

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA



EFECTO DEL MASAJE VIBRATORIO CON HYPERVOLT EN LA MUSCULATURA ISQUIOSURAL: ENSAYO ALEATORIZADO Y CONTROLADO PILOTO.

AUTOR: Nadal García, Iria Milde

Nº expediente. 1752

TUTOR. Sergio Hernández Sánchez

Departamento y Área. Departamento de patología y cirugía. Área de fisioterapia.

Curso académico 2018 - 2019

Convocatoria de Junio



ÍNDICE

1. RESUMEN.....	4
2. ABSTRACT.....	5
3. ÍNDICE ABREVIATURAS	5
4. INTRODUCCIÓN	6
5. HIPÓTESIS DE TRABAJO	8
6. OBJETIVOS.....	9
• Objetivo general	9
• Objetivos específicos	9
7. MATERIAL Y MÉTODOS	9
• Recursos materiales	10
• Recursos humanos	10
• Evaluación del ROM	11
• Evaluación del umbral del dolor	12
• Evaluación fuerza isométrica	13
• Evaluación de la estabilidad dinámica de la rodilla	13
• Protocolo de intervención	14
8. RESULTADOS	16
9. DISCUSIÓN	17
10. CONCLUSIÓN.....	20
11. ANEXOS	20
12. BIBLIOGRAFÍA.....	24

1. RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La vibración es una de las nuevas técnicas que se han introducido en el campo de rehabilitación. La vibración global de todo el cuerpo, la más utilizada, es aplicada indirectamente por placas vibratorias. Es por esto por lo que la energía de la vibración puede disminuir para los músculos más distantes. Para ello, se han propuesto pequeños dispositivos que realizan vibración local administrándose directamente sobre el vientre muscular o el tendón.

MÉTODOS: este estudio experimental (pre-post intervención) investigó a 20 sujetos de edad media 22 ± 2.3 años: experimental (n=10) y control (n=10). Se comparó la efectividad de ambas intervenciones sobre la musculatura isquiosural: con el dispositivo Hypervolt en el grupo experimental y masaje de percusión y vibración a modo de tratamiento placebo en el grupo control. Específicamente se examinaron el rango articular (ROM) de extensión de rodilla, el umbral de sensibilidad al dolor por presión en tres puntos gatillo de los isquiosurales, la fuerza isométrica de flexión de rodilla y la estabilidad dinámica del miembro inferior (Y-Balance test).

RESULTADOS: los sujetos fueron similares en edad, peso y talla. En la mayoría se observaron diferencias significativas en el grupo experimental pre y post intervención, pero sólo se obtuvieron resultados significativos entre ambos grupos en el umbral de dolor por presión y en YB-Anterior.

CONCLUSIÓN: se cumple parcialmente la hipótesis planteada, existiendo nuevas vías de investigación para conocer los potenciales efectos del dispositivo estudiado.

2. ABSTRACT

INTROUCTION: Vibration is one of the new techniques that have been introduced in the rehabilitation field. The whole-body vibration, the most used, is indirectly applied by vibrating plates. This is why the energy of the vibration can decrease for more distant muscles. For this purpose, small devices have been proposed which perform local muscle vibration by administering directly over the muscle or the tendon.

METHODS: a quasi-experimental study was designed (pre-post intervention) and investigated 20 individuals (mean age 22 ± 2.3): experimental (n = 10) and control (n = 10). The effectiveness of both interventions on the hamstring musculature was compared: with the Hypervolt device in the experimental group and percussion and vibration massage as a placebo treatment in the control group. Specifically, the joint range (ROM), the pain sensitivity threshold for pressure at three trigger points of the hamstrings, the isometric force of knee flexion and the dynamic stability of the lower limb were examined (Y-Balance test).

RESULTS: the individuals were similar in age, weight and height. In the majority, significant differences were observed in the experimental group pre and post intervention, but only significant results were obtained between both groups in the pressure pain threshold and in YB-Anterior.

CONCLUSION: the hypothesis is partially fulfilled, there are new ways of research to know the potential effects of the studied device.

3. ÍNDICE ABREVIATURAS

- TVR: Reflejo vibratorio tónico
- WBV: Whole body vibration
- LMV: Local muscle vibration
- VT: Vibration therapy
- AKE: Active Knee Extension test
- EIAS: Espina Ilíaca Antero Superior.

4. INTRODUCCIÓN

La vibración es una estimulación mecánica caracterizada por una onda oscilatoria. (Musumeci, 2017). Es una de las nuevas técnicas que se han introducido en el ámbito de entrenamiento y rendimiento deportivo, así como en el campo de la rehabilitación (German, 2018). El mecanismo neurofisiológico a través del cual actúa la estimulación vibratoria se ha asignado al reflejo vibratorio tónico (TVR). Al aplicar la vibración se produce un estiramiento rápido que estimula este mecanismo, se activan los husos musculares y, por tanto, se produce una fuerza involuntaria. (Germann, 2018).

Existen dos formas de estimulación mediante la vibración: la vibración global y la vibración muscular local (Otadi, 2019). La vibración global de todo el cuerpo (Whole body vibration, WBV), la más utilizada, se aplica de manera indirecta por medio de placas vibratorias que producen oscilaciones sinusoidales. Los factores biomecánicos que determinan su intensidad son la amplitud, la frecuencia y la magnitud de las oscilaciones (Musumeci, 2017). Teniendo en cuenta las numerosas combinaciones de frecuencias y amplitudes que se pueden obtener, hay una amplia variedad de protocolos para la aplicación de la vibración en seres humanos. Sin embargo, los estudios con resultados más significativos utilizan la vibración con una frecuencia de entre 25 y 45 Hz. Además, se recomienda aplicar en un período de tiempo de poca duración (2-20 minutos) intercalados con etapas de descanso de duración variable y con el sujeto al que se le aplica la vibración en una postura erguida y con una pequeña flexión de caderas y rodillas para garantizar una mejor transmisibilidad de las fuerzas en la cadera y la columna vertebral. (Saggini, 2016). Según Musumeci (2017) la WBV aplicada en diez minutos durante diez días mejoró el rendimiento de sujetos físicamente activos. También se han encontrado estudios que reportan una mejora en la capacidad de salto vertical en un 3.8% y un aumento del 7% en la potencia mecánica durante la prensa horizontal de piernas (Bosco, 2000). Además, Carmelo Bosco descubrió que la WBV podrían crear modificaciones en las condiciones gravitacionales. (Giuseppe Musumeci, 2017). Sin embargo, Tankisheva et al. 2013 confirma que cuando se usa WBV, la energía de la vibración puede disminuir

especialmente para los músculos más distantes debido a la distancia entre la fuente de vibración y el músculo objetivo. Para superar las limitaciones de WBV, se han propuesto pequeños dispositivos vibratorios locales y portátiles. (Souron, 2016). Hablamos de la vibración muscular local (Local Muscle Vibration, LMV) que consiste en aplicar vibraciones directamente sobre el vientre muscular o el tendón sin ninguna contribución muscular activa del participante, es decir, se puede usar mientras la persona está sentada o acostada. La vibración local permite utilizar un estímulo vibratorio muy preciso sin propagación de señales mecánicas a través de los tejidos biológicos y sin que la señal aplicada se distorsione. Entre sus ventajas destacan su asequible precio y su uso sencillo, pudiendo ser usado en casa.

Algunos estudios han evaluado el efecto de la LMV en los músculos y se ha demostrado que se consigue una actividad muscular significativamente mayor. También aumenta el rango de movimiento, tiene efectos positivos en la función muscular y contribuye a la mejora clínica de los pacientes. (Otadi, 2019). Según Karimi-AhmadAbadi (2017), unos de los efectos interesantes de la LMV es que puede ser útil para reducir la espasticidad y estimular el sistema propioceptivo.

En cuanto a la frecuencia utilizada, según diversos autores depende del objetivo que queramos conseguir, por ejemplo, Couto et al. (2011) reportaron un aumento del rendimiento muscular tras aplicar la vibración local a unos 8 y 26 Hz. Sin embargo, Pamukoff et al. (2014) informaron efectos significativos en la activación del músculo cuádriceps al aplicar la vibración local a 30 Hz. Por otro lado, Karimi-AhmadAbadi (2017) propone una aplicación a una frecuencia de 100 Hz durante 5 minutos sobre la planta del pie para aumentar la propiocepción y el equilibrio.

Existe actualmente en el mercado un dispositivo de aplicación de la terapia vibratoria (Hypervolt) que va más allá de la vibración local, aunque no llega a producir estímulos globales. Su aplicación es muy similar a la vibración local por lo tanto muchos de los efectos que proporciona son semejantes. La terapia vibratoria (Vibration Therapy, VT) se aplica directamente al área de la lesión. Es un estímulo mecánico que estimula los receptores sensoriales (Saxena 2013). Para la terapia vibratoria, también nombrada masaje vibratorio se

crea un campo electrostático pulsante de baja intensidad y frecuencia entre el aplicador manual y el tejido del paciente. En consecuencia, las fricciones rítmicas se generan moviendo el aplicador repetida y rápidamente en la misma dirección. Esto da como resultado oscilaciones del tejido local que incluye piel, tejido subcutáneo, músculos, vasos sanguíneos y vasos linfáticos, por lo que dará lugar un aumento de la circulación vascular local (Kraft, 2013).

El masaje vibratorio se ha empleado durante años para estimular la absorción del edema, reducir el dolor y aliviar la cicatrización de las heridas (Kanter, 2013), y en la actualidad se ha demostrado que también ayuda a la extensibilidad muscular, disminuye la tensión muscular y posiblemente mejora la fuerza.

En conclusión, la vibración sobre las estructuras musculoesqueléticas podría ser una intervención eficaz, pero el tipo de tratamiento de vibración (amplitud, frecuencia y magnitud de las oscilaciones) debe personalizarse ya que existe una variabilidad individual e interpersonal, por eso es complicado establecer un protocolo estándar para todos los individuos (Musumeci, 2017).

5. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La aplicación de masaje vibratorio en la musculatura isquiosural genera un aumento del rango articular de extensión de rodilla de forma aguda, un aumento del umbral de sensibilidad del dolor en puntos gatillo latentes de la musculatura isquiosural, un cambio en la fuerza isométrica de flexión de rodilla y probablemente una mayor estabilidad en el Y-balance test a corto plazo.

6. OBJETIVOS

- **General:**

Valorar el efecto de la aplicación de una sesión de masaje vibratorio con el dispositivo Hypervolt sobre la musculatura isquiosural en parámetros de dolor y desarrollo motor.

- **Específicos:**

- Determinar cambios en el rango de movimiento tras la aplicación de ambas intervenciones.
- Determinar cambios en el umbral del dolor a la presión tras la aplicación de ambas intervenciones.
- Determinar cambios en la fuerza isométrica tras la aplicación de ambas intervenciones.
- Determinar cambios en la estabilidad dinámica del miembro inferior tras la aplicación de ambas intervenciones.
- Comparar la efectividad de la intervención con un masaje manual de percusión.
- Comparar si hay sensaciones de propiocepción diferentes entre la pierna tratada y la que no tras la aplicación del dispositivo Hypervolt.

7. MATERIAL Y MÉTODOS

Se diseñó un estudio experimental el cual cuenta con la aprobación del comité de ética de la UMH (Exploración neuromusculoesquelética DPC-CLQ-2019-01). En este estudio 20 sujetos consecutivos fueron seleccionados de acuerdo con los siguientes criterios de inclusión: ser estudiantes de la Universidad Miguel Hernández sanos, sin ninguna lesión muscular en isquiosurales o cuádriceps, de entre 18 y 30 años de edad y que se comprometían a colaborar en el estudio realizado. Se excluyeron aquellos sujetos diagnosticados con alguna lesión muscular en isquiosurales o cuádriceps, patología articular de miembro inferior,

menores de 18 años y de 30 años en adelante y que no fueran estudiante de la Universidad Miguel Hernández.

Todos ellos aceptaron participar voluntariamente en el estudio, y fueron distribuidos al azar para pertenecer al grupo de intervención experimental (n=10) o control (n=10). Una vez hecha la aleatorización, todos los sujetos participaron, sin ninguna exclusión. En el estudio se llevó a cabo la valoración de cuatro variables de estudio (rango de movimiento o ROM, umbral de dolor a la presión en tres puntos gatillo, fuerza isométrica y estabilidad dinámica del miembro inferior) antes y después de la intervención aplicada. Se llevó a cabo en un laboratorio de la Universidad Miguel Hernández de San Juan (Alicante) con una temperatura y humedad controladas. Los participantes usaron ropa cómoda (pantalón corto y camiseta cómoda). El tiempo promedio que se utilizó para cada persona fue de unos 25 minutos.

- **Recursos materiales**

- Consentimiento informado
- Hoja de evaluación
- Camilla
- Cuña
- Picas y conos
- Inclínómetro
- Y-Balance
- Algómetro de presión
- Dinamómetro isométrico Lafayette
- Dispositivo vibratorio Hyperice Hypervolt
- Bolígrafo

- **Recursos humanos**

El equipo necesario para realizar el estudio cuenta de una fisioterapeuta, la encargada de realizar la recogida de datos y las evaluaciones pre y post intervención

y de realizar la intervención, eligiendo ella misma si aplica el masaje vibratorio con el dispositivo Hyperice o un masaje de percusión manual.

- **Evaluación del ROM (Shamsi, 2019)**

Para evaluar el rango de movimiento utilizamos el test de extensión activa de rodilla (AKE). Para ello el participante se coloca en decúbito supino sobre la camilla con cadera y rodilla flexionadas 90° manteniendo la tibia en una posición horizontal y el tobillo en posición neutra. Para mantener la posición de 90° de cadera sin que el sujeto compense, colocamos una pica a esa altura de modo que le indicamos que no deje de mantener contacto con la pica (*Figura 1*). Le pedimos al sujeto que se agarre la pierna por la parte posterior del muslo y que estire la rodilla todo lo que pueda sin perder el contacto con los puntos de referencia indicados. La medición de los ángulos de la rodilla se realizó tres veces con un inclinómetro de péndulo y se calculó una media de los tres. El inclinómetro es un tipo de goniómetro que utiliza la fuerza de gravedad como punto de referencia para su calibración. De esta manera, la posición inicial de medición no depende de la apreciación visual, como sucede con el goniómetro, y puede ser repetida sin problemas, debido a que la fuerza de la gravedad es una constante. Hay dos tipos de inclinómetro, de fluido y de péndulo. En este caso, como ya se ha mencionado anteriormente utilizamos el de péndulo que consiste en un cuerpo o cuadrante formado por un transportador que gira sobre su eje, permitiendo su calibración cuando el 0 se alinea con una aguja que actúa como plomada y que cuelga desde el centro del cuadrante por efecto de la gravedad a modo de punto estacionario. Cuando se produce el movimiento, la aguja continúa vertical, mientras que el cuadrante gira alrededor de ella. (Taboadela, 2007). Para ello, la fisioterapeuta encargada de realizar las mediciones colocó la aguja perpendicular al suelo en dirección al techo, de modo que el 0 indica los 180° de rodilla. Una vez que el participante estira la rodilla, movemos el inclinómetro en dirección a su pierna y anotamos los grados de movimiento.

- **Método de evaluación del umbral del dolor (Herrero, 2017)**

Para medir el umbral del dolor utilizamos un algómetro de presión. Éste es un instrumento con un disco circular en el que aparecen las medidas de presión (con un rango de 5 kg, divididos en 10 partes de medio kilogramo), y una punta de goma de superficie circular de 1 cm², lo cual permite transmitir la presión a tejidos profundos. El participante se coloca en decúbito prono sobre una camilla y localizamos tres puntos gatillo de los isquiosurales, uno del bíceps femoral y dos de los músculos semitendinoso y semimembranoso. Para localizar dichos puntos gatillo seguimos los siguientes pasos:

- PG1: la distancia entre el trocánter mayor y el cóndilo femoral lateral la dividimos en tres partes. Nos vamos al tercio medio, una vez ahí palpamos la banda tensa del bíceps femoral y exploramos hasta encontrar el primer punto gatillo, el cual se suele irradiar hacia el hueco poplíteo.
- PG2 y 3: tanto el semimembranoso como el semitendinoso comparten los puntos gatillo, para localizarlos nos vamos a la zona posteromedial del muslo y aproximadamente sobre el tercio medio del recorrido muscular podemos encontrar una banda tensa donde hallamos el PG2. Bajando 2,5 cm aproximadamente encontraremos el PG3.

Figura 2

Aplicamos una presión gradual, de aproximadamente 1 kg/cm² por segundo, perpendicular a dichos puntos realizando la presión necesaria para crear una sensación de dolor moderado. Los sujetos fueron informados para hacer una señal cuando experimentasen dolor. El resultado fue registrado en las hojas de recogida de datos.

- **Método de evaluación de la fuerza isométrica. (Castillo, 2016)**

Se realiza con un dinamómetro isométrico Lafayette:

El dinamómetro Lafayette mide la fuerza isométrica en kilogramos. Su uso es apropiado, ya que es el propio sujeto el que controla su fuerza, en ausencia de intervenciones externas.

Para ello pedimos al sujeto que se colocase en la camilla en posición de decúbito prono, con una cuña bajo sus piernas elevando los tobillos dejando así las piernas a un ángulo de 30°. Para evitar dolor a la presión se coloca el dinamómetro en la cara posterior y distal de la pierna a unos 11 cm del calcáneo. A la vez, una persona secundaria estabilizó la lumbar y la espina ilíaca homolateral para evitar que el sujeto realice compensaciones al realizar la flexión de rodilla. Una vez hecho esto, se le solicitó una flexión de rodilla con una contracción máxima mantenida 5 segundos. Se toman dos medidas y se calcula la media.

- **Evaluación de la estabilidad dinámica de la rodilla (Shaffer, 2013)**

Para evaluar la estabilidad de rodilla utilizamos el Y-Balance Test. Éste consiste en una prueba con tres piezas de PVC que se usa para evaluar el equilibrio de las extremidades inferiores. Las piezas están ancladas a una plataforma en las direcciones anterior, posterior-medial y posterior-lateral. Las piezas posteriores se encuentran a 135° de la pieza anterior y con una separación de 45° entre ellas. Cada una de ellas tiene una medición de incrementos de 5 mm. Además, posee un objeto (indicador de alcance), el cual es empujado por el sujeto a través de las barras y determina una medida de alcance pues éste permanecerá en la barra una vez retirado el miembro de empuje. Para explicar cómo se hace le realizamos una demostración. Los participantes se colocaron en la plataforma central. Para familiarizarse con el

test le permitimos 6 repeticiones para cada una de las direcciones y miembros, pero una vez empieza la prueba formal solo se le permiten 3 intentos por dirección. El test se realizará en el siguiente orden: Derecha anterior, Izquierda anterior, Derecha postero-medial, Izquierda postero-medial, Derecha postero-lateral, Izquierda postero-lateral.

Los intentos se descartaron y se repitieron si el participante perdía el equilibrio, no mantenía el contacto del talón con la plataforma o si en vez de deslizar el indicador de alcance lo empujaba.

Protocolo de intervención:

El dispositivo utilizado para este estudio recibe el nombre de Hyperice Hypervolt. Consiste en una pistola inalámbrica de masaje vibratorio fácil de manejar. Contiene 4 cabezales intercambiables para ajustarlo a la medida que se desea. Es recargable con duración de 3 horas por carga. Por otro lado, dispone de tres velocidades: 1800, 2400 y 3200 rpm, siendo la más utilizada la de 2400 rpm. La forma más recomendable de aplicar este dispositivo es mover la pistola despacio en el tratamiento, puesto que cuanto más despacio mejores resultados se obtendrán, de proximal a distal ([Taspinar, 2013](#)) y siendo recomendable trabajar hasta un máximo de dos minutos cada grupo muscular. Por tanto, se menciona que una amplitud baja (10mm), de velocidad media y corta duración son un estímulo mecánico seguro y eficaz para provocar efectos positivos sobre las estructuras musculares, aunque hay que tener en cuenta que no se puede comenzar una sesión sin pensar primero en la técnica que se quiere utilizar ya que debe de estar englobada dentro de un objetivo previo, el cual, tras la vibración obtengamos los resultados que buscamos.

En primer lugar, se le explicó al sujeto el estudio que íbamos a llevar a cabo y posteriormente le facilitamos la hoja de consentimiento informado para que la rellenara y firmase. Una vez hecho esto pasamos a la evaluación pretratamiento.

Empezamos midiendo el rango de movimiento de la rodilla, para ello se utilizó un inclinómetro de péndulo. Le pedimos al participante que se colocase en decúbito supino con

las caderas y rodillas flexionadas a 90°, colocamos el inclinómetro y medimos los grados de movimiento de extensión de rodilla de forma activa. Seguidamente, se le pidió que se colocase en decúbito prono con las piernas estiradas apoyando los tobillos sobre una cuña para medirle el umbral del dolor con el algómetro de presión sobre los tres puntos gatillo seleccionados. Manteniendo la posición, le cambiamos la cuña por una que le permitía mantener las piernas a un ángulo de 30° para realizarle la prueba de fuerza isométrica con el dinamómetro isométrico. Después le pedimos que volviese a la posición de decúbito supino y medimos la longitud de ambas piernas (desde EIAS hasta maléolo medial). Por último, medimos la estabilidad con el Y-Balance test.

El protocolo de intervención para el grupo experimental será el siguiente:

- Paciente en decúbito prono en una camilla. El fisioterapeuta encargado de llevar a cabo el tratamiento le aplicará el dispositivo de masaje vibratorio Hyperice hypervolt sobre la musculatura isquiosural durante 4 min con un descanso de 1 min intercalado. Dividimos el muslo en dos bandas, una incluyendo el semitendinoso y semimembranoso y otra para el bíceps femoral. Dentro de cada banda distribuimos 6 puntos. Aplicamos el dispositivo 10 segundos en cada punto de modo que en total se emplea durante 2 min (1 min por banda). Hacemos un descanso de 1 min y repetimos la frecuencia. El dispositivo se aplicó con una velocidad media (2400 rpm).

El protocolo de intervención para el grupo control será el siguiente:

- Paciente en decúbito prono sobre una camilla. El fisioterapeuta llevará a cabo un masaje con percusiones y vibraciones manuales sobre la musculatura isquiosural del paciente de la pierna que vamos a evaluar. Se realizará durante 4 min con un descanso de 1 min intercalado. Hay que tener en cuenta mantener una misma frecuencia durante todo el tratamiento.

Al finalizar la intervención se midieron de nuevo todas las variables mencionadas para valorar cambios tras la intervención. Se realizó un análisis descriptivo de la muestra, aportando media y desviación estándar para variables continuas, y frecuencias para las cualitativas. Se utilizó t-

Student para la valoración de las diferencias entre grupos y para las intragrupo se utilizó prueba t para muestras emparejadas. Se comprobó la normalidad en la distribución de los valores en las variables mediante la prueba Shapiro Wilk.

8. RESULTADOS

Veinte sujetos consecutivos que cumplían los criterios de inclusión participaron finalmente en el estudio: 7 hombres y 13 mujeres con una edad media de 22 ± 2.3 años.

Las características de los participantes se resumen en la *Tabla 1*. No hubo diferencias significativas con respecto a la edad, el peso y la altura entre ambos grupos, lo que permite una comparación entre los grupos de forma más fiable.

En la *Tabla 2* se muestran los resultados obtenidos en la medición del rango articular (ROM), realizado mediante la prueba de extensión activa de rodilla (AKE) y medido con inclinómetro. No se han encontrado cambios significativos en cuanto a los grados de movimiento de extensión de rodilla entre grupos, ni dentro de cada grupo entre pre y post intervención. Sin embargo, el umbral de sensibilidad al dolor en los tres puntos gatillo explorados ha aumentado significativamente de manera inmediata tras el tratamiento en el grupo experimental (*Tabla 3*). Por otro lado, en la *Tabla 4* se muestran los resultados obtenidos en la medición de la fuerza isométrica. Se observa que sí hay diferencias significativas entre los resultados de ambos grupos tras la intervención. Sin embargo, si observamos los datos resultantes pre y post tratamiento para cada grupo vemos que no hay diferencias significativas, esto puede ser puesto que la fuerza es un parámetro muy variable para cada sujeto, y que el desarrollo de la prueba se puede ver afectado por variables como la atención o voluntad de contracción, las instrucciones externas o la fatiga. Por último, en la *Tabla 5* se exponen los resultados tras la medición de la estabilidad dinámica de del miembro inferior (eje pie-tobillo-rodilla y cadera) con el Y-Balance test, los cuales vienen indicados sobre la pierna dominante de los participantes. Se obtuvieron resultados significativos entre el pre y post intervención del grupo experimental, pero sólo hubo

diferencias significativas entre ambos grupos en YB-Anterior, por el contrario, no hubo diferencias respecto al YB-posteromedial e YB-posterolateral.

9. DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue valorar los efectos de aplicar vibración con Hypervolt sobre el rango articular de extensión de rodilla, el umbral de sensibilidad al dolor en tres puntos gatillo de isquiosurales, la fuerza isométrica de flexión de rodilla y estabilidad en el miembro inferior tras la intervención de vibración y percusión local en isquiosurales. Para ello se ha comparado con una intervención a modo de “placebo” en la cual se realizaba masaje de percusión y vibración manual. Analizando los resultados vemos que la hipótesis no ha sido confirmada al completo, puesto que sólo se han observado diferencias significativas entre el pre y post del grupo experimental y entre grupos en el aumento del umbral del dolor de los puntos gatillo y en YB-Anterior.

Los resultados de este estudio describen el cambio en el rango articular (ROM) en el estiramiento activo de rodilla inmediatamente después de la intervención de vibración y percusión local en la musculatura isquiosural. Según [Cronin \(2008\)](#), un movimiento activo a veces no muestra una valoración real del ROM final, puesto que algunas características de la unidad musculotendinosa dependen de la velocidad. Es decir, si se realiza un movimiento lento o la incorporación de una retención estática activa o pasiva en el rango final puede aumentar el ROM, lo que conlleva mediciones mayores. Se utilizó una valoración activa de extensión de rodilla ya que es una indicación más apropiada del rango articular funcional durante muchas actividades funcionales y deportivas. Por otro lado, es posible que no se hayan obtenido resultados relevantes en el ROM ya que se realizó la intervención sobre la musculatura relajada, y para obtener un mayor rango podría ser más efectivo si se aplicase con la musculatura estirada. Por ejemplo, [Cronin et al. \(2008\)](#) realizan también la aplicación de la vibración sobre la musculatura estirada. Aunque no parezca haber un efecto de la vibración sobre la media grupal de ROM, sí que se aprecian mejoras a nivel individual, sobre todo en los sujetos que tenían menor rango articular. Es por tanto más difícil observar

cambios en sujetos que tienen el rango articular de extensión de rodilla casi completo que en los que tienen menos grados. Por lo tanto, si se aplicara en pacientes con poco rango articular puede que mejorasen los resultados.

Al igual que en el ROM, no hay resultados significativos respecto a los valores de fuerza isométrica tras la intervención en el grupo experimental. El desarrollo de la prueba se puede ver afectado por variables como la atención o voluntad de contracción, las instrucciones externas o la fatiga. Según [Alghadir \(2017\)](#), en la mayoría de los estudios muchos autores informan sobre una mejora significativa de la fuerza muscular tras la aplicación de la vibración local en ciertos músculos. Por ejemplo, un estudio indica que la aplicación de vibración en los flexores del codo aumenta la fuerza dinámica pero no la isométrica. ([Lin Xu, 2015](#)). Sin embargo, [Dickerson \(2012\)](#) expone que la aplicación de vibración local en isquiosurales no produjo ningún cambio en el rendimiento isométrico de los cuádriceps o isquiosurales. Según [Dickerson et al. \(2012\)](#), se han demostrado que el estiramiento estático y dinámico proporcionan una disminución de fuerza máxima en el rendimiento con una duración de hasta dos días. Entonces, puesto que los fisioterapeutas habitualmente están en posición de aconsejar y educar a los pacientes sobre la seguridad y los métodos para mejorar el rendimiento para una competición atlética o el ejercicio general, la aplicación de la vibración local en los isquiosurales podría ser útil antes de una competición. Esto puede ser una alternativa viable para mejorar la extensibilidad muscular en isquiosurales sin correr el riesgo de perder fuerza.

Al contrario de las variables anteriores, en el umbral de sensibilidad al dolor en los puntos gatillo seleccionados de la musculatura isquiosural sí hay un aumento significativo tanto en el pre y post intervención del grupo experimental, como entre ambos grupos. [Enrique \(2015\)](#) indica que se desconoce actualmente el modo por el que aumenta el umbral del dolor, pero podría ser el resultado de una estimulación neural prolongada o una disminución de la tensión en el punto de activación miofascial. Una observación interesante fue que la estimulación vibratoria y de percusión durante el tiempo de intervención causó enrojecimiento de la piel y un efecto de calor en el área aplicada. Por lo que debe incluirse que una parte del efecto

analgésico se debiese a dichos efectos. Se trata de un tema interesante en el que indagar en futuros estudios, observando si este tipo de intervención es recomendable, por ejemplo, para aliviar el dolor en deportistas y así mejorar su rendimiento, aplicándolo antes o después del ejercicio, o en ambas ocasiones. O incluso al tratarse de un dispositivo el cual los pacientes se pueden auto aplicar, puede ser útil para un tratamiento a largo plazo de dolores crónicos. Por otro lado, en este estudio se ha explorado si el umbral del dolor aumenta inmediatamente después de la intervención, por lo tanto, sería recomendable averiguar si éste perdura en el tiempo (durante 24h, 48h...) o simplemente es un efecto a corto plazo.

Por último, se han utilizado varios tipos de tratamiento para mejorar la estabilidad articular, como por ejemplo, fortalecimiento muscular ([Ramos-Álvarez, 2008](#)), propiocepción ([Gonzalez-Jurado, 2014](#)), etc. Pero hasta la fecha no se ha indagado a penas sobre la efectividad de la terapia vibratoria en la estabilidad dinámica del miembro inferior. Por ello, es interesante averiguar si inmediatamente después de la intervención con el dispositivo Hypervolt sobre la musculatura isquiosural existen cambios en la estabilidad del miembro inferior. Según los datos analizados, aparecen diferencias significativas en la estabilidad del miembro inferior de la pierna dominante (en la cual se realiza la intervención) medido con el Y-Balance Test. Sin embargo, sólo en la dirección anterior se observan diferencias entre ambos grupos. Esto podría ser debido a que a la hora de realizar las direcciones posteriores (medial y lateral), los isquiosurales tienen menos actividad que en la anterior. Es por ello por lo que posiblemente se obtenga una mayor estabilidad de rodilla si aplicáramos el dispositivo Hypervolt en la zona de cuádriceps o ligamentos de rodilla, ya que éstos tienen mayor actividad a la hora de estabilizar la rodilla que los isquiosurales.

Por lo tanto, se examinan diferencias tras la intervención en algunos sujetos, pero al comparar con el tratamiento placebo observamos que no hay diferencias significativas. Esto puede deberse al protocolo seguido para su aplicación (postura, velocidad, tiempo...), ya que en la actualidad no existe un protocolo asignado para este dispositivo. Con lo cual se necesitan investigaciones adicionales, con muestras mayores y un diseño de protocolo de actuación específico para cada objetivo a conseguir.

Respecto a las limitaciones del estudio, mencionamos que se trata de una muestra reducida que limita la generalización de resultado. Por otro lado, ya que es la misma persona la encargada de examinar e intervenir en el estudio existe la probabilidad de sesgo en la valoración.

10. CONCLUSIÓN

La aplicación de vibración mediante el dispositivo Hypervolt sobre la musculatura isquiosural tiene efectos inmediatos tras la intervención en el aumento del umbral del dolor a la presión. Por tanto, se cumple parcialmente la hipótesis planteada, y existen nuevas vías de investigación para conocer los potenciales efectos del dispositivo estudiado.

11. ANEXOS

Figura 1.

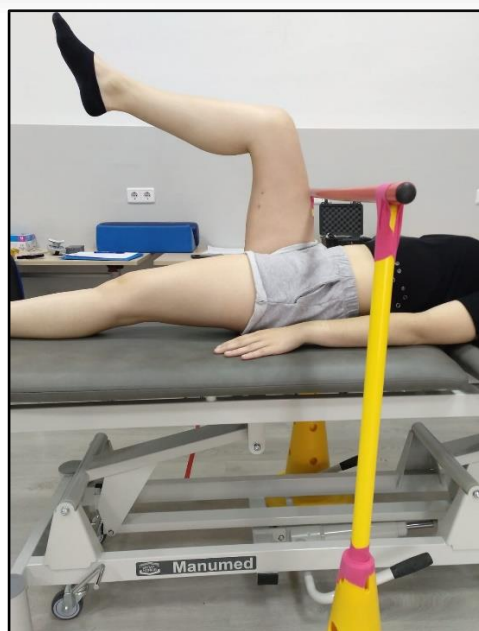


Figura 2.



Tabla 1. Indica media, desviación estándar (SD) y rango (mínimo y máximo).

	GRUPO EXPERIMENTAL	GRUPO CONTROL
EDAD	22.5±2.3 (21,28)	22.1±2.3 (19,28)
TALLA	1.7±0.1 (1.6,1.8)	1.7±0.1 (1.6,1.7)
PESO	65.2±13.4 (47,89)	64.0±10.2 (51,79)
IMC	22.4±3.5 (17.7,30.4)	23.4±2.9 (19,27.9)

Tabla 2.

Resultados tras la intervención en el ROM (test de extensión activa de rodilla)					
AKE test	GRUPO	Media inicial	Media final	Dif. Medias (IC95%) intragrupo	Dif. Medias (IC95%) intergrupos
ROM	Experimental	145.7±13.8	152.5±10.0	-6.8 (-11.0,-2.6)*	3.2 (-6.6,12.9)
	Control	146.2±8.8	149.4±10.8	-3.2 (-6.9,0.6)	

Los resultados con * tienen significación estadística $p < 0.05$

Tabla 3.

Resultados tras la intervención en el umbral de dolor a la presión (UDP) en puntos gatillo					
UDP	GRUPO	Media inicial	Media final	Dif. Medias (IC95%) intragrupo	Dif. Medias (IC95%) intergrupos
PG1	Experimental	6.1±1.9	7.7±1.8	-1.5 (-2.3,-0.8)*	2.0 (0.5,3.4)*
	Control	5.3±1.2	5.7±1.2	-0.4 (-0.9,0.1)	
PG2	Experimental	5.8±1.8	7.3±1.4	-1.5 (-2.1,-0.8)*	2.1 (1.0,3.3)*
	Control	4.6±1.2	5.12±1.1	-0.5 (-0.9,0.0)*	
PG3	Experimental	6.1±2.0	7.5±1.8	-1.4 (-2.1,-0.8)*	2.6 (1.0,4.2)*
	Control	4.9±1.5	4.9±1.5	-0.1 (-0.4,0.3)	

Los resultados con * tienen significación estadística $p < 0.05$

Tabla 4

Resultados tras la intervención en la fuerza isométrica de flexión de rodilla (F. ISOM)					
Medición fuerza isométrica de flexión de rodilla con dinamómetro	GRUPO	Media inicial	Media final	Dif. Medias (IC95%) intragrupo	Dif. Medias (IC95%) intergrupos
Fuerza isométrica máxima	Experimental	22.0±5.0	23.0±6.8	-0.9 (-3.6,1.8)	6.4 (1.5,11.3)*
	Control	16.3±2.4	16.6±2.9	-0.3 (-1.1,0.5)	
Fuerza isométrica	Experimental	18.3±3.4	19.0±5.1	-0.7 (-2.5,1.1)	4.6 (0.9,8.4)*

media	Control	14.3±2.4	14.3±2.6	-0.05 (-0.8,0.7)	
Tiempo pico máximo	Experimental	3.2±1.2	3.3±0.9	-0.15 (-1.0,0.7)	-0.2 (-1.0, 0.7)
	Control	3.1±0.9	3.5±0.9	-0.4 (-1.5,0.6)	

Los resultados con * tienen significación estadística $p<0.05$

Tabla 5.

Resultados tras la intervención en la estabilidad dinámica (Y-Balance test)					
Y-Balance Test	GRUPO	Media inicial	Media final	Dif. Medias (IC95%) intragrupo	Dif. Medias (IC95%) intergrupos
YB-ANT	Experimental	56.6±5.5	57.3±4.0	-0.8 (-3.0,1.5)	3.9 (0.0,7.7)*
	Control	53.9±4.3	53.5±4.1	0.4 (-1.2,2.0)	
YB-PM	Experimental	95.8±9.4	99.5±8.1	-3.6 (-6.1,-1.2)*	6.5 (-2.8,15.7)
	Control	93±13.9	93±11.4	0 (-2.9,2.9)	
YB-PL	Experimental	91.3±7.9	96.4±6.9	-5.1 (-8.5,-1.6)*	8.8 (-0.3,17.9)
	Control	86.8±11.7	87.7±11.9	-0.9 (-3.0,1.3)	
Composite Score	Experimental	88.0±4.7	91.9±2.9	-3.9 (-5.9,-1.9)*	6.0 (-1.0,13.0)
	Control	85.7±10.7	85.9±10.1	-0.2 (-1.8,1.4)	

Los resultados con * tienen significación estadística $p<0.05$

12. BIBLIOGRAFÍA

1. A. Karimi-AhmadAbadi, S. Naghdi, NN. Ansari, Z. Fakhari and M. Khalifeloo. A clinical single blind study to investigate the immediate effects of plantar vibration on balance in patients after stroke. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2018; 22(2): 242-246.
2. A.H. Alghadir, S. Anwer, H. Zafar, Z.A. Iqbal. Effect of localised vibration on muscle strength in healthy adults: a systematic review. *Physiotherapy*. 2017; 104 (1), 18-24.
3. Alagarda Herrero, M^a del Mar. Efecto del estiramiento con dolor Vs. estiramiento sin dolor en la ganancia del ROM, dolor a la presión y prevención de lesiones en la musculatura isquiosural en bailarines. [Trabajo fin de máster]. [Madrid]: Universidad Camilo José Cela; 2017. Recuperado a partir de:
<https://repositorio.ucjc.edu/bitstream/handle/20.500.12020/819/Efecto%20del%20estiramiento%20con%20dolor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. Amol Saxena, Marie St. Louis and Magali Forunier. Vibration and pressure wave therapy for calf strains: a proposed treatment. *Muscle, Ligaments and Tendons Journal*. 2013; 3 (2): 60-62.
5. C. Bosco, M. Iacovelli, O.Tsarpela, M. Cardinale, M. Bonifazi, J. Tihanyi. Hormonal responses to whole-body vibration in men. *European Journal of Applied Physiology*. 2000; 81 (6): 449-454.
6. Castillo, A., Ramírez, R., Gallardo, F., Correa, S., Valenzuela, O. Entrenamiento de la fuerza de prensión en mujeres adultas mayores. *Rev. Horiz., cineci. Act. Fís.* 2016; 8-18.
7. Claudio H. Taboadela. Goniometría. Una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales. Primera Edición. Buenos Aires: Asociart ART; 2007.

- 8.** Couto BP, Silva HR, Barbosa MP, Szmuchrowski LA. Chronic effects of different frequencies of local vibrations. *Int J Sports Med* 2012; 33:123–9.
- 9.** Danielle Nicole Enrique. The influence of local muscle vibration during foam Rolling on rango of motion, muscle activation, pain, and lower extremity kinematics. 2015.
- 10.** Darrin Germann, Amr El Bouse, Jordan Shnier, Nader Abdelkader and Mohsen Kazemi. Effects of local vibration therapy on several performance parameters: a narrative review of the literatura. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*. 2018; 63 (3): 170-181.
- 11.** Dickerson C, Gabler G, Hopper K, Kirk D, McGregor CJ. Immediate effects of localized vibration on hamstring and quadricep muscle performance. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2012; 7:381–387.
- 12.** E. Tankisheva, I. Jonkers, S. Boonen, C. Delecluse, GH. Van Lenthe, HL. Druyts. Transmission of whole-body vibration and its effect on muscle activation. *Journal of Strength and Conditioning Reserch*. 2013; 27 (9): 2533–2541.
- 13.** Ferruh Taspinar, Ummuhan Bas Aslan, Nuran Sabir, MD, and Ugur Cavlak. Implementation of matrix rhythm therapy and conventional massage in young females and comparison of their acute effects on circulation. *The journal of alternative and complementary medicine*. 2013; 19 (10): 826-832.
- 14.** Giuseppe Musumeci. The use of vibration as physical exercise and therapy. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 2017; 2 (2): 17.

- 15.** González-Jurado J.A., Romero Boza S., Campos Vázquez M.A., Toscano Bendala F.J., Otero-Saborido F.M. Comparación de un entrenamiento propioceptivo sobre base estable y base inestable. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.* 16 (64): 617-632.
- 16.** John Cronin, Michelle Nash and Chris Whatman. The acute effects os hamstring stretching and vibration on Dynamic knee joint rango of motion and jump performance. *Physical Therapy in Sport.* 2008; 9(2): 89-96.
- 17.** Karin Kraft, Susanne Kanter and Hubert Janik. Safety and effectiveness of vibration massage by deep oscillations: a prospective observational study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.* 2013; 1-10.
- 18.** Khadjeh Otadi, Mehri Ghasemi, Shohreh Jalaie, Hossein Bagheri, Morteza Azizian, Saeid Enamdoost. A prophylactic effect of local vibration on quadriceps muscle fatigue in non-athletic males: a randomized controlled trial study. *The Journal of Physical Therapy Science.* 2019; 31: 223-226.
- 19.** Lin Xu, Marco Cardinale, Chiara Rabotti, Bogdan Beju and Massimo Mischi. Eight-Week Vibration Training of the elbow flexors by forcé modulation: effects on Dynamic and isometric strength. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2015; 30(3)
- 20.** MohammadBagher Shamisi, Maryam Mirzaei and Seyyed Saeed Khabiri Shamsi et al. Universal goniometer and electrogoniometer intra-examiner reliability in measuring the knee rango of motion during active knee extensión test in patients with chronic low back pain with short hamstring muscle. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation.* 2019; 11:4.
- 21.** Pamukoff DN, Ryan ED, Blackburn JT. The acute effects of local muscle vibration frequency on peak torque, rate of torque development, and EMG activity. *J Electromyogr Kinesiol* 2014; 24:888–94.

22. Ramos Álvarez J.J., López-Silvarrey F.J., Segovia Martínez J.C., Martinez Helen H., Legido Arce J.C. Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). Revisión. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. 2008; 8 (29): 62-92.

23. Raoul Saggini, Simona María Carmignano, Tommaso Palermo and Rosa Grazia Vellomo. Mechanical vibration in rehabilitation: state of the art. Journal of Novel Physiotherapies. 2016; 6:6.

24. Robin Souron, Adrien Farabet, Leonard Féasson, Alain Belli, Guillaume Y Millet and Thomas Lapole. Eight weeks of local vibration training increases dorsiflexor muscles cortical voluntary activation. Journal of Applied Physiology. 2017; 122 (6): 1504-1515.

25. Scott W. Shaffer, Deydre S. Teyhen, Chelsea L. Lorenson, Rick L. Warren, Christina M. Koreerat, Crystal A. Straseske. Y-Balance Test: A Reliability Study Involving Multiple Raters. Military Medicine. 2013; 178 (11): 1264-1270.