.doi.org/10.47438/1999-3455_2020_4_177
32. Benedetti MG, Boccia G, Cavazzuti L, Magnani E, Mariani E, Rainoldi A, et al. Localized muscle vibration reverses quadriceps muscle hypotrophy and improves physical function: a clinical and electrophysiological study: A clinical and electrophysiological study. *Int J Rehabil Res* [Internet]. 2017;40(4):339–46. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/mrr.0000000000000242>
33. Buckner SL, Jessee MB, Mouser JG, Dankel SJ, Mattocks KT, Bell ZW, et al. The basics of training for muscle size and strength: A brief review on the theory: A brief review on the theory. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2020;52(3):645–53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1249/mss.00000000000002171>
34. Weakley J, Mann B, Banyard H, McLaren S, Scott T, Garcia-Ramos A. Velocity-based training: From theory to application: From theory to application. *Strength Cond J* [Internet]. 2021;43(2):31–49. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1519/ssc.0000000000000560>
35. Chen MJ, Fan X, Moe ST. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. *J Sports Sci* [Internet]. 2002;20(11):873–99. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/026404102320761787>

36. Sayers SP, Harackiewicz DV, Harman EA, Frykman PN, Rosenstein MT. Cross-validation of three jump power equations. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 1999;31(4):572–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-199904000-00013>
37. Schroeder EC, Franke WD, Sharp RL, Lee D-C. Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled trial. *PLoS One* [Internet]. 2019;14(1):e0210292. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0210292>
38. Earnest CP, Johannsen NM, Swift DL, Gillison FB, Mikus CR, Lucia A, et al. Aerobic and strength training in concomitant metabolic syndrome and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2014;46(7):1293–301. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1249/MSS.0000000000000242>
39. Rose DK, Nadeau SE, Wu SS, Tilson JK, Dobkin BH, Pei Q, et al. Locomotor training and strength and balance exercises for walking recovery after stroke: Response to number of training sessions. *Phys Ther* [Internet]. 2017;97(11):1066–74. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/ptj/pzx079>
40. Davis HL, Alabed S, Chico TJA. Effect of sports massage on performance and recovery: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Sport Exerc Med* [Internet]. 2020;6(1):e000614. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000614>
41. Barbosa GM, Trajano GS, Dantas GAF, Silva BR, Vieira WHB. Chronic effects of static and dynamic stretching on hamstrings eccentric strength and functional performance: A randomized controlled trial: A randomized controlled trial. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2020;34(7):2031–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.00000000000003080>
42. Sierra-Guzmán R, Jiménez-Díaz F, Ramírez C, Esteban P, Abián-Vicén J. Whole-body-vibration training and balance in recreational athletes with chronic ankle instability. *J Athl Train* [Internet]. 2018;53(4):355–63. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4085/1062-6050-547-16>

10. ANEXOS

Bases de datos	Términos MesH	Combinación
Medline-Pubmed The Cochrane Library Plus ResearchGate Trip Web of Science	1. Exercise 2. Rehabilitation 3. Physical therapy 4. Vibration 5. Percussion 6. Range of motion 7. Physical functional performance	- #1 AND #4 - #1 AND #5 - #2 AND #4 OR #5 - #6 AND #4 OR #5 - #8 AND #4 OR #5 - #6 AND #8 AND #4 OR #5 - #3 AND #4 OR #5
Scopus PEDro Scielo	8. Muscle strength 9. Physiotherapy	- #9 AND #6 OR #8 AND #4 OR #5 - #3 AND #4 - #2 AND #8 AND #4 OR #5 - #3 AND #5

Tabla 1. Términos MesH empleados y sus diferentes combinaciones en cada una de las bases de datos empleadas para la búsqueda electrónica de artículos científicos.

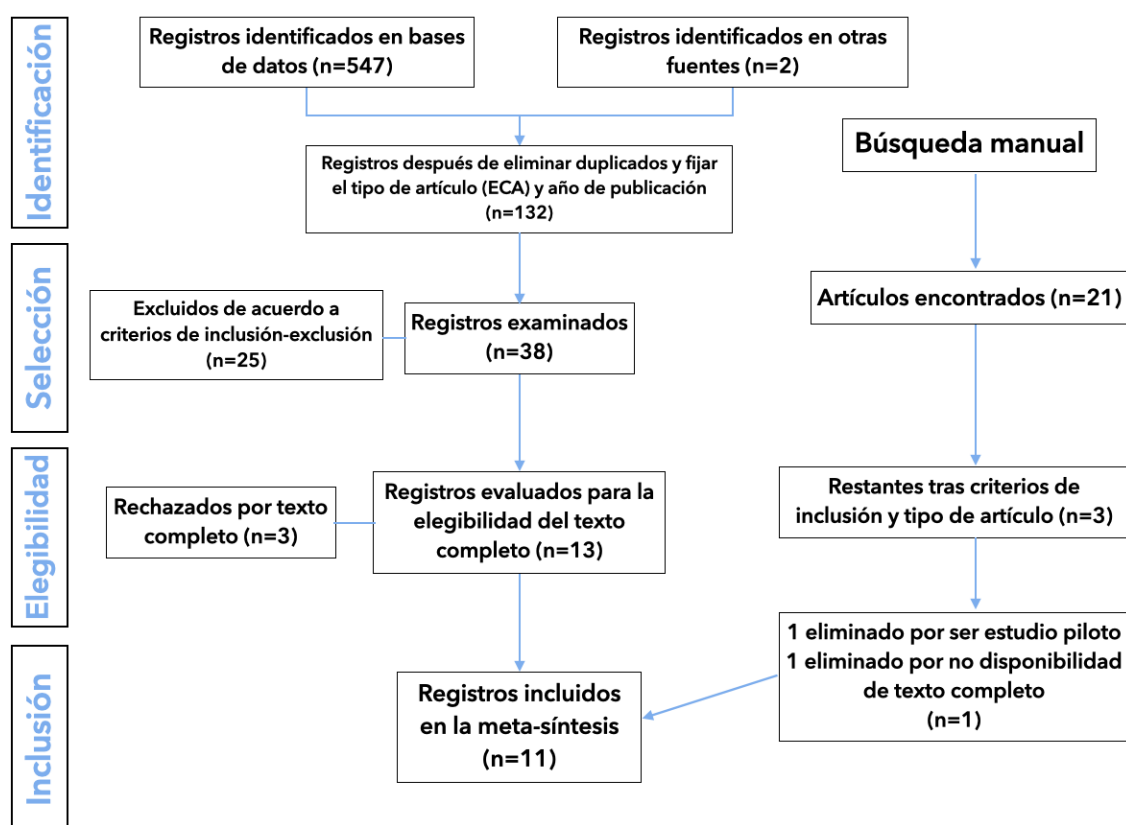


Figura 1. Desglose de la estrategia de búsqueda y posterior selección de los artículos relevantes.

Autor, año, nota	Diseño	Muestra (n)	Grupos	Resultados	Conclusiones
Byrne P, et al. 2020 PEDro: 5/10	Ensayo controlado aleatorizado con simple ciego	18 sujetos - 11 hombres - 7 mujeres	3 grupos: - N: sin masaje - PM: masaje de percusión - FM: foam rolling	No se hallaron diferencias significativas entre grupos ($p < .05$) ni entre saltos antes y después de la intervención.	Los resultados de este estudio nos indican que tanto el masaje percusivo como el no percusivo ni mejoran ni interfieren negativamente en el rendimiento de salto vertical, por tanto su uso podría ser por preferencia individual.
García-Sillero M, et al. 2021 PEDro: 6/10	Ensayo controlado aleatorizado con simple ciego	24 hombres	2 grupos: - PTG: masaje de percusión - CG: grupo control	El grupo PTG realizó un mayor número de repeticiones que el grupo control (CG). No se hallaron diferencias significativas en la velocidad de movimiento y fatiga. ($p > 0.05$)	La terapia percusiva es un método eficaz para retrasar la pérdida de velocidad de movimiento en el ejercicio de Press banca.
Konrad A, et al. 2020 PEDro: 5/10	Ensayo controlado aleatorizado con simple ciego	16 hombres	2 grupos: - PT: masaje de percusión - CG: grupo control	El grupo PT mejoró significativamente el ROM tras el masaje de percusión. ($p > 0.5$). Sin embargo no se hallaron diferencias significativas en la MVC respecto al grupo control. ($n < 0.05$)	El empleo de terapia percusiva puede ser una herramienta interesante para aumentar la flexibilidad y movilidad sin reducir el rendimiento muscular en un programa de calentamiento.
Imtiyaz S, et al 2014 PEDro: 4/10	Ensayo controlado aleatorizado con simple ciego	45 mujeres	3 grupos: CG: grupo control PM: masaje de percusión MT: masaje terapéutico	No hubo diferencias significativas entre el CG y los grupos en la MIF, ni tampoco en el ROM. El masaje terapéutico mostró mejores resultados en la prueba de 1RM frente a los otros grupos.	El masaje terapéutico puede ser en este caso una herramienta más interesante que la percusión-vibración para atenuar la disminución del rendimiento, sin embargo las diferencias son leves y poco consistentes respecto a que herramienta produce mayores beneficios.
Loginov D, et al. 2020 PEDro: 5/10	Ensayo controlado aleatorizado con simple ciego	20 niños con parálisis cerebral de 3 a 15 años.	2 grupos: - PT: masaje de percusión - CG: grupo control	El grupo PT mostró mejores resultados respecto al CG mejorando el rendimiento y reduciendo el dolor en los pacientes.	El uso de una pistola de masaje produce mayores beneficios que los tratamientos tradicionales, presentando un efecto positivo sobre la musculatura y la movilidad.
Dickerson C, et al. 2012 PEDro: 5/10	Ensayo controlado aleatorizado con simple ciego	30 sujetos asintomáticos -19 mujeres - 11 hombres	2 grupos: - VL: vibración local - CG: grupo control Se repite el tto al cabo de una semana alternando los grupos (CG -> PT)	No hubo diferencias significativas entre el grupo VL y el CG ni entre ambas piernas en sujetos del grupo de VL.	La aplicación de vibración local unilateral con una duración para aumentar la flexibilidad no disminuyó la fuerza isométrica de cuádriceps ni isquiotibiales de ninguna pierna.
Costantino C, et al. 2017 PEDro: 6/10	Ensayo controlado aleatorizado con simple ciego	32 pacientes de ACV - 21 hombres - 11 mujeres	2 grupos: - VL: Vibración local - CG: Grupo control (placebo)	El grupo de VL mostró mejoras frente al CG en la fuerza de agarre, dolor, calidad de vida y reducción de la espasticidad.	Un tratamiento de vibración local con los parámetros de este estudio podría mejorar la fuerza de agarre, el dolor, la calidad de vida y reducir la espasticidad y discapacidad en miembro superior de pacientes hemipléjicos post ACV
Souron R, et al. 2017 PEDro: 6/10	Ensayo controlado aleatorizado con simple ciego	44 sujetos - 20 hombres - 24 mujeres	2 grupos: - VIB: Vibración local (n=22) - CG: Grupo control (n=22)	Mejora del MVC en el VIB en MID y POST, también mejora de la VMA(tms). Estas mejoras se mantuvieron en ambas piernas en POST2.	La LVT parece ser una herramienta prometedora de cara a mejorar la fuerza a través de un incremento de la MVC. Este método debería ser considerado para poblaciones envejecidas o que no soporten la WBV.
Custer L, et al. 2017 PEDro: 6/10	Ensayo controlado aleatorizado con simple ciego	19 sujetos - 10 hombres - 9 mujeres	2 grupos: - VIB: Vibración local - CG: Grupo control	No se hallaron cambios significativos en la fuerza máxima, dolor y equilibrio estático y dinámico, inmediatamente tras la intervención ni a las 24hr respecto al grupo control.	Esta intervención con VL no ha demostrado ser una herramienta eficaz que promueva la recuperación muscular, en sus parámetros de fuerza ni equilibrio.
Tankisheva E, et al. 2015 PEDro: 6/10	Ensayo controlado aleatorizado con simple ciego	35 mujeres postmenopausicas	2 grupos: - VG: Vibración local (n=17) - CG: Grupo control (n=18)	Mejora del VG en la fuerza isométrica de extensión de rodilla a 60° respecto al CG. No cambios significativos en BMD, masa muscular o rendimiento.	6 meses de este protocolo de entrenamiento de vibración mejoraron algunos parámetros de fuerza muscular pero no tuvieron efectos generalizados. Esta intervención se puede considerar segura para mujeres postmenopausicas.
Moran K, et al. 2007 PEDro: 5/10	Ensayo controlado aleatorizado con simple ciego	14 sujetos	Se expuso a todos los participantes a 4 intervenciones aleatoriamente: - E+V: Ejercicio y vibración - E+SV: Ejercicio y vibración placebo - NE+V: No ejercicio y vibración - NE+SV: No ejercicio y vibración placebo	No se hallaron cambios significativos ni durante el entrenamiento ni después del mismo en la velocidad angular media ni máxima, el momento medio y máximo, la potencia media y máxima o la EMG(rms) del bíceps.	Estos hallazgos sugieren que la vibración directa sobre el tendón del bíceps braquial con una amplitud de 1.2mm y 65Hz de frecuencia no mejora el rendimiento muscular de contracciones de esfuerzo máximo durante o tras el entrenamiento.

Tabla 2. Resumen y descripción de las características y parámetros más relevantes de los estudios incluidos en la revisión .

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Puntuación total
Byrne P, et al. 2020	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	6/11
García-Sillero M, et al. 2021	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	6/11
Konrad A, et al. 2020	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	7/11
Imtiyaz S, et al 2014	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	6/11
Loginov D, et al. 2020	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	6/11
Dickerson C, et al. 2012	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-	6/11
Costantino C, et al. 2017	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	6/11
Souron R, et al. 2017	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	6/11
Custer L, et al. 2017	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	8/11
Tankisheva E, et al. 2015	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	6/11
Moran K, et al. 2007	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	7/11

Tabla 3. Descripción gráfica del proceso de análisis cualitativo y lectura crítica de los artículos seleccionados para la revisión. (La puntuación obtenida no es la nota de los artículos)

Autor y año	Intervención
Byrne P, et al. 2020	3 pruebas de 3 saltos verticales (VJ) con 2 min de descanso entre ellas. Durante el descanso se aplicó una intervención (N, PM ó FM) en el caso de PM y FM se realizó de manera bilateral 30 seg por músculo (glúteo mayor, isquiotibiales, cuádriceps y gastrocnemio)
García-Sillero M, et al. 2021	4 series al 70% de RM (Repetición Máxima) a la máxima velocidad hasta perder un 30% de la velocidad de ejecución, con 3 min de descanso entre series. La percusión se aplicó justo al acabar cada serie durante 15 seg en el pectoral mayor
Konrad A, et al. 2020	Se masajearon los músculos de la pantorrilla durante 5 min en 2 días diferentes midiendo inmediatamente después el rango de dorsiflexión y la MVC con un dinamómetro.
Imtiyaz S, et al 2014	Se aplicaron 5 min de terapia percutora-vibratoria (50Hz) ó 15 min de masaje, previo a un ejercicio excéntrico de flexores de codo realizando 30 Rep con 45 seg de descanso entre ellas.
Loginov D, et al. 2020	Clases 3 a la semana durante 30 min a lo largo de 19 días. En ambos grupos se realizaron ejercicios de fortalecimiento. El CG recibió masaje mientras que el grupo PT recibió masaje con pistola de percusión.
Dickerson C, et al. 2012	Se aplicaron 5 minutos de vibración o placebo (según grupo) en la extremidad derecha, midiendo después la MVC y el SLH en ambas extremidades.
Costantino C, et al. 2017	Aplicación de vibración local en el tríceps braquial y extensor radial largo y corto del carpo durante contracción isométrica. 30 min - 3 veces por semana (12 sesiones)
Souron R, et al. 2017	24 sesiones de 1 hr (3x semana) de vibración durante 8 semanas. Se aplico sobre el vientre del tibial anterior previamente a la medición de la MVC. Mediciones PRE, MID (4 semanas), POST (8 semanas) y POST2 (2 semanas tras tto)
Custer L, et al. 2017	Tras 30 min de ejercicio se aplica VL o placebo sobre tríceps sural, cuádriceps, isquiotibiales y glúteos. A la semana se alternan las intervenciones.(CG -> VIB)
Tankisheva E, et al. 2015	Se aplicaron 30 min de vibración 5 días por semana durante 6 meses. A lo largo de la intervención se incremento el volumen de vibración, la frecuencia y se redujo el tiempo de descanso.
Moran K, et al. 2007	Ejercicio: 3 series de curl de bíceps al 70% del 1RM. La vibración se aplicó sobre el tendón del bíceps con una amplitud de 1.2mm y frecuencia de 65Hz. Se midieron los parámetros de estudio durante el entrenamiento e inmediatamente después.

Tabla 4. Desglose y descripción de las intervenciones llevadas a cabo en cada uno de los estudios seleccionados para la revisión.

Intervención	Autor artículo	MEJORA PARÁMETROS DE FUERZA/RENDIMIENTO	NO MEJORA PARÁMETROS DE FUERZA/RENDIMIENTO
PERCUSIÓN	Byrne P, et al.		
	García-Sillero M, et al.		
	Konrad A, et al.		
	Imtiyaz S, et al		
	Loginov D, et al.		
VIBRACIÓN	Dickerson C, et al.		
	Costantino C, et al.		
	Souron R, et al.		
	Custer L, et al.		
	Tankisheva E, et al.		
	Moran K, et al.		

Tabla 5. Resumen de resultados de los diferentes estudios en los ámbitos de fuerza y rendimiento muscular.