

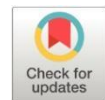


# Ultrasonido focal de alta intensidad guiado por resonancia magnética para el tratamiento del temblor esencial

*Magnetic resonance-guided high-intensity focal ultrasound for the treatment of essential tremor*

- <sup>1</sup> Anabel Alejandra Ochoa Quizhpi  <https://orcid.org/0000-0001-6323-1912>  
Estudiante de pregrado de Medicina, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[anabel.ochoa@est.ucacue.edu.ec](mailto:anabel.ochoa@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Jorge Eduardo Ochoa Aucay  <https://orcid.org/0000-0002-6834-5473>  
Especialista en neurología por Belgorod National Research University, docente de la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.  
[jorge.ochoa@ucacue.edu.ec](mailto:jorge.ochoa@ucacue.edu.ec)



## Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 14/10/2022

Revisado: 15/11/2022

Aceptado: 08/12/2022

Publicado: 05/01/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i1.2446>

Cítese:

Ochoa Quizhpi, A. A., & Ochoa Aucay, J. E. (2023). Ultrasonido focal de alta intensidad guiado por resonancia magnética para el tratamiento del temblor esencial. *Anatomía Digital*, 6(1), 78-88. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v6i1.2446>



**ANATOMÍA DIGITAL**, es una Revista Electrónica, Trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://anatomiadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

HIFU, temblor, temblor esencial, tratamiento con ondas de choque extracorpóreas, trastornos del movimiento.

**Keywords:** HIFU,

tremor, essential tremor, extracorporeal shock wave treatment,

**Resumen**

**Introducción.** El temblor esencial es uno de los trastornos de movimiento más común, se caracteriza al ser un temblor de acción bilateral, rítmico e involuntario, comenzando en las manos y se extiende hacia la cabeza, al inicio puede ser leve, pero con el tiempo se observa un compromiso en la calidad de vida del paciente, su diagnóstico se basa principalmente en la clínica. Existen diversos tratamientos farmacológicos y no farmacológicos entre estos últimos el ultrasonido focal de alta intensidad guiado por resonancia magnética ya que en la actualidad es utilizado en pacientes con temblor severo o que no responden a la terapia farmacológica, esta consiste en aplicar múltiples haces ultrasónicos en el núcleo ventral intermedio del tálamo, con el objetivo de la supresión del temblor. **Objetivo.** Utilización del ultrasonido focal de alta intensidad guiado por resonancia magnética para el tratamiento del temblor esencial. **Metodología.** Revisión bibliográfica de tipo narrativa sobre el ultrasonido focal de alta intensidad guiado por resonancia magnética para el tratamiento del temblor esencial, mediante la búsqueda de las principales fuentes y bases de datos biomédicas en idioma inglés y español: PubMed, Scopus, y Science Direct. **Resultados.** La disminución del temblor de la mano después del tratamiento con el ultrasonido focal de alta intensidad guiado por resonancia magnética obtuvo resultados positivos, presentando valores mayores al 40% de efectividad durante los primeros tres a doce meses perdurando estos valores en el tiempo hasta dos años, alcanzando un buen efecto terapéutico en el temblor esencial. **Conclusión.** El ultrasonido focal de alta intensidad guiado por resonancia magnética es una alternativa terapéutica mínimamente invasiva que reduce los síntomas del temblor esencial en un gran porcentaje. **Área de estudio:** neurología.

**Abstract**

**Introduction.** Essential tremor is one of the most common movement disorders, it is characterized by being a bilateral, rhythmic and involuntary action tremor, beginning in the hands and extending to the head, at the beginning it can be mild, but over time it is observed a compromise in the quality of life of the patient, its diagnosis is based mainly on the clinic. There are various pharmacological and non-pharmacological treatments,

movement disorders.

---

among the latter, high-intensity focal ultrasound guided by magnetic resonance since it is currently used in patients with severe tremor or who do not respond to pharmacological therapy. This consists of applying multiple ultrasonic beams in the ventral intermediate nucleus of the thalamus, with the aim of tremor suppression. **Objective.** use of high intensity focal ultrasound guided by magnetic resonance for the treatment of essential tremor. **Methodology.** Narrative literature review on magnetic resonance-guided-high-intensity focal ultrasound for the treatment of essential tremor, by searching the main sources and biomedical databases in English and Spanish: PubMed, Scopus and Science Direct. **Results.** The decrease in hand tremor after treatment with high-intensity focal ultrasound guided by magnetic resonance obtained positive results, presenting values greater than 40% effectiveness during the first three to twelve months, lasting these values over time up to two years, reaching a good therapeutic effect in essential tremor. **Conclusion.** High-intensity focal ultrasound guided by magnetic resonance is a minimally invasive therapeutic alternative that reduces essential tremor symptoms by a significant percentage.

---

## Introducción

El temblor esencial se caracteriza principalmente por un temblor de acción bilateral, comenzando casi siempre en las manos y brazos, pero se puede extender a otras partes del cuerpo principalmente a la cabeza, el diagnóstico incluye que el mismo esté presente durante al menos tres años (1,2,3). Al inicio puede ser leve y asintomático, pero en la mayoría de las personas empeora con el tiempo por lo que la prevalencia de esta aumenta a medida que incrementa la esperanza de vida de las personas aumentando el número de pacientes en la consulta (4,5).

Inicialmente puede ser leve e imperceptible, pero en la mayoría de los pacientes empeora con el tiempo siendo una enfermedad progresiva, entre los predictores de la progresión están: la duración de la enfermedad, temblor asimétrico y una afectación aislada de las extremidades al inicio. Los pacientes con una edad de inicio mayor a los 65 años pueden tener un curso de la enfermedad más rápido y se pueden encontrar síntomas adicionales como alteraciones psiquiátricas, depresión y ansiedad (6-9).

La prevalencia del temblor esencial es de 2,3% a 14,3% de los diversos estudios poblacionales más significativos, incrementando su prevalencia a medida que lo hace la edad dado que se encuentra ligada con el envejecimiento. En Estados Unidos, se estima que 7 millones de personas se ven afectadas, lo que representa el 2% de la población total (10).

En España se han realizado varios estudios en distintas regiones donde se ha observado que el temblor esencial es una de las patologías con mayor peso proporcional en las consultas de neurología con un 3 a 4% de los diagnósticos totales y llega hasta un 8,2% en los pacientes mayores de 65 años, mientras que la prevalencia en Sudamérica en Brasil es de 7,4% en personas mayores a los 64 años (10).

La fisiopatología, se describe la participación del cerebelo, el tálamo y la corteza, los cuales son conocidos como la red cerebelo- tálamo-cortical o también como la red de temblores (11).

Existe una neurodegeneración de la corteza cerebelosa con pérdida de las células de Purkinje como consecuencia de esto existe una disminución de la actividad del GABA, esta disfunción neuroquímica provoca un aumento de la actividad de los núcleos del cerebelo con actividad oscilatoria esta oscilación se trasladará al núcleo ventral intermedio del tálamo (Vim) y de este a la corteza motora dando la aparición del temblor (1, 11).

Los criterios diagnósticos del temblor esencial según el grupo de investigadores sobre temblores de la Sociedad Internacional de trastornos del Movimiento y Parkinson (IPMDS) (12):

- Síndrome de temblor aislado de temblor de acción de miembro superior bilateral.
- Requiere una historia de temblor de al menos 3 años de duración, el temblor que tiene una duración menor a este tiempo y cumple los demás criterios de temblor esencial se lo debe etiquetar durante el periodo de observación como temblor indeterminado.
- Con o sin temblor en otras extremidades (por ejemplo: voz, cabeza o extremidades inferiores)
- Ausencia de otros signos neurológicos como: ataxia, distonía o parkinsonismo.

Existe la escala de evaluación de calificación de temblor esencial (TETRAS) diseñada para la evaluación de la gravedad del TE, presenta una sección de rendimiento y otra sección de actividades de la vida diaria (AVD), estas dos secciones destacan el temblor en las extremidades superiores que es la principal fuente de discapacidad del temblor

esencial. El ítem 1: evalúa el habla, el 2 alimentarse con una cuchara, 3 beber de un vaso, 4 higiene, 5 vestirse, 6 verter, 7 llevar bandeja de platos, comida o artículos similares, 8 uso de llaves, 9 escribir, 10 impedimento ocupacional, 11 discapacidad general con la tarea más afectada (ej. usar la computadora) y 12 impacto social. La subescala de rendimiento evalúa el ítem: 1 temblor de las manos, 2 temblor de la cara, 3 temblor de la voz, 4 temblor de las extremidades superiores (se analiza tres tareas: 1 temblor postural extendido hacia adelante, 2 temblor postural “posición de aleteo” y 3 temblor cinético durante los movimientos de dedo-nariz), 5 temblor de las extremidades inferiores, 6 dibujo de espirales de Arquímedes, 7 escritura, 8 tarea de aproximación de puntos y 9 temblor de pie. Cada ítem es calificado de 0 – 4, la puntuación se basa en la amplitud más alta observada durante el examen, siendo necesario la instrucción al paciente para que no controle o suprima el temblor permitiendo la expresión completa de la gravedad del temblor (13).

Ultrasonido focal de alta intensidad guiado por resonancia magnética (MRgFUS) es una técnica de tratamiento en pacientes que no responden a la medicación o pacientes con temblor esencial severo, recientes avances de diseños de transductores y el desarrollo de algoritmos han permitido que MRgFUS trascienda al igual que los avances de la termografía RM permiten una orientación precisa y control de la temperatura durante el proceso de sonicación (14).

Antes de iniciar el tratamiento se deben tomar imágenes preintervención de resonancia magnética volumétrica y tomografía computarizada (TC). Las imágenes de RM adquiridas luego se fusionan con las imágenes de TC obtenidas previamente para la medición de la relación de densidad del cráneo (SDR) entre el hueso cortical y esponjoso, por lo que los pacientes son descartados si la relación de la densidad craneal es menor a 0,40 según la exploración ya que al tener una densidad disminuida representa una dificultad para poder enfocar los haces de ultrasonido y el objetivo de las temperaturas terapéuticas (15 -17).

El tratamiento está dirigido a áreas anatómicas involucradas en los circuitos neurofuncionales del control del movimiento, especialmente a nivel del tálamo ya que es aquí donde las vías del control del movimiento se encuentran más representadas (18).

La aplicación de este tratamiento combina la energía acústica en una región específica del cerebro guiada por medio de imágenes de alta resolución, el ultrasonido focal de alta intensidad consiste en aplicar y concentrar múltiples haces ultrasónicos provenientes de diferentes direcciones y se concentra en el núcleo ventral intermedio, la concentración de energía en el núcleo provoca un aumento de la temperatura de la misma y la subsecuente lesión, dando como resultado la interrupción de la actividad de la red de temblores (15-19).

Objetivo: utilización del ultrasonido focal de alta intensidad guiado por resonancia magnética para el tratamiento del temblor esencial.

### Metodología

#### *Diseño de estudio*

Estudio no experimental, revisión bibliográfica de tipo narrativa sobre el ultrasonido focal de alta intensidad guiado por resonancia magnética para el tratamiento del temblor esencial.

#### *Criterios de inclusión*

Artículos originales en los cuales se describa el tratamiento del temblor esencial mediante el ultrasonido focal de alta intensidad, artículos con metodología cuantitativa y artículos cuya metodología y resultados sean claros.

#### *Criterios de exclusión*

Artículos originales que describan tratamientos distintos al ultrasonido focal de alta intensidad para el temblor esencial, presentación de casos clínicos, tesis de pregrado o posgrado y cartas al editor.

#### *Fuentes de información*

Se utilizó las principales fuentes y bases de datos biomédicas en idioma inglés y español: PubMed, Scopus, y Science Direct, que describan sobre el ultrasonido focal de alta intensidad guiado por resonancia magnética para el tratamiento del temblor esencial. Los artículos relevantes del tema se limitan a artículos que sean publicados en los últimos 5 años (2017 - 2022) en idiomas inglés y español.

#### *Estrategias de búsqueda*

La búsqueda se realizó mediante el uso de descriptores DeCS y MESH con las siguientes palabras clave: HIFU, temblor, temblor esencial, tratamiento con ondas de choque extracorpóreas, trastornos del movimiento en los idiomas inglés y español, además se emplearon los operadores booleanos “AND”, “OR” y “NOT”.

**Resultados**

**Tabla 1.**

Efectividad el ultrasonido focal de alta intensidad guiado por resonancia magnética para el tratamiento del temblor esencial.

Autores	Año	Tipo de investigación	Muestra	Beneficios del uso del ultrasonido focal de alta intensidad guiado por resonancia magnética		
				Disminución del temblor de la mano		
				3 meses	12 meses	2 años
Abe et al. (20)	2021	Prospectivo	35 pacientes	56,5%	56,4%	--
Bruno et al. (21)	2020	Retrospectivo	50 pacientes	62,6%	49,3%	--
Chang et al. (22)	2018	Prospectivo	76 pacientes	55%	--	56%
Ito et al. (23)	2020	Prospectivo	10 pacientes	65,2%	60,2%	54,0%
Meng Y, et al (24)	2018	Prospectivo	37 pacientes	--	45,7%	35,3%

**Discusión**

Abe et al. (20), en los resultados de su investigación informan una mejora del temblor después de la intervención con MRgFUS de los treinta y cinco pacientes, mediante la escala TETRAS se informó una reducción del 56,5% del temblor de la mano desde el inicio del tratamiento hasta los 12 meses de seguimiento con un 56,4% y una mejoría en la calidad de vida en un 37%, Bruno et al. (21), en un estudio retroprospectivo encontraron una disminución del temblor de la mano en un 62,6% a los tres meses y a los 12 meses se ve una reducción del efecto terapéutico aun 49,3% y la calidad de vida mejoró en un 46,3%.

Chang et al. (22), Ito et al. (23) y Meng et al. (24), son investigaciones donde se realizó la intervención mediante MRgFUS con 2 años de seguimiento. En el estudio (22) se apreció una mejora significativa del temblor de los 76 pacientes con una mejora del temblor de las manos con un 55% a los tres meses y un 56% a los 2 años porque 2 pacientes no tenían temblor en las manos, también se pudo evidenciar una mejora de la calidad de vida a los 2 años de seguimiento en un 60%. De la misma forma el estudio (23) presentó resultados favorables con la disminución del temblor de la mano en un 65,2% en los tres primeros meses, pero hubo reducción de la eficacia a un 60,2% a los 12 meses y a los dos años de seguimiento se pudo evidenciar una efectividad del 54,0%. Finalmente, el estudio (24) nos presenta una reducción del temblor en un 45,7% a los 12

meses y a los dos años de seguimiento nos presenta valores de 35,3%, demostrando ser el MRgFUS un procedimiento eficaz a largo plazo a pesar de que los estudios (23) y (24) demostraron una ligera disminución en su eficacia a través del tiempo.

Este procedimiento desencadena efectos secundarios con una recuperación a corto plazo y otros que se prolongan en el tiempo, los síntomas que se presentan con frecuencia son las parestesias en los dedos o en la cara, se presume esto por la afectación del tálamo sensitivo núcleo ventro posterolateral que se encuentra adyacente al Vim y alteración en la marcha en menos de 14%.

Aunque esta opción terapéutica es segura, se encuentra contraindicada en pacientes con marcapasos, personas con una SDR gruesa debido a que puede sufrir lesiones en la piel o presentar dolor al momento de la ablación, pacientes con antecedentes de una intervención quirúrgica cerebral ya que esta área cerebral puede recibir más energía que el área objetivo de este tratamiento.

### Conclusiones

- El temblor esencial es un trastorno de movimiento común que repercute en la vida diaria del paciente ya que es una patología progresiva donde los pacientes de edad avanzada presentan un curso de la enfermedad más rápido y ya no responde a la terapia farmacológica por lo cual se desarrolló nuevas terapias no farmacológicas que ayudan a disminuir los temblores. El ultrasonido focal de alta intensidad guiado por resonancia magnética es una alternativa terapéutica mínimamente invasiva, segura y eficaz para la disminución de los síntomas del temblor esencial.

### Referencias bibliográficas

1. Flengsrud K, Toft M, Dietrichs E. Essensiell tremor [Essential tremor]. Tidsskr Nor Laegeforen. 2019 Apr 24;139(8). Norwegian.
2. Benguria-Arrate G, Galnares-Cordero L, Asua-Batarrita J. “HIFU – High intensity focused ultrasound - en temblor esencial”. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Servicio de Evaluación de Tecnologías Sanitarias del País Vasco; 2018. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: OSTEBA.
3. Shanker V. Essential tremor: diagnosis and management. BMJ. 2019 Aug 5;366: l4485.
4. Clark LN, Louis ED. Essential tremor. Handb Clin Neurol. 2018; 147:229-239.
5. Hopfner F, Deuschl G. Managing Essential Tremor. Neurotherapeutics. 2020 Oct;17(4):1603-1621. doi: 10.1007/s13311-020-00899-2. Erratum in: Neurotherapeutics. 2021 Jul;18(3):2132.



6. Batule Domínguez M, Domínguez Gómez Y. Ultrasonido focalizado de alta intensidad: alternativa para la cirugía funcional en los trastornos del movimiento. *Acta médica del centro*. Vol.12. No.3 2018
7. Siedek F, Yeo SY, Heijman E, Grinstein O, Bratke G, Heneweer C, Puesken M, Persigehl T, Maintz D, Grüll H. Magnetic Resonance-Guided High-Intensity Focused Ultrasound (MR-HIFU): Technical Background and Overview of Current Clinical Applications (Part 1). *Rofo*. 2019 Jun;191(6):522-530. English.
8. Sharma S, Pandey S. Treatment of essential tremor: current status. *Postgrad Med J*. 2020 Feb;96(1132):84-93.
9. Schreglmann SR, Hägele-Link S, Werner B, Martin E, Kägi G. Fokussierter Ultraschall in der Behandlung von Tremor [Focused ultrasound ablation as tremor treatment]. *Nervenarzt*. 2018 Jun;89(6):674-681.
10. Benito-León J, León-Ruiz M. Epidemiología del temblor esencial [Epidemiology of essential tremor]. *Rev Neurol*. 2020 Feb 16;70(4):139-148. Spanish.
11. Pan MK, Kuo SH. Essential tremor: Clinical perspectives and pathophysiology. *J Neurol Sci*. 2022 Apr 15; 435:120198.
12. Latorre A, Hallett M, Deuschl G, Bhatia KP. The MDS consensus tremor classification: The best way to classify patients with tremor at present. *J Neurol Sci*. 2022 Apr 15; 435:120191
13. Ondo W, Hashem V, LeWitt PA, Pahwa R, Shih L, Tarsy D, Zesiewicz T, Elble R. Comparison of the Fahn-Tolosa-Marin Clinical Rating Scale, and the Essential Tremor Rating Assessment Scale. *Mov Disord Clin Pract*. 2017 Nov 23;5(1):60-65.
14. Shalash AS, Mohamed H, Mansour AH, Elkady A, Elrassas H, Hamid E, Elbalkimy MH. Clinical Profile of Non-Motor Symptoms in Patients with Essential Tremor: Impact on Quality of Life and Age-Related Differences. *Tremor Other Hyperkinet Mov (N Y)*. 2019 Dec 6;9.
15. Purrer V, Borger V, Pohl E, Upadhyay N, Boecker H, Schmeel C, Pieper CC, Wüllner U. Transcranial high-intensity Magnetic Resonance-guided focused ultrasound (tcMRgFUS) - safety and impacts on tremor severity and quality of life. *Parkinsonism Relat Disord*. 2022 Jul; 100:6-12.
16. Ferreira JJ, Mestre TA, Lyons KE, Benito-León J, Tan EK, Abbruzzese G, Hallett M, Haubenberger D, Elble R, Deuschl G; MDS Task Force on Tremor and the MDS Evidence Based Medicine Committee. MDS evidence-based review of treatments for essential tremor. *Mov Disord*. 2019 Jul;34(7):950-958

17. Wang TR, Bond AE, Dallapiazza RF, Blanke A, Tilden D, Huerta TE, Moosa S, Prada FU, Elias WJ. Transcranial magnetic resonance imaging-guided focused ultrasound thalamotomy for tremor. *Neurosurg Focus*. 2018 Feb;44(2): E3
18. Baek H, Lockwood D, Mason EJ, Obusez E, Poturalski M, Rammo R, Nagel SJ, Jones SE. Clinical Intervention Using Focused Ultrasound (FUS) Stimulation of the Brain in Diverse Neurological Disorders. *Front Neurol*. 2022 May 9; 13:880814.
19. Yang H, Aleman S, Jiang H. Optical Property Measurement and Temperature Monitoring in High-Intensity Focused Ultrasound Therapy by Diffuse Optical Tomography: A Correlation Study. *Applied Sciences*. 2022; 12(14):7093.
20. Abe K, Horisawa S, Yamaguchi T, Hori H, Yamada K, Kondo K, Furukawa H, Kamada H, Kishima H, Oshino S, Mochizuki H, Kanemoto M, Hirabayashi H, Fukutome K, Ohnishi H, Igase K, Matsubara I, Ohnishi T, Sadamoto K, Taira T. Focused Ultrasound Thalamotomy for Refractory Essential Tremor: A Japanese Multicenter Single-Arm Study. *Neurosurgery*. 2021 Mar 15;88(4):751-757.
21. Bruno F, Catalucci A, Arrigoni F, Sucapane P, Cerone D, Cerrone P, Ricci A, Marini C, Masciocchi C. An experience-based review of HIFU in functional interventional neuroradiology: transcranial MRgFUS thalamotomy for treatment of tremor. *Radiol Med*. 2020 Sep;125(9):877-886.
22. Chang JW, Park CK, Lipsman N, Schwartz ML, Ghanouni P, Henderson JM, Gwinn R, Witt J, Tierney TS, Cosgrove GR, Shah BB, Abe K, Taira T, Lozano AM, Eisenberg HM, Fishman PS, Elias WJ. A prospective trial of magnetic resonance-guided focused ultrasound thalamotomy for essential tremor: Results at the 2-year follow-up. *Ann Neurol*. 2018 Jan;83(1):107-114.
23. Ito H, Yamamoto K, Fukutake S, Odo T, Kamei T. Two-year Follow-up Results of Magnetic Resonance Imaging-guided Focused Ultrasound Unilateral Thalamotomy for Medication-refractory Essential Tremor. *Intern Med*. 2020 Oct 15;59(20):2481-2483
24. Meng Y, Solomon B, Boutet A, Llinas M, Scantlebury N, Huang Y, Hynynen K, Hamani C, Fasano A, Lozano AM, Lipsman N, Schwartz ML. Magnetic resonance-guided focused ultrasound thalamotomy for treatment of essential tremor: A 2-year outcome study. *Mov Disord*. 2018 Oct;33(10):1647-1650.

### Conflicto de intereses

Los autores de este artículo manifiestan no tienen ningún conflicto de intereses.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Anatomía Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Anatomía Digital**.



#### Indexaciones

