



---

**Universidad de Valladolid**

# **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA**

## ***GRADO EN FISIOTERAPIA***

### **TRABAJO FIN DE GRADO**

**“Revisión sistemática sobre los efectos de la aplicación de la terapia en espejo y la electroterapia en pacientes con miembro fantasma o sensación dolorosa post-amputación”**

**Presentado por Daniel Martínez Merino**

**Tutora: Sandra Jiménez del Barrio**

**Soria, a 12 de Junio de 2024**

## RESUMEN

---

**Introducción** El dolor del miembro fantasma (DMF) es una condición neuropática que afecta a un gran porcentaje de la población amputada, con una incidencia del 80-85% y una prevalencia global del 73%. Este dolor se origina tras la amputación de una extremidad y está relacionado con la sensibilización central y los cambios en la neuromatriz neuronal. La terapia de espejo y la electroterapia son tratamientos propuestos para el (DMF) dolor del miembro fantasma, sin embargo, no hay un estudio que sintetice todos los estudios que hayan analizado los efectos de la electroterapia y la terapia de espejo en cuanto a la intensidad del dolor, la supervivencia, la calidad de vida, la ansiedad y depresión y la sintomatología neurológica.

**Objetivos** El objetivo principal de este estudio es evaluar los efectos de la terapia de espejo y la electroterapia en pacientes con DMF en cuanto a la intensidad del dolor, la supervivencia, la calidad de vida, la ansiedad y depresión y la sintomatología neurológica.

**Metodología** Esta revisión sistemática siguió el protocolo PRISMA. La búsqueda se realizó en bases de datos como PubMed, Cochrane Library y Web of Science. Se incluyeron estudios con pacientes mayores de 18 años que recibieron terapia de espejo o electroterapia y se compararon con otros tratamientos o placebos. Los datos se extrajeron y analizaron según las variables dependientes como la intensidad del dolor, la supervivencia, la calidad de vida, la ansiedad y depresión y la sintomatología neurológica, con evaluaciones de la calidad metodológica mediante la escala PEDro.

**Resultados** Se incluyeron 10 ensayos clínicos aleatorizados con un total de 532 pacientes. 4 estudios evaluaron la terapia de espejo y 6 estudios la electroterapia. Ambos tratamientos mostraron mejoras significativas en la intensidad del dolor, así como en la calidad de vida y la sintomatología neurológica y depresiva. En el caso de la terapia de espejo se obtuvieron resultados ( $p=0,017$ ) en comparación de los ejercicios sensoriomotores y placebos, mientras que unos valores de ( $p=0,04$ ), en comparación a la imaginación motora. La estimulación magnética transcraneal (EMT), comparada con la terapia de espejo o placebos, obtuvo valores ( $p=0,03$ ). Similar ocurre con la estimulación nerviosa transcutánea (TENS) y con la estimulación nerviosa periférica (SNP), que obtuvieron valores significativos ( $p=0,033$ ).

**Conclusiones** La terapia de espejo y la electroterapia son intervenciones efectivas para el tratamiento del (DMF) dolor del miembro fantasma. La terapia de espejo parece tener efectos más duraderos a largo plazo, mientras que la electroterapia muestra efectos más inmediatos. Sin embargo, se necesitan más estudios para conocer más a fondo los efectos de estas terapias.

## ÍNDICE

---

<b>1.INTRODUCCIÓN</b> .....	Pag 4
<b>2.JUSTIFICACIÓN</b> .....	Pag 5
<b>3.OBJETIVOS</b> .....	Pag 6
<b>4.METODOLOGÍA</b> .....	Pag 6
- 4.1 Diseño del estudio.....	Pag 6
- 4.2 Estrategia de búsqueda.....	Pag 6
- 4.3 Criterios de elegibilidad .....	Pag 7
- 4.4 Extracción de datos .....	Pag 7
- 4.5 Calidad metodológica.....	Pag 7
<b>5.RESULTADOS</b> .....	Pag 8
- 5.1 <i>Características de los estudios incluido</i> .....	Pag 8
- 5.1.1 Estudios con intervención de terapia de espejo .....	Pag 9
- 5.1.1.1 Tabla 1.....	Pag 10
- 5.1.2 Estudios con intervención de electroterapia .....	Pag 11
- 5.1.2.1 Tabla 2.....	Pag 12
- 5.2 <i>Síntesis de los resultados</i> .....	Pag 13
- 5.2.1 Intensidad del dolor .....	Pag 13
- 5.2.2 Signos y síntomas neuropáticos.....	Pag 13
- 5.2.3 Calidad de vida .....	Pag 14
- 5.2.4 Supervivencia .....	Pag 14
- 5.2.5 Depresión y Ansiedad .....	Pag 14
<b>6. DISCUSIÓN</b> .....	Pag 14
<b>7. CONCLUSIÓN</b> .....	Pag 17
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	Pag 19

## 1.INTRODUCCIÓN

---

El dolor del miembro fantasma (DMF) es un problema conocido ya que es una de las causas más comunes de una importante limitación a nivel funcional que se suele dar en un 80%-85% de la población amputada o en 6 de 10 amputados (Flor, 2002; Ol et al., 2018). La prevalencia del dolor del miembro fantasma (DMF) global es de un 73% variando dichas estimaciones de prevalencia entre los países desarrollados y aquellos que están en desarrollo (Limakatso et al., 2024). El dolor del miembro fantasma (DMF) es comúnmente clasificado como un dolor de origen neuropático, generalmente tras una lesión del sistema nervioso sobre todo se relaciona con una lesión con una afectación bien de neuronas centrales como periféricas, las cuales se ven dañadas tras una amputación de un brazo o de una pierna, aunque también puede darse en otro tipo de operaciones como puede ser una extirpación del pene, seno o recto (Flor, 2002). Cuando se produce el dolor de miembro fantasma se dan unos cambios a nivel de la asta dorsal de la medula espinal al afectarse los nociceptores generando un proceso de sensibilización central, el cual se caracteriza principalmente por un aumento de la sensación dolorosa.

Fisiológicamente a nivel de la medula, los mecanismos que lo producen pueden ser dos, bien que las interneuronas inhibitoras del dolor están destruidas o que hay una alteración en las neuronas de proyección ascendente que se encargan de enviar ese dolor nociceptivo, todo esto ocasiona a nivel medular una medula hiperexcitable. Además, esto conlleva a una alteración de las fibras del dolor A y C ocasionando la alodinia.

En un área supraespinal las áreas que se relacionan con el dolor del miembro fantasma (DMF) son tanto el tronco del encéfalo, el tálamo y corteza, los cambios que se dan el área supraespinal dependen de la neuromatriz neuronal que se explica en el artículo de Melzack, 1990, como una red neuronal que involucra a todas las áreas supraespinales, que definen a una persona y que es específica de cada individuo lo que lleva a información tanto del cuerpo como de las sensaciones de la persona. Dicha neuromatriz se define en función de las experiencias y la genética y al producirse una amputación se produce una alteración de esta, lo que provoca un cambio de la actividad sensorial del individuo que se podría sumar a la afección de los nervios periféricos. Esta teoría es novedosa y que, sin embargo, todavía no hay una explicación que determine porque el dolor del miembro fantasma (DMF) se da en unos individuos, pero en otros no se da, a pesar de ello si es importante la relación que tienen las áreas que forman la neuromatriz en el dolor del miembro fantasma (DMF) (Melzack, 1990).

A pesar de ello, la presencia de dolor fantasma en amputados presenta gran controversia en la literatura y estudios actuales han descrito varios factores asociados que influyen en la presentación de dolor del miembro fantasma (DMF) como son *“la presencia de dolor previo a la amputación, el género, la dominancia y el tiempo transcurrido desde la amputación”*(Kooijman et al., 2000; Limakatso et al., 2024). Sin embargo, en la actualidad faltan datos y más estudios sobre humanos para comprender en su totalidad el proceso fisiológico que se da en el organismo humano para desencadenarse dicho dolor.

Actualmente para el tratamiento del dolor del miembro fantasma (DMF), se han desarrollado una gran cantidad de técnicas para abordar dicha patología, tanto la terapia de espejo como la electroterapia están siendo las más utilizadas por su enfoque prometedor.

La terapia de espejo (Barbin et al., 2016; Chan et al., 2007) se basa en la utilización de un espejo colocado de tal manera que refleja los movimientos de la extremidad sana, creando así una ilusión óptica como si la extremidad amputada estuviese presente. Con ello lo que se consigue es un trabajo de neuroplasticidad, ocasionando en el cerebro una posible reorganización de las redes neuronales, aliviando el dolor y mejorando la funcionalidad.

Por otro lado, la electroterapia incluye una gran diversidad de técnicas que utilizan ya sean estímulos eléctricos como magnéticos.

La estimulación magnética transcraneal (EMT) (Corbett et al., 2018), se basa en la aplicación de un campo magnético, para con esto provocar cambios a nivel cerebral, con la peculiaridad de que se puede dirigir el campo magnético a un área del cerebro específica, lo que provoca cambios eléctricos y morfológicos de la actividad y estructura neuronal y así proporcionando un alivio del dolor.

Otras dos técnicas utilizadas son, la estimulación del sistema nervioso periférico (SNP) y la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS), las dos actúan de una manera similar, basándose en la colocación de unos electrodos situados en las zonas más próximas de la extremidad amputada, con este proceso consiguiendo generar un estímulo eléctrico, que se difunde por todo el sistema nervioso, llegando así hasta las regiones superiores de este y consiguiendo modificaciones a nivel cerebral, liberación de endorfinas y consecuente a dicho proceso un alivio del dolor. (Soghoyan et al., 2023)

Estudiar de manera independiente los efectos de la terapia de espejo y la electroterapia en el tratamiento del dolor del miembro fantasma (DMF) es importante, ya que cada una de las técnicas presenta un enfoque diferente en el abordaje de la patología y más al considerarse una patología complicada y cuyo tratamiento es innovador. Por un lado, la terapia de espejo es una técnica no invasiva muy novedosa, basada en la neuroplasticidad a través del trabajo en primera persona del paciente, por lo que trabaja mucho la percepción postural, corporal y el control motor. Gracias a la neuroplasticidad lo que se trabaja, es una reorganización de las redes y conexiones neuronales, produciéndose ese alivio del dolor, a través del movimiento y de estímulos visuales. Por su parte, la electroterapia, comprende una diversidad de técnicas y métodos, que tienen la peculiaridad de actuar de una manera directa sobre el sistema nervioso, ya sea a través de campos eléctricos como magnéticos, consiguiendo así una modulación del dolor. Al ser técnicas relativamente novedosas, no existe ni un procedimiento estandarizado, para el tratamiento del dolor del miembro fantasma (DMF), lo que resalta más la necesidad de investigar más a fondo los efectos tanto a corto como a largo plazo que se consiguen con dichas técnicas.

## **2.JUSTIFICACIÓN**

---

El dolor del miembro fantasma (DMF) es una condición limitante que afecta a gran cantidad de población amputada, provocando dolor y limitación tanto física como

psicosocial. Pese a su incidencia y prevalencia, las opciones y técnicas de tratamiento siguen siendo limitadas y no existe un estándar. Es por ello por lo que la investigación de las técnicas de tratamiento de dicha patología como la terapia de espejo o la electroterapia, resultan de vital importancia. La terapia de espejo ha mostrado prometedores cambios en cuanto a la reducción del dolor del miembro fantasma (DMF).

Por otro lado, la consideración de la electroterapia es importante, ya que ofrece un enfoque directo para modular la transmisión del dolor a través del sistema nervioso. Gracias a estas técnicas, se pueden activar vías inhibitorias del dolor, provocar la liberación de neurotransmisores y reorganizar así redes neuronales implicadas en el dolor crónico. La novedad y diversidad de estos métodos demuestra la necesidad de investigar de una manera efectiva para entender sus mecanismos específicos y optimizar los protocolos. Dado que no existe un tratamiento estandarizado para el dolor del miembro fantasma (DMF), es crucial explorar cada técnica de manera independiente para determinar su eficacia y potencial en el manejo de esta patología. El estudio de estas terapias puede contribuir un tratamiento, más personalizado y efectivo mejorando la calidad de vida en los pacientes afectados por el dolor del miembro fantasma (DMF). Por lo tanto, este trabajo se centra en la evaluación de los efectos de la terapia de espejo y de la electroterapia, con el objetivo de proporcionar una base científica sólida para futuros estudios e investigaciones

### **3.OBJETIVOS**

---

El objetivo principal del estudio fue analizar cuáles son los efectos obtenidos en pacientes con dolor del miembro fantasma (DMF) o dolor post amputación, al aplicar un tratamiento de terapia de espejo o de electroterapia.

Como objetivos secundarios:

- Analizar los efectos en cuanto a la intensidad del dolor, los signos y síntomas neurológicos, la ansiedad y depresión, la supervivencia y la calidad de vida tras aplicar un tratamiento de terapia de espejo frente, a un placebo u a otros métodos de tratamiento de fisioterapia como los ejercicios sensoriomotores o la imaginación motora.

- Analizar los efectos en cuanto a la intensidad del dolor, los signos y síntomas neurológicos, la ansiedad y depresión, la supervivencia y la calidad de vida tras aplicar un tratamiento de electroterapia frente, a un placebo u a otros métodos de tratamiento de fisioterapia como los ejercicios sensoriomotores, la imaginación motora o la terapia de espejo.

### **4- METODOLOGÍA**

---

#### **4.1 Diseño del estudio**

El protocolo llevado a cabo para esta revisión sistemática fue el registrado en el Registro Prospectivo Internacional de revisiones sistemáticas (PROSPERO: CRD42023429933) y siguió el protocolo (PRISMA) para revisiones sistemáticas. (Page et al., 2021).

#### **4.2 Estrategia de búsqueda**

La estrategia de búsqueda se llevó a cabo en las bases de datos Pubmed (MEDLINE), Cochrane library y Web Of Science desde su inicio hasta el 14 de Marzo de 2024. En la estrategia de búsqueda se utilizaron los términos Mesh: Phantomb Limb, Amputee, Mirror movement therapy, transcutaneous electric nerve stimulation, transcranial magnetic stimulation, Stroke estos se combinaron con otros términos clave y con los operadores booleanos NOT/AND/OR. La estrategia de búsqueda de cada base de datos aparece reflejada en la figura 1.

### **4.3 Criterios de elegibilidad**

Los criterios de inclusión se escogieron de acuerdo con la pregunta (PICOS) Población, Intervención, Comparación, Resultado y Diseño del estudio. Todos los estudios seleccionados cumplen los siguientes criterios:

- Población: pacientes con miembro fantasma o doloroso post amputación mayores de 18 años
- Intervención: Terapia de espejo, TENS (Transcutaneous nerve stimulation), Estimulación Magnética transcraneal (EMT) o estimulación nerviosa periférica
- Comparación: con otras técnicas de fisioterapia o placebo
- Resultados: intensidad del dolor, sensación dolorosa, funcionalidad;
- Diseño del estudio; ensayos controlados aleatorizados o ensayos clínicos.

Los estudios fueron excluidos si: incluían a pacientes que no habían sufrido una amputación, aquellos cuya intervención de tratamiento se basaba en el consumo de fármacos, si se sometían a varios tratamientos combinados con electroterapia o terapia de espejo, si las variables que estudiaban no eran las de interés para nuestra revisión, si no se estudiaba ningún efecto del tratamiento, si los artículos no estaban publicados en inglés o en castellano.

### **4.4 Extracción de datos**

Tras haber realizado las búsquedas en las bases de datos, todas las referencias obtenidas se exportaron a el escritorio de Mendeley. En este gestor bibliográfico, se llevó a cabo una primera etapa de depuración de los ensayos, donde se eliminaron los duplicados utilizando la función de detección de duplicados de Mendeley. Este proceso se realizó para asegurar la integridad de los resultados y evitar la inclusión de artículos duplicados en la revisión.

Tras eliminar los duplicados, se llevó a cabo el proceso de selección de los estudios en función de los criterios de inclusión y exclusión, revisando a demás tanto resumen como el título de cada referencia para determinar la relevancia para nuestro estudio y nuestro objetivo.

Una vez seleccionados los ensayos incluidos para realizar la revisión, se extrajeron los datos de mayor relevancia para su análisis y su estudio, estos se separaron en dos tablas en función de la intervención a los pacientes, o los que recibieron terapia de espejo o electroterapia o ambas.

La información a estudio se extrajo de las variables dependientes que fueron, la intensidad del dolor, los signos y síntomas neurológicos, la calidad de vida, la supervivencia y la ansiedad y depresión.

Este proceso se realizó con el fin de asegurar la fiabilidad e integridad de todos los datos recopilados para la revisión y así facilitar el proceso de análisis y síntesis de los resultados de la revisión.

### **4.5 Calidad metodológica**

La evaluación de la calidad metodológica de los ensayos incluidos para realizar la revisión se realizó a través del uso de la escala PEDro. Dicha escala consta de 11 ítems basada en una lista Delphi, con el fin de valorar la calidad metodológica de los ensayos clínicos (Verhagen et al., 1998). La calidad metodológica depende de la puntuación obtenida en los 11

ítems, una puntuación de 7 o más se consideró “alta”, de 5 a 6 “regular” mientras que un resultado de 4 o menos se consideró de “mala calidad”.

## 5- RESULTADOS

Diez estudios fueron finalmente incluidos en la síntesis cualitativa. Tres estudios fueron excluidos por tratarse de estudios piloto (Albright-Trainer et al., 2022; CTRI/2014/07/004729, n.d.; Mulvey et al., 2013), mientras que dos fueron excluidos por ser estudios cruzados (Bocci et al., 2019; Katz & Melzack, 1991), dos más fueron excluidos por no alcanzar la calidad metodológica en la escala PEDro (Finsen et al., 1988; Ol et al., 2018), otro fue excluido por ser el diseño de un ensayo clínico (NCT01872481, n.d.) y otro también fue excluido porque la intervención no era de interés (Limakatso et al., 2020). El proceso de selección se muestra en el diagrama de flujo de PRISMA (Fig 1.)

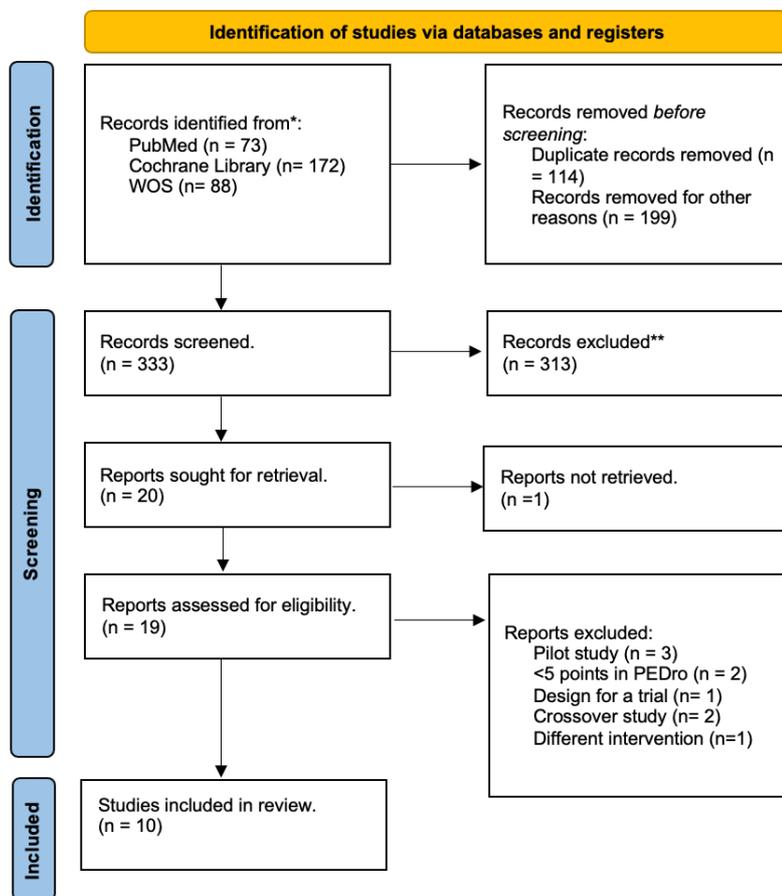


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA para la revisión.

### 5.1 Características de los estudios incluidos

Se incluyeron un total de 10 ensayos clínicos controlados aleatorizados, los cuales para su análisis hemos separado en dos grupos, los sometidos a terapia de espejo y los sometidos a electroterapia.

### 5.1.1 Ensayos clínicos aleatorizados con intervención de terapia de espejo

Se incluyeron 4 ensayos clínicos controlados aleatorizados, que incluyeron a un total de 257 pacientes tanto hombres como mujeres con algún miembro amputado ya fuera miembro superior o inferior. El tamaño de la muestra osciló entre los 120 – 22 pacientes, tres de los estudios incluyeron pacientes con una amputación de miembros inferiores excepto uno el cual no especificó el tipo de amputación (Chan et al., 2007). Las características clínicas y sociodemográficas de los pacientes aparecen representadas en la Tabla 1.

En los cuatro estudios (Anaforoğlu Külünkoğlu et al., 2019; Chan et al., 2007; Purushothaman et al., 2023; Rothgangel et al., 2018), se realizó una intervención en un grupo experimental, sometiéndolos a una terapia de espejo, con ejercicios de miembro inferior, tapando el miembro amputado con una caja con un espejo. Este reflejaba el movimiento realizado con el miembro sano. Todos los estudios tenían como objetivo conocer los efectos de la terapia en espejo en amputados. Sin embargo, lo que difiere es la comparativa con la que se realizó cada intervención. En el ensayo de Rothgangel et al. 2018, en el cual el grupo experimental realizó terapia de espejo, se comparó con un grupo de teletratamiento y otro grupo de ejercicios sensoriomotores con ojos cerrados (Rothgangel et al., 2018). En el ensayo de Anaforoğlu Külünkoğlu et al. 2019 se estudiaron los efectos respecto a un grupo control que realiza ejercicios fantasmas (Anaforoğlu Külünkoğlu et al., 2019). En el caso del artículo de Purushothaman et al. 2023, se realizó a comparativa con un grupo control que no se sometió a ningún tratamiento (Purushothaman et al., 2023). Por último, el ensayo de Chan et al. 2007 también tuvo tres grupos: uno el grupo de terapia de espejo, otro que realizaba los ejercicios en un espejo tapado, y un tercer grupo que realiza sesiones de imaginería motora (Chan et al., 2007).

Las variables estudiadas fueron, la intensidad del dolor con la escala EVA (Escala analógica del dolor) en los 4 artículos, además de la escala NRS (escala numérica del dolor) en dos de ellos, en el caso de Purushothaman et al. 2023, como en el ensayo de Rothgangel et al. 2018 se valoró el PDI (pain disability index para las actividades de la vida diaria), escala que mide la discapacidad ocasionada por el dolor (Purushothaman et al., 2023; Rothgangel et al., 2018), mientras que en el estudio de Anaforoğlu Külünkoğlu et al. 2019 se evaluó la calidad de vida con el cuestionario Short form-36 y la depresión con la BDI (escala de la sintomatología depresiva) (Anaforoğlu Külünkoğlu et al., 2019), por último en el ensayo de Purushothaman et al. 2023, también se valoró la probabilidad de supervivencia en la curva Kaplan-Meier (Purushothaman et al., 2023).

**Tabla 1.** Ensayos clínicos aleatorizados con intervención de terapia de espejo

Estudio	Participantes			Grupos	Variable independiente	Duración Semanas	Variable dependiente (Herramientas)	Resultados
	Muestra Sexo	Diagnosis	Edad					
(Rothgangel et al., 2018)	75 M-H	DMF post amputación	Media 61,1	GE (MT) GC1 (TT) GC2 (ESM)	- Terapia de espejo -E - Tele tratamiento- C1 -Ejercicios sensoriomotores - C2	E – 4 C1 – 6 C2 – 4	Intensidad del dolor (EVA) NRS PDI	No cambios entre grupos a las 4 semanas, pero si a los 6 meses en el GE respecto a los otros. < DMF (p=0,019)
(Anaforoğlu Külünkoğlu et al., 2019)	40 (M-17 H-23)	DMF post amputación	18-45	- GE(MT) -GC (Ejercicios fantasma)	-GE (MT- 15 mins) - GC (Ejercicios fantasma < 15 Reps)	4 semanas de TTO diario	EVA BDI Calidad de vida (Short form-36)	-Mejorías en ambos grupos, pero mayores en el grupo MT respecto al GC. En cuanto a las 3 escalas. - 3 meses (p=0,017) - 6 meses (p=0,022).
(Purushothaman et al., 2023)	120	DMF post amputación	18-60	-GE (MT) - GC	- MT – 20 minutos, dos veces al día durante 7 días.	1 semana de TTO	NRS Curva de Kaplan-Meier	- < DMF en GE. - Menor intensidad del dolor en GE a los 3 (p=0,017) meses cuando se aplicaba previa a la amputación - >Supervivencia del grupo MT
(Chan et al., 2007)	22	M-H	X	-G E (MT) - GC1 (MT -tapado) -GC2 (IM)	- Terapia de espejo A -Movimientos con ambos miembros a la vez en espejo tapado -Imaginería motora	4 semanas de TTO diario	EVA	- Reducción en la escala EVA del GE respecto a los otros grupos control (p=0,04)

GE (grupo GBGE (grupo experimental), GC (Grupo control), MT (terapia de espejo), TT (teletratamiento) ESM (ejercicios sensoriomotores), TTO (Tratamiento) DMF (dolor de miembro fantasma), PDI (pain disability index para las AVD) NRS (escala numérica del dolor) S (Semanas), BDI (escala de la sintomatología depresiva) Short form-36 (Escala de la calidad de vida)

### 5.1.2 Ensayos clínicos aleatorizados con intervención de electroterapia

Se incluyeron 6 ensayos clínicos controlados aleatorizados, que incluyeron a un total de 275 pacientes tanto hombres como mujeres con algún miembro amputado ya sea miembro superior o inferior. El tamaño de la muestra osciló entre los 26–112 pacientes, todos los estudios incluyeron pacientes con dolor de miembro fantasma. Las características clínicas y sociodemográficas de los pacientes aparecen representadas en la [Tabla 2](#).

En 4 de los artículos, los pacientes del grupo experimental fueron sometidos a estimulación magnética transcraneal. En el caso del estudio de Ahmed et al. 2011, como en el de Malavera et al. 2016, los pacientes se dividieron en un grupo experimental, y otro grupo control, este último sometido a una terapia simulada (Ahmed et al., 2011; Malavera et al., 2016).

En el caso de Gunduz et al., 2021 como el de Segal et al., 2021, los pacientes se sometieron a un tratamiento de terapia de espejo, con un grupo que también recibió estimulación magnética transcraneal por lo que el objetivo es valorar los efectos de la estimulación magnética transcraneal combinándola con un tratamiento de base (Gunduz et al., 2021; Segal et al., 2021).

En el ensayo de Tilak et al., 2016, los pacientes se dividieron en 2 grupos: uno recibió terapia de espejo y otro que recibió TENS (Electroestimulación Nerviosa Transcutánea) durante 20 minutos (Tilak et al., 2016). En el último estudio Gilmore et al., 2019, se realizaron intervenciones en las que la muestra se separó en dos grupos: uno recibió estimulación del nervio ciático y femoral de la pierna afectada, mientras que el grupo control se sometió a una terapia de estimulación periférica simulada (Gilmore et al., 2019).

Todos los ensayos estudiaron la intensidad de dolor, mediante diversas escalas, como la visual analógica del dolor, la escala BPI (Brief pain inventory “breve formulario sobre el dolor”), la puntuación universal del dolor (UPS), la escala numérica del dolor (NPS) o el cuestionario de dolor de McGill. Algunos ensayos evaluaron otros efectos, como los signos y síntomas neurológicos con la escala LANSS (escala de evaluación de Leeds), en el estudio de Ahmed et al., 2011, se midió el índice de ansiedad con la escala BAI (inventario de ansiedad de Beck) (Ahmed et al., 2011). En el estudio de Gunduz et al., 2021, también se midió la ansiedad con la escala BAI (inventario de ansiedad de Beck) y la sintomatología depresiva con la escala BDI en el estudio de Gilmore et al., 2019.

Estudio	Participantes			Grupos	Variable independiente	Duración	Variable dependiente (Herramientas)	Resultados
	Muestra Sexo	Diagnosis	Edad					
(Ahmed et al., 2011)	27 M-H	DMF post amputación	X	-GE (rEMT) -GC (Terapia simulada)	GE – EMT, durante 10 minutos a 20Hz diarios GC – Estimulación simulada	5 días	Intensidad de dolor (EVA) LANSS	- Las puntuaciones EVA y LANSS de los pacientes del GE mejoraron, respecto GC (p=0,03) - Cambios en la beta-endorfina sérica
(Malavera et al., 2016)	54 M: 4 H: 50	DMF post amputación	Media 33,9	-GE (rEMT) -GC (Terapia simulada)	GE – EMT, durante 20 minutos a 10Hz diarios GC – Estimulación simulada	10 días	EVA	- Las puntuaciones EVA de los pacientes del GE mejoraron a los 15 días respecto al GC, dejó de ser significativo a los 30 días (p= 0,03)
(Segal et al., 2021)	30 M-H	DMF post amputación	> 18	-G1 (MT + EMT) - G2 (MT) -G3 (MT+ EMT simulada)	G1: MT (20 mins) + EMT (22mins) G2: MT (20 mins) G3: MT + EMT simulada Diario durante 10 días los 3 grupos	15 días	SF-MPQ BPI NPS	- BPI, NPS y SF-MPQ mejora significativa a las 6 semanas del G1 respecto a los otros dos - No diferencias entre el G2 Y G3. (p <0,05)
(Gunduz et al., 2021)	112 M: 38 H: 74	DMF post amputación	>18	G1: (MT + EMT) G2: (MT+ EMTS) G3: (MTC+ EMT) G4: (MTC+ EMTS)	EMT: durante 20 minutos una vez al día durante 10 días EMTS: solo recibió corriente los primeros 20s MTC – MT: 12-15 minutos de ejercicio durante 10 días	4 semanas	EVA BAI Reorganización cortical	No cambios significativos entre los efectos de la MTC y MT en los 4 grupos, todos reducen el dolor. Sin embargo, la EMT si produce una inhibición en la cortical de manera significativa respecto a los grupos 2,3,4 (p <0,05) No cambios en cuanto a la ansiedad.
(Tilak et al., 2016)	26 M: 3 H: 23	DMF post amputación	18-60	G1- MT G2- TENS	G1: Terapia de espejo G2: TENS en la pierna contralateral a la afecta 20 minutos	4 días de TTO diario	EVA UPS	Tanto la terapia de espejo como el TENS redujeron el dolor a corto plazo (p=0,003) No diferencias entre los dos grupos
(Gilmore et al., 2019)	26 M: 23 H: 3	DM post amputación	>18	G1- SNP G2- Placebo	Estimulación de los nervios ciático y femoral con aguja Estimulación simulada en el grupo placebo que a las 4 semanas	8 semanas	BPI-SF BDI -II	SNP proporciona alivio duradero frente al dolor de manera significativa mejorando así las capacidades de las personas (p=0,033)

## 5.2 Síntesis de los resultados

### 5.2.1 Intensidad del dolor

En relación con la de terapia de espejo, en todas las intervenciones, se obtuvo una mejora significativa en las escalas y cuestionarios de la intensidad del dolor no hubo diferencias de forma inmediata, pero si al hacer evaluaciones meses después. En el ensayo de Rothgangel et al., 2018, los pacientes que se sometieron a la terapia de espejo obtuvieron una mejora significativa ( $p=0,019$ ) pasados los 6 meses de tratamiento, respecto a los otros dos grupos, tanto en la EVA como LANSS (Rothgangel et al., 2018). En el caso de Anaforoğlu Külünkoğlu et al. 2019, como en el caso de Purushothaman et al., 2023, el GC obtuvo una mejoría significativa ( $p < 0,05$ ) en la escala EVA y NRS, a los 3 meses ( $p=0,017$ ) como a los 6 ( $p=0,022$ ) (Anaforoğlu Külünkoğlu et al., 2019; Purushothaman et al., 2023). Por último, en el estudio de Chan et al., 2007, tanto el grupo A (terapia de espejo) ( $p=0,04$ ), como el C (imaginería motora) ( $p=0,002$ ) mejoraron de manera significativa en cuanto a la escala analógica del dolor pasados los meses de tratamiento (Chan et al., 2007).

En cuanto los estudios que evaluaron los efectos de la EMT mostraron siguientes resultados. En el ensayo de Ahmed et al., 2011, se obtuvo una disminución significativa en la escala EVA ( $p=0,001$ ) en el grupo EMT, mantenido incluso 2 meses pasado el tratamiento (Ahmed et al., 2011), en el caso del estudio de Malavera et al., 2016, también mejoró a los 15 días ( $p=0,03$ ) pero este efecto cesó a los 30 días (Malavera et al., 2016). En el ensayo Gunduz et al., 2021, como en el estudio de Segal et al. 2021, sucede algo similar ya los cambios se dieron de manera significativa en el grupo sometido a terapia de espejo + estimulación magnética transcutánea, respecto al resto de grupos (Gunduz et al., 2021; Segal et al., 2021).

En la intervención de TENS, mejoran de manera significativa sin mostrar diferencias entre ellos en la EVA y la escala UPS, se encontró una mejora significativa en la EVA sin diferencias entre los grupos de intervención (grupo TENS y grupo de terapia de espejo) ( $p=0,03$  y  $p=0,002$ , respectivamente) (Tilak et al., 2016).

Por último, en el ensayo de Gilmore et al., 2019 el grupo sometido a SNP, mostro una mejora significativa en la escala EVA ( $p=0,003$ ) (Gilmore et al., 2019).

### 5.2.2 Signos - síntomas neuropáticos y cambios a nivel cerebral

En el ensayo de estimulación magnética transcraneal de Ahmed et al., 2011, en el cual, a través de la administración de EMT (estimulación magnética transcraneal), redujo de manera significativa ( $p=0,001$ ), los signos y síntomas en el grupo experimental, tanto a las 5 sesiones del tratamiento como 1 y 2 meses después (Ahmed et al., 2011).

Además, este estudio demostró que también se aumenta la producción de b-serotonina en estos pacientes pasadas 2 a 5 horas después de las 5 sesiones.

Los cambios a nivel de la cortical cerebral se estudiaron en el ensayo de Gunduz et al., 2021, con el cual se demostraron que, tras aplicar EMT de manera transcraneal, se producen cambios en la corteza motora, ocasionando una inhibición del hemisferio cerebral lesionado. (Gunduz et al., 2021).

### 5.2.3 Calidad de vida

La calidad de vida se evaluó únicamente en dos ensayos en el de Rothgangel et al., 2018 a través de la escala PDI que valora el efecto del dolor en las AVD en el cual no se obtuvieron cambios significativos y a través de la escala Short form-36 (Cuestionario de la calidad de vida) (Rothgangel et al., 2018). Por otro lado, en el artículo de Anaforoğlu Külünkoğlu et al., 2019, en el que si se consiguió un cambio significativo al inicio del tratamiento (Anaforoğlu Külünkoğlu et al., 2019).

### 5.2.4 Supervivencia

Se valoró con la curva de Curva de Kaplan-Meier, en el ensayo de Purushothaman et al., 2023, en el cual se demostró de manera significativa que al aplicar terapia de espejo en pacientes con DMF durante 1 semana, se conseguía una mejoría de la curva tanto al ser aplicada antes de la amputación como después (Purushothaman et al., 2023).

### 5.2.5 Depresión y ansiedad

La depresión se valoró a través de la escala BDI. Los resultados obtenidos fueron significativos al finalizar el tratamiento y se mantuvieron 3 y 6 meses después en el caso de Anaforoğlu Külünkoğlu et al., 2019 (Anaforoğlu Külünkoğlu et al., 2019). Y en el caso de Gilmore et al., 2019, también se obtuvieron unos cambios significativos beneficiosos con una disminución de la depresión, en el grupo sometido a SNP (Gilmore et al., 2019).

En cuanto a la ansiedad se valoró a través de la escala BAI sobre la cual no se obtuvieron cambios significativos en ningún ensayo de los incluidos.

## 6.DISCUSIÓN

---

El objetivo principal de esta revisión sistemática fue estudiar los efectos producidos por la terapia de espejo o la electroterapia, sobre el dolor post-amputación o el dolor del miembro fantasma (DMF) en pacientes amputados. Se incluyeron 10 ensayos clínicos aleatorizados que tenían al menos un grupo de intervención al que se le aplicó o terapia de espejo o electroterapia o combinación de ambas. Dentro de estos 10 ensayos, cuatro ensayos incluyeron la terapia de espejo como tratamiento, mientras que 6 ensayos fueron de electroterapia, de los cuales 4 de ellos aplicaron estimulación magnética transcraneal, ya sea de manera aislada o combinada con otro tipo de terapia de base, 1 aplico la estimulación de los nervios periféricos y 1 ultimo cuyo grupo experimental a estudio se sometió a estimulación nerviosa transcutánea.

Los estudios, que analizaron los efectos en cuanto la intensidad del dolor, emplearon una amplia variedad de TEST e índices. En cuanto a los resultados obtenidos, los 4 estudios de terapia de espejo como los 6 de electroterapia, examinaron el efecto de cada terapia correspondiente en escalas de intensidad de dolor como la EVA (escala visual analógica), NRS (escala numérica del dolor), BPI. Y todos coincidieron que sus respectivas eran efectivas en la reducción del dolor del miembro fantasma (DMF). En primer lugar, en el caso de los ensayos de terapia de espejo, tanto el ensayo de Anaforoğlu Külünkoğlu et al., 2019, como en el de Rothgangel et al., 2018, en los cuales el grupo control se sometió a teletratamiento a través de ejercicios sensoriomotores y

fantasmas, se observó, una mejoría del grupo de terapia de espejo una vez finalizado el tratamiento, dichas mejorías se hicieron más significativas pasados 3 meses (Anaforoğlu Külünkoğlu et al., 2019; Rothgangel et al., 2018). En el caso de Purushothaman et al., 2023, sucede algo similar, el grupo experimental refirió una mejoría respecto al grupo control que no se sometió a ninguna terapia (Purushothaman et al., 2023), obteniendo una reducción del dolor poco significativa pasada la semana de tratamiento, sin embargo, estos se hicieron más notorios tras realizar una reevaluación 3 meses después. Sucede igual en el ensayo de Chan et al., 2007, que compara la terapia de espejo con imaginación motora (Chan et al., 2007). Estos cambios en cuanto a la intensidad de dolor, en los 4 estudios coinciden que son más significativos tras realizar una valoración pasadas ciertas semanas e incluso meses tras la intervención, nos hace pensar que es una terapia eficaz frente para reducir ese dolor del miembro fantasma (DMF) de una manera más lenta en el tiempo, pero eficaz. El hecho de que tarde más tiempo en darse ese cambio en la intensidad de dolor, sospechamos que, al actuar con los ejercicios, a nivel distal actuando sobre todo en el sistema nervioso periférico, la reorganización que se tiene que dar a nivel cerebral es más lenta y puede producir esos efectos más notorios a largo plazo.

En cuanto a los ensayos que utilizan electroterapia en el caso de Ahmed et al. 2011, como en el de Malavera et al. 2016, el grupo experimental se sometió a estimulación magnética transcraneal, obteniendo un alivio del dolor inmediato tanto finalizado el tratamiento como mantenido semanas después (Ahmed et al., 2011; Malavera et al., 2016). Esto puede darse ya que, la estimulación magnética transcraneal, se focaliza en estimular las diferentes células del sistema nervioso, en concreto del cerebro, a través de un campo magnético, con la finalidad de reducir sintomatología, y así conseguir una reorganización de las áreas cerebrales dañadas o alteradas. Por lo que, esas áreas dañadas que producen el dolor del miembro fantasma (DMF) conseguirán reorganizarse y cesar este dolor de una manera más rápida, ya que actúa en el sistema nervioso central de una manera directa y no invasiva. Por el contrario, estos cambios son muy efectivos en cuanto finaliza el tratamiento, pero si no se mantiene un trabajo con otra terapia como puede ser la terapia de espejo, dejaran de ser significativos pasado el tiempo de tratamiento. Es por ello por lo que en el caso del ensayo de Malavera et al., 2016, estos efectos dejan de ser significativos a los 30 días (Malavera et al., 2016). Sin embargo, en los casos de Gunduz et al., 2021 y en el ensayo de Segal et al. 2021, en los que el grupo experimental ya tiene de base una terapia de espejo y a esta se añade la estimulación magnética transcraneal (Gunduz et al., 2021; Segal et al., 2021), consiguieron una reducción de la intensidad del dolor nada más finalizar las sesiones pautadas de EM y que siguió siendo significativo pasadas ciertas semanas post-tratamiento. En estos dos casos hubo varios grupos de intervención, uno único que recibió EMT + terapia de espejo, que es el que consiguió estos cambios, mientras que los grupos que recibieron EMT o Terapia de espejo sola o simulada consiguieron un alivio del dolor, pero menor respecto a los que las recibieron combinadas.

De manera similar sucede en el caso de Gilmore et al., 2019, en el que los pacientes que recibieron SNP (peripheral nerve stimulation “estimulación de los nervios periféricos”) (Gilmore et al., 2019), mejoraron significativamente, en cuanto a la intensidad del dolor, tanto al finalizar el tratamiento como pasados los meses, respecto al grupo control que se sometió a SNP

simulada. Este efecto similar al de los dos estudios anteriores, puede deberse a que, al actuar sobre el SNP y los receptores de dolor periféricos, lo que podemos conseguir es que estos envíen al SNC, la información de relajarse y dejar de tomar un estímulo no doloroso como doloroso, además de así integrar que ese miembro no existe, por lo que no puede dar dolor. Consiguiendo desde la estimulación de los nervios periféricos alterados, una relajación de estos y una reorganización a nivel central. En el ensayo de Tilak et al., 2016, el TENS no produjo un efecto analgésico mayor que otro tipo de electroterapia (Tilak et al., 2016).

Las escalas más utilizadas para valorar la calidad de vida, la capacidad funcional y la realización de actividades de la vida diaria son la PDI (pain disability index para las AVD) y el short form-36. Los cambios en cuanto a la calidad de vida, esta mejora independientemente de la técnica aplicada de tratamiento, esto puede deberse al hecho de que, si con cualquier técnica conseguimos una reducción del dolor del paciente, mejoran tanto autoestima como funcionalidad pudiéndose ver más hábiles y funcionales en su día a día. En el caso de los ensayos de Rothgangel et al., 2018 como el de Anaforoğlu Külünkoğlu et al., 2019 tanto el grupo intervención como el grupo control refirieron una mejoría en cuanto a la calidad de vida, es por ello por lo que no hay mucha información sobre la relación de la terapia de espejo o la electroterapia, respecto a la mejoría en la calidad de vida de los pacientes con dolor del miembro fantasma (DMF) (Anaforoğlu Külünkoğlu et al., 2019; Rothgangel et al., 2018).

En cuanto a los signos y síntomas neurológicos, estos se estudiaron en el ensayo de Ahmed et al., 2011, en el cual, tras una estimulación magnética transcraneal, durante 5 sesiones consecutivas, se consiguió reducir la puntuación de la escala LANSS, además de darse una reorganización de la cortical cerebral inmediata tras cada sesión de EMT, se produjeron unos cambios a nivel cerebral que podemos relacionar con los cambios en cuanto a sintomatología neurológica, ya que la gran mayoría de alteraciones neurológicas son causa de cambios o daños a nivel del sistema nervioso (Ahmed et al., 2011). Por lo que al estimular el cerebro de manera directa y darse un cambio en su cortical y las zonas de activación del dolor, lo que conseguimos es que estos síntomas cesen y se reduzcan. Por otro lado, con la EMT en este ensayo de, se consiguió un aumento de producción de b-serotonina (la cantidad de baja de b-serotonina, se asocia con patologías neurológicas, depresión, ansiedad, insomnio, estrés, trastornos de atención...), la cual también puede ser significativa para reducir esos signos y síntomas (Ahmed et al., 2011). Hay que tener cautela ya que solo ha sido este ECA el que ha analizado dicha variable.

En el ensayo de Gunduz et al., 2021, también se estudiaron los cambios a nivel de la cortical cerebral y se demostró que, tras la aplicación de EMT, se reducía la actividad del hemisferio cerebral lesionado (Gunduz et al., 2021).

A nivel de la supervivencia, tenemos poca información, el único estudio que respalda la supervivencia es el de Purushothaman et al., 2023, en el cual a través de la curva de Kaplan-Meier, se demuestra una disminución de la pendiente de la curva, lo que se interpreta, como un mejor pronóstico de supervivencia (Purushothaman et al., 2023). El grupo que recibió terapia de espejo antes y después de la amputación mostró un cambio de pendiente, a diferencia del

grupo control que no mostró cambios significativos. Al ser el único estudio no se puede determinar que la terapia de espejo antes de la amputación puede prevenir el dolor del miembro fantasma (DMF).

Las condiciones psicológicas, en cuanto a la depresión y la ansiedad, tanto la electroterapia como la terapia de espejo redujeron la depresión en función de la escala de valoración de dichos valores. En el estudio de Anaforoğlu Külünkoğlu et al., 2019, como en el de Gilmore et al., 2019, la disminución de la puntuación del BDI del grupo experimental, respecto al grupo control, pudo deberse a que, con la terapia de espejo, el paciente consigue integrar unas sensaciones no dolorosas y aprende a desenvolverse con el miembro amputado, por lo que al reducir el dolor y verse más funcional, puede producir esa disminución de la depresión. (Anaforoğlu Külünkoğlu et al., 2019; Gilmore et al., 2019).

Es por ello, por lo que consideramos la EMT como la técnica de terapia con efectos más beneficiosos dentro de la electroterapia. Con la EMT conseguimos actuar a nivel cerebral de manera directa, obteniendo así unos cambios rápidos y mantenidos en el tiempo. Siempre y cuando se combine con otra terapia, como la terapia de espejo, con la cual la evidencia demuestra que sus efectos son más mantenidos en el tiempo.

Esta revisión sistemática presenta algunas limitaciones que han de ser consideradas. Una fue la falta de homogeneidad en la aplicación de las intervenciones, que dificultó la comparativa y agrupación de terapias. Otra, fue la escasez de estudios en cuanto a una técnica de electroterapia ha hecho que tengamos que agrupar todas las técnicas de electroterapia. Alguna limitación también surge del hecho de que es difícil a veces encontrar un grupo intervención de electroterapia o terapia de espejo únicamente. Otra limitación fue, la falta de homogeneidad en las variables dependientes estudiadas que dificultó la comparativa entre estudios. Por último, otra limitación fue el tamaño de la muestra en determinados estudios ya que fue escasa, lo que dificultó la extrapolación de resultados. Es por ello por lo que los resultados de esta revisión reflejan los efectos que tienen las diversas terapias sobre el DMF (Dolor del miembro fantasma), pero se necesita más información y futuros estudios para consolidar más estos resultados.

## **7.CONCLUSIONES**

---

En conclusión, los resultados de esta revisión sistemática muestran, que tanto la electroterapia como la terapia de espejo, son técnicas efectivas para reducir el dolor del miembro fantasma (DMF) y revertir los efectos producidos por dicha patología.

1. La terapia de espejo aplicada en pacientes con dolor del miembro fantasma (DMF) ha mostrado disminuir de forma estadísticamente significativa la intensidad del dolor, además de ser capaz de asegurar la supervivencia, respecto a otras terapias como la imagería motora o los ejercicios sensoriomotores.

2. La electroterapia aplicada en pacientes con dolor del miembro fantasma (DMF) ha conseguido disminuir significativamente la intensidad del dolor, además, de tener más efectos sobre otras variables como la ansiedad o la calidad de vida.
3. La unión de las dos terapias es la que más efectos ha conseguido en cuanto a la reducción de la intensidad del dolor, la mejora de calidad de vida, la supervivencia, la ansiedad y depresión y la sintomatología.
4. La duración y la aparición de los efectos son más rápidos los producidos por la electroterapia ya que estos se hacen visibles al finalizar el tratamiento por su actuación directa, sin embargo, los efectos de la terapia de espejo son más prolongados.
5. A pesar de ello la evidencia actual es limitada y falta más investigación para concluir y conocer más sobre los efectos de las diferentes terapias.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

---

- Ahmed, M. A., Mohamed, S. A., & Sayed, D. (2011). Long-term antalgic effects of repetitive transcranial magnetic stimulation of motor cortex and serum beta-endorphin in patients with phantom pain. *Neurological Research*, 33(9), 953–958. <https://doi.org/10.1179/1743132811Y.0000000045>
- Albright-Trainer, B., Phan, T., Trainer, R. J., Crosby, N. D., Murphy, D. P., Disalvo, P., Amendola, M., & Lester, D. D. (2022). Peripheral nerve stimulation for the management of acute and subacute post-amputation pain: a randomized, controlled feasibility trial. *Pain Management*, 12(3), 357–369. <https://doi.org/10.2217/PMT-2021-0087>
- Anaforoğlu Külünkoğlu, B., Erbahçeci, F., & Alkan, A. (2019). A comparison of the effects of mirror therapy and phantom exercises on phantom limb pain. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 49(1), 101–109. <https://doi.org/10.3906/SAG-1712-166>
- Barbin, J., Seetha, V., Casillas, J. M., Paysant, J., & Pérennou, D. (2016). The effects of mirror therapy on pain and motor control of phantom limb in amputees: A systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 59(4), 270–275. <https://doi.org/10.1016/J.REHAB.2016.04.001>
- Chan, B. L., Witt, R., Charrow, A. P., Magee, A., Howard, R., Pasquina, P. F., Heilman, K. M., & Tsao, J. W. (2007). Mirror therapy for phantom limb pain. *The New England Journal of Medicine*, 357(21), 2206–2207. <https://doi.org/10.1056/NEJMC071927>
- Corbett, M., South, E., Harden, M., Eldabe, S., Pereira, E., Sedki, I., Hall, N., & Woolacott, N. (2018). Brain and spinal stimulation therapies for phantom limb pain: a systematic review. *Health Technology Assessment (Winchester, England)*, 22(62), 1–93. <https://doi.org/10.3310/HTA22620>
- CTRI/2014/07/004729. (n.d.). does mirror therapy reduce phantom limb pain among amputees? <https://Trialsearch.Who.Int/Trial2.aspx?TrialID=CTRI/2014/07/004729>. <https://doi.org/10.1002/CENTRAL/CN-01870040>
- Finsen, V., Persen, L., Lovlien, M., Veslegaard, E. K., Simensen, M., Gasvann, A. K., & Benum, P. (1988). Transcutaneous electrical nerve stimulation after major amputation. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 70(1), 109–112. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.70B1.3257494>
- Flor, H. (2002). Phantom-limb pain: Characteristics, causes, and treatment. *Lancet Neurology*, 1(3), 182–189. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(02\)00074-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(02)00074-1)
- Gilmore, C., Ilfeld, B., Rosenow, J., Li, S., Desai, M., Hunter, C., Rauck, R., Kapural, L., Nader, A., Mak, J., Cohen, S., Crosby, N., & Boggs, J. (2019). Percutaneous peripheral nerve stimulation for the treatment of chronic neuropathic postamputation pain: a multicenter, randomized, placebo-controlled trial. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 44(6), 637–645. <https://doi.org/10.1136/RAPM-2018-100109>
- Gunduz, M. E., Pacheco-Barrios, K., Bonin Pinto, C., Duarte, D., Vélez, F. G. S., Gianlorenco, A. C. L., Teixeira, P. E. P., Giannoni-Luza, S., Crandell, D., Battistella, L. R., Simis, M., & Fregni, F. (2021). Effects of Combined and Alone Transcranial Motor Cortex Stimulation and Mirror Therapy in

- Phantom Limb Pain: A Randomized Factorial Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 35(8), 704–716. <https://doi.org/10.1177/15459683211017509>
- Kooijman, C. M., Dijkstra, P. U., Geertzen, J. H. B., Elzinga, A., & Van Der Schans, C. P. (2000). Phantom pain and phantom sensations in upper limb amputees: an epidemiological study. *Pain*, 87(1), 33–41. [https://doi.org/10.1016/S0304-3959\(00\)00264-5](https://doi.org/10.1016/S0304-3959(00)00264-5)
- Limakatso, K., Ndhlovu, F., Usenbo, A., Rayamajhi, S., Kloppers, C., & Parker, R. (2024). The prevalence and risk factors for phantom limb pain: a cross-sectional survey. *BMC Neurology*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/S12883-024-03547-W>
- Malavera, A., Silva, F. A., Fregni, F., Carrillo, S., & Garcia, R. G. (2016). Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Phantom Limb Pain in Land Mine Victims: A Double-Blinded, Randomized, Sham-Controlled Trial. *The Journal of Pain*, 17(8), 911–918. <https://doi.org/10.1016/J.JPAIN.2016.05.003>
- Melzack, R. (1990). Phantom limbs and the concept of a neuromatrix. *Trends in Neurosciences*, 13(3), 88–92. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(90\)90179-E](https://doi.org/10.1016/0166-2236(90)90179-E)
- Mulvey, M. R., Radford, H. E., Fawcner, H. J., Hirst, L., Neumann, V., & Johnson, M. I. (2013). Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Phantom Pain and Stump Pain in Adult Amputees. *Pain Practice*, 13(4), 289–296. <https://doi.org/10.1111/J.1533-2500.2012.00593.X>
- NCT01872481. (n.d.). Effects of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation in the Treatment of Phantom Limb Pain in Landmine Victims: ANTARES. <https://Clinicaltrials.Gov/Show/NCT01872481>. <https://doi.org/10.1002/CENTRAL/CN-01542664>
- Ol, H. S., Van Heng, Y., Danielsson, L., & Husum, H. (2018). Mirror therapy for phantom limb and stump pain: a randomized controlled clinical trial in landmine amputees in Cambodia. *Scandinavian Journal of Pain*, 18(4), 603–610. <https://doi.org/10.1515/SJPAIN-2018-0042>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/BMJ.N71>
- Purushothaman, S., Kundra, P., Senthilnathan, M., Sistla, S. C., & Kumar, S. (2023). Assessment of efficiency of mirror therapy in preventing phantom limb pain in patients undergoing below-knee amputation surgery—a randomized clinical trial. *Journal of Anesthesia*, 37(3), 387–393. <https://doi.org/10.1007/S00540-023-03173-9>
- Rothgangel, A., Braun, S., Winkens, B., Beurskens, A., & Smeets, R. (2018). Traditional and augmented reality mirror therapy for patients with chronic phantom limb pain (PACT study): results of a three-group, multicentre single-blind randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 32(12), 1591–1608. <https://doi.org/10.1177/0269215518785948>
- Segal, N., Pud, D., Amir, H., Ratmansky, M., Kuperman, P., Honigman, L., & Treister, R. (2021). Additive Analgesic Effect of Transcranial Direct Current Stimulation Together with Mirror Therapy for the Treatment of Phantom Pain. *Pain Medicine*, 22(2), 255–265. <https://doi.org/10.1093/PM/PNAA388>

- Soghoyan, G., Biktimirov, A., Matvienko, Y., Chekh, I., Sintsov, M., & Lebedev, M. A. (2023). Peripheral nerve stimulation enables somatosensory feedback while suppressing phantom limb pain in transradial amputees. *Brain Stimulation*, *16*(3), 756–758. <https://doi.org/10.1016/J.BRS.2023.04.017>
- Tilak, M., Isaac, S. A., Fletcher, J., Vasanthan, L. T., Subbaiah, R. S., Babu, A., Bhide, R., & Tharion, G. (2016). Mirror Therapy and Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for Management of Phantom Limb Pain in Amputees - A Single Blinded Randomized Controlled Trial. *Physiotherapy Research International*, *21*(2), 109–115. <https://doi.org/10.1002/PRI.1626>
- Verhagen, A. P., De Vet, H. C. W., De Bie, R. A., Kessels, A. G. H., Boers, M., Bouter, L. M., & Knipschild, P. G. (1998). The Delphi List: A Criteria List for Quality Assessment of Randomized Clinical Trials for Conducting Systematic Reviews Developed by Delphi Consensus. *Journal of Clinical Epidemiology*, *51*(12), 1235–1241. [https://doi.org/10.1016/S0895-4356\(98\)00131-0](https://doi.org/10.1016/S0895-4356(98)00131-0)