

## **Eficacia de las vibraciones para aliviar el dolor del miembro fantasma**

Al aplicar vibración a un área de la piel por encima de los músculos esqueléticos, los canales iónicos piezoeléctricos activados mecánicamente desencadenan vías de señalización que afectan positivamente a los vasos sanguíneos locales y los nervios periféricos. La activación mecánica de los canales piezoeléctricos durante el ejercicio físico estimula la interacción entre los sistemas nerviosos simpático y parasimpático, lo que afecta las contracciones musculares y generalmente aumenta la presión arterial, la frecuencia cardíaca y el flujo sanguíneo en los músculos y la piel. Por lo tanto, el ejercicio físico y la vibración focal pueden aumentar el flujo laminar y la tensión de corte en los vasos sanguíneos que desencadenan cascadas protectoras de señalización molecular en las arterias. [1]

La estimulación vibratoria del sentido del tacto y la posición del cuerpo tiene efectos sistémicos en el sistema nervioso central que son beneficiosos para la periferia. La combinación de la retroalimentación somatosensorial y patrones fisiológicos probablemente logrará estímulos adecuados para el manejo del dolor efectivo. Esto es posible gracias al procesamiento interrelacionado del tacto y el dolor en el asta dorsal que permite que el tacto module y eventualmente reduzca el dolor. A largo plazo, la neuromodulación puede reducir drásticamente el dolor del miembro fantasma al recuperar la organización fisiológica y la función de la red de la corteza somatosensorial y motora. A través de estos mecanismos, la terapia de vibración focal ayudó a las personas con síndrome de dolor regional crónico, dolor neuropático e hipersensibilidad. [1]

La selección de ajustes de vibración adecuados es crucial para lograr los efectos terapéuticos deseados de la terapia de vibración. La estimulación vibrotáctil se produce por una vibración mecánica de la piel, normalmente a frecuencias comprendidas entre 10 y 500 Hz. La percepción de las vibraciones se ve afectada por una serie de factores, siendo los más importantes la presión de contacto y la mecánica de la piel, que hace que la vibración se propague a las regiones cercanas. [2]

En el experimento dado por Guemann M. y colaboradores, se proporcionó nueva información sobre la reacción a estimulaciones vibrotáctiles que combinan intensidades, duraciones y donde posicionar los vibradores. Las propiedades mecánicas de la combinación resultante de estimulaciones se han medido con un transductor de fuerza. Desde un punto de vista práctico tener 6 vibradores alrededor de la parte superior del brazo en forma de brazalete parece más cómodo y potencialmente más adecuado que una cinta longitudinal para la integración de la prótesis. Las vibraciones parecen estar asociadas con una mayor preferencia de los participantes, una mejora en el desempeño del usuario y una buena compatibilidad con las prótesis mioeléctricas. [3]

## **Background psicológico de la terapia del espejo innovada con realidad aumentada (RA)**

La mayoría de los pacientes informaron de que sentían Dolor del Miembro Fantasma (DMF) cuando se cansaban y después de estar de pie mucho tiempo. Unos pocos sujetos informaron de que el dolor aumentaba debido a la inmovilidad prolongada del muñón. El dolor disminuye cuando se movían o se movían ligeramente el muñón.

En general, los pacientes definieron el DMF como punzadas, calambres, cortes, apuñalamiento y ardor. [4]

Nuestros datos pueden extender este concepto a un cambio más generalizado en la congruencia, sentido por los sujetos como confusión, mareo, irritación y negatividad percibida para continuar una terapia percibida como perturbadora. La percepción de la imagen corporal del amputado se ve alterada por la convergencia de varios factores: fragmentación o superposición de alguna información relacionada con la experiencia visual del miembro faltante, o ambas; percepción de una realidad sensorial nueva, aunque distorsionada; y reconstrucción de la imagen corporal, incluidas prótesis creadas mediante procesos de rehabilitación tradicionales. [5]

### **Directrices para la aplicación de terapia vibracional:**

La terapia vibracional actuada en todo el cuerpo es el método más utilizado cuando se desea implementar una terapia vibracional, se realiza mediante plataformas de vibración. Para la aplicación de este método hay que tener en cuenta las características físicas de las vibraciones; es decir su amplitud, frecuencia, etc. [6]

Las plataformas a utilizar pueden ser de tipo vertical u oscilante. La primera posee la característica de brindar una respuesta más eficaz del músculo en adaptaciones crónicas y en general es mejor que la plataforma oscilante. Para la correcta realización de la terapia vibracional hay que evitar que las vibraciones se transmitan hacia la cabeza y así evitar posibles riesgos. Las características físicas de las vibraciones para una correcta adaptación en la potencia muscular debe tener una frecuencia ubicada en el promedio (entre 35 a 40 Hz), puesto que se ha demostrado brindar mejores resultados que utilizando frecuencias bajas (menos a 35 Hz) o altas (mayor a 40 Hz). Por otro lado, la amplitud más óptima según los datos que se analizaron es de entre 8 a 10 mm. [7]

Sin embargo, no es necesario aplicar el estímulo vibracional a todo el cuerpo, también se puede optar por realizarlo en una zona objetivo, puesto que los efectos vibracionales no son aislados y se irradian hacia diferentes áreas del cuerpo; por ejemplo, puede estimularse la parte superior del cuerpo a través de vibraciones en miembros inferiores. [6]

### **Bibliografía**

[1] Penasso H, Petersen F, Peternell G. Respuesta vascular y neuronal a la vibración focal, retroalimentación sensorial y señalización del canal iónico piezoeléctrico. Revista de Enfermedades Vasculares [Internet]. 2023;2(1):42–90. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2813-2475/2/1/6>

[2] Antfolk C, D'Alonzo M, Controzzi M, Lundborg G, Rosen B, Sebelius F, et al. Artificial redirection of sensation from prosthetic fingers to the phantom hand map on transradial amputees: Vibrotactile versus mechanotactile sensory feedback. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng [Internet]. 2013;21(1):112–20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23033439/>

[3] Guemann M, Bouvier S, Halgand C, Paclet F, Borrini L, Ricard D, et al. Effect of vibration characteristics and vibrator arrangement on the tactile perception of the upper arm in healthy subjects and upper limb amputees. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. 2019;16(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12984-019-0597-6>

[4] Külünkoğlu B, Erbahçeci F, Alkan A. Una comparación de los efectos de la terapia con espejo y los ejercicios fantasma sobre el dolor del miembro fantasma. *Turk J Med Sci* [Internet]. 2019;49(1):101–9. Disponible en: <https://journals.tubitak.gov.tr/medical/vol49/iss1/16/>

[5] Casale R, Damiani C, Rosati V. Terapia del espejo en la rehabilitación de la amputación de miembros inferiores: ¿Existen contraindicaciones? *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. 2009 ;88(10):837–42. Disponible en: [https://journals.lww.com/ajpmr/abstract/2009/10000/mirror\\_therapy\\_in\\_the\\_rehabilitation\\_of\\_lower\\_limb.9.aspx](https://journals.lww.com/ajpmr/abstract/2009/10000/mirror_therapy_in_the_rehabilitation_of_lower_limb.9.aspx)

[6] Rawer, R. Design Principles of Available Machines. In *Manual of Vibration Exercise and Vibration Therapy*; Rittweger, J., Ed.; Springer: Cham, Switzerland, 2020.  
DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-43985-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-43985-9_3)

[7] Marín, Pedro J 1,2 ; Rea, Mateo R 3,4 . Efectos del entrenamiento con vibraciones sobre la potencia muscular: un metaanálisis. *Revista de investigación de fuerza y acondicionamiento* 24(3):p 871-878, marzo de 2010. | DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181c7c6f0