



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA

GRADO EN FISIOTERAPIA

TRABAJO FIN DE GRADO

**ABORDAJE DEL DOLOR EN EL PACIENTE NEUROPÁTICO: REVISIÓN
NARRATIVA**

Presentado por: Alma María Casillas Ramos

Tutor: Zoraida Verde Rello

Soria, a 12 de julio de 2023

Resumen

Introducción: La neuropatía periférica es una condición médica que genera un atrapamiento o daño en el nervio periférico que provoca dolor e impotencia funcional en la mayoría de pacientes que la padecen. El abordaje del dolor en este tipo de condiciones es aún algo desconocido en cuanto a la aplicación de las técnicas de manera óptimo.

Objetivos: Evaluación crítica de la bibliografía publicada sobre las técnicas usadas en la práctica clínica en cuanto al abordaje del dolor en pacientes con neuropatía periférica.

Material y métodos: Basándonos en las directrices de los Elementos de Información Preferidos para las Revisiones Sistemáticas y los Meta-análisis (PRISMA), y la escala PEDro para la evaluación de la calidad metodológica, revisamos sistemáticamente los estudios que analizaban estas terapias en cuanto a la disminución de la clínica dolorosa presentada por el paciente.

Resultados: Se hizo una búsqueda donde se identificó 115 artículos en las principales bases de datos, Cochrane, Medline y Scopus. Tras la primera criba se descartaron 37 artículos y en la segunda criba 42 artículos. Como posibles artículos potenciales teníamos 43 artículos, tras una lectura más detenida se descartaron 33 de ellos y se incluyeron en la revisión tan solo los 10 restantes.

Conclusión: Las terapias englobadas en los tres grandes grupos de este estudio, la electroterapia, la terapia manual y la actividad física resultan ser efectivas en cuanto a la disminución del dolor en la práctica clínica, sin embargo, lo más óptimo es la combinación de estas técnicas para prolongar este efecto analgésico en el tiempo.

Palabras clave: neuropatía periférica, analgesia, dolor.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 CLÍNICA.....	4
1.2 NEUROFISIOLOGÍA DEL DOLOR	5
1.3 FACTORES DE RIESGO	6
1.4 DIAGNÓSTICO	7
1.5 TRATAMIENTO.....	8
2. JUSTIFICACIÓN	9
3. OBJETIVOS	9
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
4. MATERIAL Y MÉTODOS	10
4.1 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	10
4.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN	10
4.2.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	10
4.2.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	11
4.2.3 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD METODOLÓGICA	11
5.RESULTADOS	11
5.1 SELECCIÓN DE ESTUDIOS	11
5.2 CALIDAD METODOLÓGICA.....	12
5.3 RESULTADOS DEL ESTUDIO.....	13
5.3.1 ELECTROTERAPIA	15
5.3.2 TERAPIA MANUAL.....	18
5.3.3 EJERCICIO FÍSICO	20
6.DISCUSIÓN	21
7. CONCLUSIONES	24
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura del nervio	4
Figura 2: RMN de una neuropatía	7
Figura 3: Diagrama de flujo (PRISMA)	12

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala PEDro	12-13
Tabla 2. Resumen de resultados	13-14

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

SNC: Sistema Nervioso Central

FC: Frecuencia Cardíaca

EMG: Electromiografía

RMN: Resonancia magnética

PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses

PICO: Población, Intervención, Comparación, Outcomes (Resultados)

PEDro: Physiotherapy Evidence Database

LLLT: Low level laser therapy

TENS: "Transcutaneous Electrical Nervious Stimulation" Estimulación eléctrica nerviosa transcutánea

TRPV1: Receptor transitorio potencial vaniloide 1

EVA: Escala visual analógica

PENS: "Percutaneous electrical nerve stimulation" Estimulación eléctrica nerviosa percutánea

NRS: "Numerical Rating Scale" Escala de calificación numérica

NPS: "Neuropathic Pain Scale" Escala de dolor neuropático

1. INTRODUCCIÓN

La neuropatía periférica es una condición médica en la cual, existe algún tipo de atrapamiento o daño ubicado en los nervios periféricos. Este atrapamiento, en algún área específica puede ser derivado porque la zona esté con una presión constante de manera prolongada, a causa de una respuesta inflamatoria, por lesiones traumáticas, por tumores o por algún tipo de anomalía en las estructuras anatómicas.

Un atrapamiento a nivel periférico puede darse en cualquier nervio del cuerpo, no obstante, encontramos zonas o áreas con mayor probabilidad de poder sufrir esta dolencia. Con mayor frecuencia se ven en extremidades superiores, dando lugar a condiciones como el síndrome del túnel carpiano a nivel de la muñeca y en extremidades inferiores, dando lugar a condiciones como el síndrome del túnel tarsiano del pie.

Según la presentación clínica nos vamos a encontrar:

- Mononeuropatías: Afecta a un solo nervio
- Mononeuropatías múltiples: Afecta a varios nervios, pero en distintas zonas corporales
- Polineuropatía: Afecta a muchos nervios periféricos

Este trabajo se ha centrado en aquellas mononeuropatías que afectan a un solo nervio y que son causadas generalmente por la sección, compresión o tracción de ese nervio.

Ante una mononeuropatía, la cubierta del nervio (la vaina de mielina) o incluso el axón pueden resultar dañadas. Este daño acaba dando como consecuencia el retardo o incluso la incapacidad de que las señales viajen a través de los nervios que presentan la lesión.

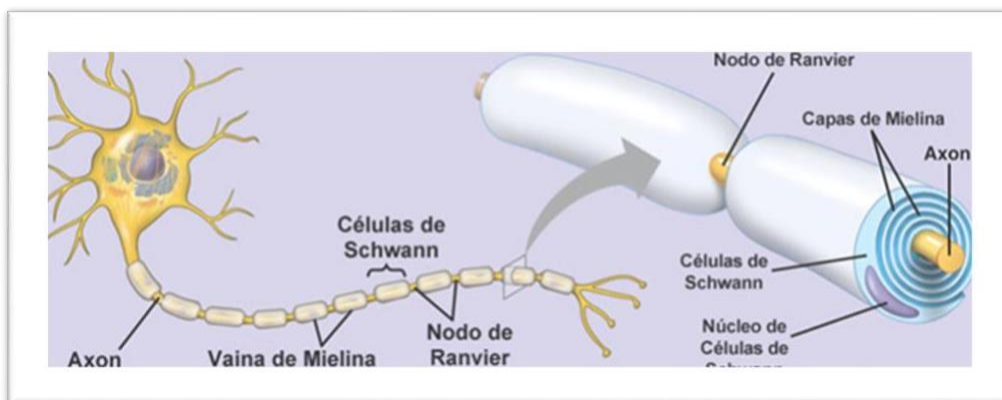


Figura 1. Estructura del nervio
Imagen: Lopez Tricas, J.M. (2014)

1.1 CLÍNICA

El sistema nervioso periférico recibe una importante función que es el envío de información desde el cerebro y la médula espinal (SNC) hacia las demás partes del cuerpo. Estos a su vez,

también son encargados de conducir la información sensorial de los receptores, esparcidos por todo el cuerpo, hacia el sistema nervioso central.

Sin embargo, cada nervio tiene una función propia, es por ello que los síntomas o la clínica de cada paciente puede fluctuar dependiendo de qué nervio sea el dañado. Por ello se clasifican los nervios en tres tipos:

- Nervios sensoriales: reciben sensaciones tales como la temperatura, el dolor, la vibración o el tacto a través de los receptores de la piel.
- Nervios motores: controlan el movimiento muscular.
- Nervios autónomos: se centran en funciones sistémicas como la presión arterial, la transpiración, la FC...

En la neuropatía periférica los nervios que nos vamos a encontrar dañados son sensoriales, motores o ambos. Esta lesión puede incluir los siguientes signos y síntomas:

- Inicio gradual de entumecimiento u hormigueo, que puede globalizarse desde las partes más distales (manos y pies) hasta cubrir toda la extremidad.
- Dolor agudo, pulsátil o punzante.
- Hipersensibilidad al tacto.
- Falta de coordinación y caídas.
- Debilidad muscular.
- Pueden referir que tienen una sensación como de llevar unos guantes o unos calcetines puestos.
- Parálisis.

(Barrel K., et al 2019)

1.2 NEUROFISIOLOGÍA DEL DOLOR

Una neuropatía se define como un trastorno nervioso que puede derivar en un dolor crónico y otras sensaciones desagradables en función de dónde aparezca esta. La neurofisiología del dolor en una neuropatía está centrada en una serie de procesos que implica la conducción de impulsos nerviosos desde los nervios periféricos al SNC, es ahí donde se interpreta la información y se traduce como dolor.

En una neuropatía, donde el daño o la alteración se ubica en los nervios periféricos puede generar una hiperexcitabilidad neuronal anormal, traduciéndose esto en una mayor sensibilidad y reactividad ante posibles estímulos dolorosos. Esto viene desencadenado por una serie de cambios a nivel de la composición química y eléctrica de las células nerviosas.

Son los nociceptores (receptores de dolor), que se ubican en la piel y en los tejidos cercanos al nervio, aquellos encargados de enviar las señales eléctricas que captan directamente al SNC por medio de las fibras nerviosas. En el caso de la neuropatía, estas fibras nerviosas se pueden ver dañadas, y donde hay una disminución del flujo sanguíneo local, puede privar a las células

nerviosas tanto de oxígeno como nutrientes. Derivando esto en muerte celular como en liberación de sustancias químicas proinflamatorias y pro-dolorosas.

En el SNC, las señales captadas por los nociceptores que llegan a este punto son transmitidas por dos vías principales:

- **VÍA ASCENDENTE.** Transmite la información desde el punto de lesión hacia el cerebro, donde es analizada e interpretada y finalmente se traduce como dolor. En los pacientes con patología de Baxter, esta sensación será referida como ardor, hormigueo, entumecimiento o dolor intenso en la parte posterior del pie. Esta vía implica la estimulación de células nerviosas específicas en la asta dorsal de la médula espinal y en diversas áreas del cerebro, como la corteza somatosensorial y la corteza cingulada anterior.
- **VÍA DESCENDENTE.** Se encarga de la modulación de este dolor mediante la liberación de neurotransmisores cuya función principal será aumentar o disminuir esta percepción de dolor que tendrá el individuo. Esta vía requiere la activación de neuronas específicas del tronco encefálico, así como en la médula espinal.

Esto explica, que ante una disfunción tal como la neuropatía donde estas vías pueden verse afectadas generando esta mayor sensibilidad y menor capacidad de regular el dolor como hemos hablado anteriormente. Esto, aplicado en un individuo, puede conducir a una percepción del dolor mucho más intensa de lo normal y persistente en el tiempo, alterando así su calidad de vida.

(Butler D., et al 2016)

1.3 FACTORES DE RIESGO

Es fundamental, a la hora de enfrentarse a este tipo de condiciones, descifrar el desencadenante por el cual se ha llegado a esa compresión o daño nervioso. La existencia de estos factores en la vida de un individuo puede aumentar notablemente el desarrollo de mononeuropatías por compresión o lesión del nervio. Entre ellos se encuentran:

- Movimientos repetitivos
- Posiciones prolongadas
- Lesiones o traumatismos
- Condiciones médicas subyacentes: como la diabetes, la artritis reumatoide, el hipotiroidismo, obesidad o insuficiencia renal, pueden conllevar cambios a nivel de los tejidos y generar un aumento de presión sobre los nervios.
- Factores anatómicos: como la existencia de espolones óseos, quistes, tumores u otras malformaciones.

No necesariamente, los individuos que padezcan uno o varios factores de riesgo van a padecer una compresión o daño en el nervio, sin embargo, la probabilidad de padecerlo es mayor a aquellos que no padezcan ninguno.

La identificación y valoración adecuada de esta condición tendrá una consecuencia directa en el proceso de recuperación del individuo.

(Barrel K., et al 2019)

1.4 DIAGNÓSTICO

Recabada la historia clínica, dentro de la fisioterapia se realiza una valoración neurológica, en ella se recoge información acerca de:

- Sensibilidad (dermatomas)
- Fuerza (escala Daniels)
- Reflejos

Los test neurodinámicos del nervio a valorar nos pueden aportar información importante acerca de la tolerancia al movimiento del nervio y el correcto deslizamiento de este entre los tejidos adyacentes.

Ante una mononeuropatía encontramos alteración en la información recogida por estas técnicas, la gravedad de estas dependerá del tiempo que haya transcurrido desde que el nervio se encuentra dañado u comprimido.

Es común el uso de exámenes complementarios para confirmar los hallazgos.

La electromiografía (EMG) recoge la actividad eléctrica en los músculos, ante un daño en el nervio esta actividad se verá alterada, pudiendo incluso desaparecer en casos graves.

Pruebas de conducción nerviosa, registrando la velocidad de la actividad eléctrica en los nervios.

Ecografías o resonancias magnéticas (RMN), aportarán información gracias a la obtención de una imagen completa del área afectada. Actualmente es una de las técnicas más empleadas para el diagnóstico de este tipo de procesos. (Giannini E., 2021)

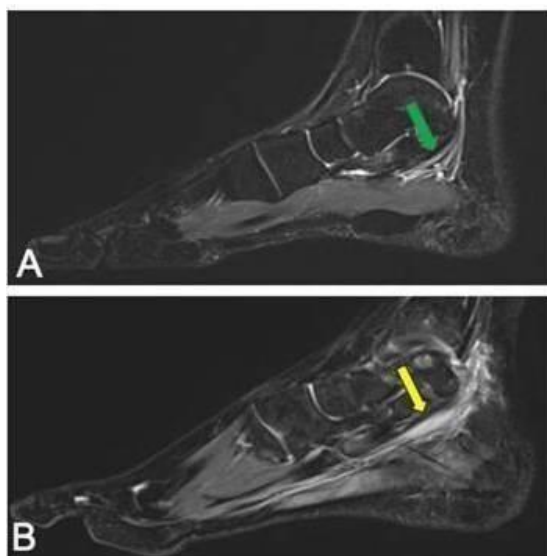


Figura 2. (A) Nervio tibial posterior normal y asintomático. (B) Neuropatía del nervio tibial posterior, observándose engrosado y con aumento de la señal (flecha amarilla)

Imagen: Esteban Giannini J., et al (2021)

1.5 TRATAMIENTO

El abordaje de esta afectación se centra inicialmente en el tratamiento conservador, donde la fisioterapia tiene el papel principal y cuyo objetivo de tratamiento se basará en la disminución de la inflamación, dolor y el estrés tisular al que pueden verse sometido el tejido y que compromete la fuerza muscular. Además de la mejora de la flexibilidad y movilidad del tejido blando y articular de miembros inferiores, se incluye neurodinamia del nervio ciático.

Del abordaje enfocado en el dolor, los recursos de los que disponemos como fisioterapeutas, así como del efecto que tiene sobre esta patología hablaremos más tarde de manera amplia.

Una vez haya disminuido la clínica dolorosa del paciente, el objetivo sería permitir que el nervio se regenere y recupere su función normal. (Xu L., 2016)

2. JUSTIFICACIÓN

La elección del tema del trabajo ha sido conocer de qué herramientas disponemos, como profesionales de la fisioterapia, para el manejo del dolor en pacientes con afectación de un nervio periférico.

La neuropatía periférica es una dolencia que afecta a una gran parte de la población pudiendo ser incapacitante en muchos de los individuos e incluso afectando negativamente en su calidad de vida. Además, si se prolonga en el tiempo esta percepción negativa de dolor puede sumir a aquel que la padece en un pensamiento catastrofista que también afectará a su posterior recuperación y readaptación a la vida normal.

Es por ello, que como profesionales de la salud nuestro objetivo primordial es revertir este dolor y tratar el foco de la lesión, corrigiendo factores de riesgo si los hubiera y aportando las herramientas necesarias para que este proceso no vuelva a ocurrir.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluación crítica de la bibliografía publicada relacionada con el abordaje del dolor en neuropatías periféricas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la eficacia de los tratamientos del dolor.
- Conocer cómo afectan las distintas herramientas analgésicas usadas en fisioterapia sobre el sistema neurológico.
- Analizar el efecto real sobre el dolor a corto y medio plazo de los distintos tipos de abordajes analgésicos.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Para la realización de esta revisión sistemática que busca estudiar las opciones para abordar el dolor en una neuropatía en el campo de la fisioterapia, se realizó una búsqueda en las siguientes bases de datos electrónicas: Medline (PubMed), Scopus y Cochrane.

Se siguieron las pautas metodológicas específicas PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses) y el modelo de preguntas PICOS:

P (población): “personas con neuropatía periférica que cursen con dolor”

I (intervención): “disminución de la clínica dolorosa mediante el uso de las distintas técnicas en fisioterapia”

C (comparación): “cualquier otra técnica de abordaje que no entre dentro del tratamiento de fisioterapia”

O (outcomes): “Efecto de las técnicas sobre el dolor”

S (diseño de estudio): “ensayos clínicos, ensayos cruzados, ensayos aleatorios y no aleatorios, revisiones y meta-análisis”

Se realizó una búsqueda exhaustiva en las bases de datos anteriormente mencionadas. Como los resultados de estas búsquedas eran tan amplios se aplicó como restricción que solo aparecieran los artículos publicados en los últimos 10 años y en idioma inglés o castellano. Los términos utilizados para la búsqueda eran palabras clave en texto libre que relacionaban el dolor neuropático con el efecto analgésico que podían proporcionar o no las diferentes técnicas en fisioterapia: *peripheral neuropathy* (neuropatía periférica), *neuropathic pain* (dolor neuropático), *manual therapy* (terapia manual), *electrotherapy* (electroterapia), *therapeutic exercise* (ejercicio terapéutico), *analgesia* (analgesia), *Baxter’s neuropathy* (neuropatía de Baxter) y *lateral plantar nerve* (nervio plantar lateral).

Con esta búsqueda se obtuvieron diversos artículos referentes al tema que queríamos abordar y tratar. Se realizó una criba de artículos duplicados que aparecían en más de una plataforma de búsqueda, a pesar de ello seguía habiendo mucho material por lo que se utilizaron criterios de inclusión y exclusión para reducir el número de artículos y seleccionar aquellos artículos que nos sirvieran para la revisión.

4.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN

4.2.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

1. Estudios cuyo objetivo era la disminución del dolor neuropático
2. Publicaciones donde los sujetos de estudio padecieran una neuropatía periférica
3. Sujetos con neuropatía periférica derivada por una lesión del nervio o compresión
4. Documentos publicados desde 2013 hasta la actualidad
5. Idioma inglés o castellano
6. Estudios con una puntuación mayor o igual a 6 en la escala de calidad metodológica PEDro (Physiotherapy Evidence Database)

4.2.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

1. Documentos duplicados
2. Investigaciones cuyo objetivo no fuera el tratamiento del dolor neuropático
3. Sujetos con neuropatía periférica derivada por tratamientos de quimioterapia, por enfermedades cardiovasculares o enfermedad sistémica.
4. Cualquier estudio que no use terapias que puedan llevarse a cabo por el fisioterapeuta
5. Estudios de los que solo se encuentre disponible el título y el resumen

No se hizo ninguna distinción ni discriminación a los artículos por sexo ni por edad.

4.2.3 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD METODOLÓGICA

Para esta evaluación se empleó la escala PEDro (Tabla). Esta escala consta de 11 ítems, cada uno suma 1 punto si la respuesta es "Sí" o suma 0 puntos si la respuesta es "No" o "no se informe". Teniendo una puntuación máxima de 11 puntos y cuánto más cercano a este número sea el resultado del artículo a evaluar mejor calidad metodológica presenta.

5.RESULTADOS

5.1 SELECCIÓN DE ESTUDIOS

Tras el proceso de búsqueda se identificaron 115 artículos: Cochrane n= 42, Medline n= 48 y Scopus n=31. En una primera criba se descartaron 37 artículos que se encontraban duplicados entre las bases de datos. En una segunda criba, se descartaron 42 artículos por los siguientes motivos: 7 de los artículos por el uso de otras terapias como fármacos o cirugía que estaban fuera del objetivo de estudio, 27 por no cumplir los objetivos de los criterios de inclusión descritos, 8 artículos por ser publicados en una fecha anterior a 2013. Nos quedaban como posibles artículos potenciales a la revisión un total de 43 artículos. Estos se evaluaron y solo 10 de ellos se emplearon para la revisión sistemática y 33 se excluyeron por valorar el efecto de las técnicas ante el dolor neuropático en pacientes con tratamiento en quimioterapia o en pacientes que cursaban la enfermedad en activo.

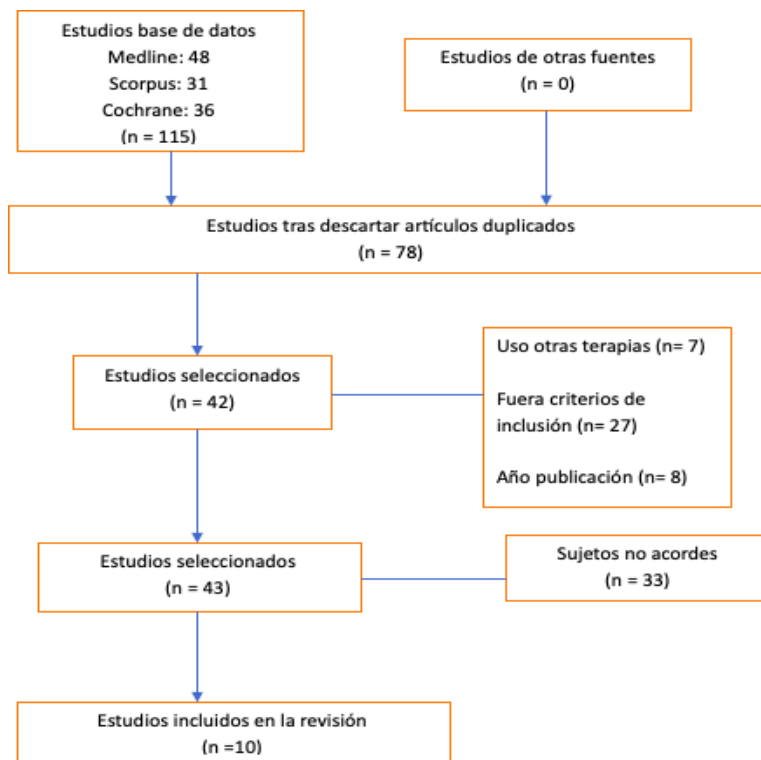


Figura 3. Diagrama de flujo PRISMA que resume la estrategia de búsqueda y selección de estudios incluidos en la revisión sistemática.

5.2 CALIDAD METODOLÓGICA

Los artículos usados en el estudio presentaban una calidad media – alta, llegando a tener uno de ellos una puntuación de 10.

Tabla 1. Escala PEDro para la evaluación de la calidad metodológica.

Referencia	I T E M S											Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Martins de Andrade et al., 2016	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	7
Tahmineh Mokhtari et al., 2020	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	8
Marco Rossi et al., 2016	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	7
Gholam Reza Raissi et al., 2017	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	10
Fu et al., 2019	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	7

Basak Mansiz Kaplan et al., 2019	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	9
Santos et al., 2018	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9
Jiménez et al., 2021	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	8
Streckmann et al., 2021	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	8
Streckmann et al., 2014	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	8

(1) Criterio cumplido; (0) Criterio no cumplido

Ítems de la escala PEDro: 1. Criterios de elección; 2. Asignación al azar; 3. Asignación oculta; 4. Grupos similares; 5. Sujetos cegados; 6. Terapeutas cegados; 7. Evaluadores cegados; 8. Mínimo 85% de seguimiento; 9. Análisis por intención de tratar; 10. Comparación estadística entre grupos; 11. Medidas puntuales y de variabilidad.

5.3 RESULTADOS DEL ESTUDIO

En la tabla 2, se recogen los resultados de los estudios empleados en la revisión sistemática incluyendo: autores y año de publicación, sujetos de estudio, herramienta analgésica empleada en los estudios y los resultados obtenidos en la aplicación de estas.

Tabla 2. Elaboración propia. Tabla resumen

ARTÍCULO	SUJETOS DE ESTUDIO	MÉTODO ANALGÉSICO	RESULTADOS
Martins de Andrade et al., 2016	N= 30 ratas macho adultas (230-320g) Frecuencia utilizada (660-980nm)	LASER	Diferencia de los efectos terapéuticos del grupo láser en comparación con grupo control. Longitud de onda 660nm mejores efectos que el grupo con longitud 980nm.
Tahmineh Mokhtari et al., 2020	Estudios sobre animales (no se especifica el número)	TENS	Modulación de los neurotransmisores y receptores en el sitio de la estimulación y sus niveles superiores, disminuyendo la percepción de dolor

Marco Rossi et al., 2016	N= 76 pacientes (hombres 29, mujeres 47) Edades 14>x<62 Diagnóstico: neuralgia	Estimulación eléctrica nerviosa percutánea (PENS)	Reducción NRS y NPS, tras la recogida de datos: - Pre-tratamiento - 3 meses - 6 meses
Gholam Reza Raissi et al., 2017	N= 40 pacientes. Grupo 1: Férula + ondas de choque Grupo 2: Férula	Ondas de choque	Mayor mejoría en la latencia sensorial distal del nervio en el grupo 1.
Fu et al., 2019	N= 128 pacientes Frecuencia onda corta (27.12-40.68 MHZ) Frecuencia diatermia (915 MHz)	Onda corta y diatermia	Mejora de parámetros electrofisiológicos, nº fibras mielinizadas y diámetro axonal
Basak Mansiz Kaplan et al., 2019	N= 169 pacientes Diagnóstico: síndrome túnel carpiano (leve/moderado)	Kinesiotape Órtesis Parafina	Mayor reducción del área transversal del nervio mediano a las 3 semanas
Santos et al., 2018	N= 50 ratas de peso oscilando 200-220g	Terapia manual	Disminución sustancia P y TRPV1 Aumento de expresión receptor opioide.
Jiménez et al., 2021	6 estudios con 401 pacientes	Terapia manual (movilización neurodinámica y de tejidos blandos)	Mejora del grado de dolor y disminución del área transversal del nervio mediano. Y mejora de la conducción nerviosa
Streckmann et al., 2021	20 ensayos controlados aleatorizados	Ejercicio físico	Medidas a favor del grupo de ejercicio para el equilibrio estático, escala Berg, Timed up and go, velocidad conducción nerviosa
Streckmann et al., 2014	18 ensayos clínicos controlados	Ejercicio físico (Resistencia y equilibrio)	Mejoras significativas en síntomas motores y sensoriales.

Después del análisis de toda la información recabada se pudo observar que la mayoría de los abordajes del dolor neuropático se centraban en 3 grandes grupos: la terapia manual; la electroterapia, en la cual veremos distintos tipos de aparataje y sus efectos; y, por último, el ejercicio terapéutico.

De forma añadida, aunque no tan presente en toda la evidencia vista; los últimos estudios sí han resaltado la importancia que juega el SNC en cuanto a la interpretación del dolor y cómo posteriormente es sufrido por el paciente.

5.3.1 ELECTROTERAPIA

5.3.1.1 LASER

Una de las terapias que parece tener mayor efectividad en cuanto a la disminución del cuadro de dolor que aparece ante el dolor neuropático es la terapia de baja frecuencia con láser, en inglés "Low level laser therapy" (LLLT).

En las últimas revisiones llevadas a cabo, se pudo concluir como a lo largo de los años de estudio, la terapia con láser sobre el dolor neuropático sí era efectiva. Dejando entrever su buen uso en la práctica clínica; sin embargo, aún son bastante dudosos los parámetros más óptimos sobre los cuales se obtendrían los mejores resultados.

Martins de Andrade et al., (2016) pudo estimar como los parámetros entre los que se obtenía la mayor analgesia para el tratamiento del dolor. Estos eran: "Longitud de onda (780 nm a 905 nm), en cuanto a la potencia entre 30mW-450 mW siendo 70mW la más utilizada. Una densidad de potencia significativa entre 1J/cm²-15 J/cm². Por último, sobre la energía (J), el rango comprendido entre 042J – 42J fueron las que mejores resultados otorgaron".

No obstante, todos los parámetros que comprenden esta terapia se encuentran aún en continua discrepancia, siendo lo más sólido lo anteriormente descrito y la afirmación de su efecto positivo ante el problema doloroso.

5.3.1.2 TENS

Probablemente la técnica no invasiva más utilizada en la actualidad, tanto en clínica por el profesional sanitario como por el propio paciente por la facilidad y accesibilidad para el uso domiciliario.

"Se trata de una corriente de impulsos en la superficie de la piel que se encargarían de la modulación de la transmisión de impulsos nerviosos al inhibir la transmisión presináptica de la información nociceptiva." (Tahmineh Mokhtari et al., 2020)

Este método de tratamiento se basa en la "Teoría de la compuerta" descrita por Melzack y Wall, el cual explica que, ante un estímulo doloroso, es la médula espinal la encargada de regular la información que le llega. Son las astas dorsales de médula las que serían descritas como las "compuertas" según Melzack, permitiendo abrirse (dejando pasar el estímulo

doloroso) o cerrarse (impidiendo la conducción del estímulo doloroso). Esta acción dependerá del tipo de fibra nerviosa que sea estimulada, en caso de ser las fibras A β (calibre grueso y mielinizadas), la compuerta se cerraría por acción inhibitoria de las interneuronas a nivel medular. Sin embargo, cuando además de estas fibras A δ , se le suman las fibras C (de menor diámetro), el dolor se transmite con mayor intensidad.

El uso del TENS, por ende, se encarga de estimular las fibras A β para bloquear la señal de dolor dada por las fibras A δ y fibras C amielínicas, gracias a las interneuronas inhibitorias a nivel medular.

En este estudio (Tahmineh Mokhtari et al., 2020), se observó los efectos que tenían los distintos tipos de TENS, siendo estos:

- TENS convencional (Baja intensidad y alta frecuencia): provocando una sensación de hormigueo al usar frecuencias > 10Hz (por debajo del umbral del dolor) y estimulando así las fibras A β .
- TENS similar a la acupuntura (Alta intensidad y baja frecuencia): provocando la activación de las vías inhibitorias del dolor descendente extrasegmentarias al usar altas intensidades como para alcanzar el umbral doloroso, pero con una frecuencia de 2-4Hz y estimulando inicialmente las fibras A δ y C.
- TENS intenso (Alta intensidad y alta frecuencia): estimula las fibras A δ , al igual que el TENS anterior, provocando la inhibición de la conducción dolorosa por los mecanismos analgésicos extrasegmentarios. Usa intensidades altas, llegando al umbral doloroso con unas frecuencias < 200 Hz.

Se llegó como conclusión en el estudio que el método que mayor mejora consiguió fue el TENS convencional, ubicando los electrodos sobre el punto de dolor.

5.3.1.3 NEUROMODULACIÓN PERCUTÁNEA ECOGUIADA

Es la técnica que se encuentra en mayor auge en la actualidad.

Se trata de un método invasivo en el cual se aplican electrodos bipolares en forma de agujas de punción seca cerca del nervio a tratar sin llegar a tocarlo, para ello utilizaremos como guía el ecógrafo. De forma que actúa directamente sobre el nervio periférico afecto.

Aunque aún se desconoce la exactitud del mecanismo de acción de este tratamiento, hasta el momento se cree que trataría de estimular las fibras periféricas A β para bloquear las señales dolorosas y que no lleguen estos impulsos al cerebro.

Para ello, Marco Rossi et al., usó dos tipos de frecuencias obteniendo diferentes respuestas. En el uso de baja frecuencia (2Hz), estimulando receptores delta y mu, se conseguía la inducción de encefalinas, pero no de dinorfinas, efecto contrario al que tuvo la aplicación de frecuencias altas (100Hz), que por su lado estimularía receptores kappa.

En este estudio aplicado a un grupo de 76 pacientes con dolor neuropático a causa de diversos factores. De toda la muestra solo 2 pacientes presentaron complicaciones que no fueron significativas para el estudio y el uso del PENS. Lo que sí fue significativo fue la disminución del dolor en todos ellos tanto a corto como a medio plazo. Además, se vio mejor respuesta a la combinación de frecuencia baja – alta, más que un tratamiento con el uso exclusivo de frecuencias bajas o frecuencias altas.

Esto nos deja entrever que pese a la novedad del tratamiento con respecto a los demás métodos es uno de los más efectivos para el tratamiento del dolor.

5.3.1.4 ONDAS DE CHOQUE

Terapia en la cual se emplea el uso de ondas sonoras de alta velocidad a través de un cabezal que consigue una mejor focalización del impulso en la zona a tratar gracias a un conductor (gel o líquido).

Según el ensayo clínico llevado a cabo por Gholam Reza Raissi et al., se vio que los resultados favorables eran dependientes de la dosis como el uso de más sesiones, con más frecuencias o intensidades.

Sin embargo, las conclusiones de este estudio tampoco vieron una efectividad muy concluyente más allá de una mejoría en cuanto a la latencia sensorial media del nervio afecto.

En cuanto a esta terapia para el tratamiento de la sensación dolorosa podría explicarse dado que el uso de estas ondas de choques aplicadas con alta energía genera lesiones en las fibras nerviosas pequeñas dentro del área de exposición. Este alivio a corto plazo que genera este tipo de terapia no es más que una consecuencia de desensibilización del nervio, pero sin eliminar la causa real del dolor que una vez pasado el efecto de desensibilización nos volverá a dar clínica dolorosa, por la regeneración axonal, si no usamos otro tipo de abordajes complementarios.

No obstante, más allá de una mejoría a nivel de la latencia sensorial del nervio, no se ha visto una efectividad mayor a la hora de usar esta terapia en neuropatías periféricas.

5.3.1.5 DIATERMIA Y ONDA CORTA

Es de las terapias más aceptadas y con mayor utilización en la práctica clínica. Se tratan de ondas no ionizantes (en este caso de diatermia y onda corta) que trasladan una energía electromagnética de alta frecuencia a través de ondas que atravesarán la piel e irán dirigidas a los tejidos subyacentes.

En un artículo realizado en 2019, Fu et al., quiso revisar la evidencia que existía hasta la fecha en el uso de estas dos terapias sobre la regeneración nerviosa en neuropatías periféricas. Un estudio que se llevó a cabo observando los resultados vistos tanto en muestra animal como humana.

En la terapia con diatermia, pese al estudio del uso de varias frecuencias, la más efectiva fue la diatermia de 27'12Hz, que además es la más utilizada en clínica. Se consiguió una regeneración histológica y funcional de los axones mielinizados. Además, se vieron cambios significativos y mejoras en la latencia sensorial y motora distal, así como, en la velocidad de conducción nerviosa.

Por otro lado, la terapia con microondas, puso en estudio también varias frecuencias llegando a concluir que la más efectiva y la que generaba mejores resultados era la microondas de 915Hz. Esta, facilitó la regeneración neural con inhibición de reacción inflamatoria y una notable mejora a nivel local de la circulación sanguínea.

En ninguna de las terapias hubo diferencia significativa en cuanto a su uso de manera continua o pulsada sobre la zona lesionada, por lo que, extrapolado a la práctica clínica, resultará indistinto.

Se concluye, por tanto, que el uso de diatermia y onda corta tiene un efecto positivo en neuropatía periférica en cuanto a la mejora de flujo sanguíneo local, mayor tasa de conducción nerviosa, una elevación del umbral del dolor. Todo ello genera un aumento de nutrientes y de O₂ de la región lesionada, teniendo un papel fundamental en los procesos anabólicos necesarios para la reparación nerviosa.

Además de esto, otro papel que tiene sobre la disminución de la clínica dolorosa es derivada de los estímulos que aporta esta terapia sobre el nervio, creando una analgesia al bloquear las señales dolorosas que llegan al cerebro.

Por último, se ha visto el efecto que tiene a nivel muscular, aliviando la compresión del nervio y reduciendo el malestar gracias al efecto de relajación que tiene sobre el tejido muscular que puede encontrarse tenso y/o espástico.

5.3.2 TERAPIA MANUAL

5.3.2.1 NEURODINAMIA

Es una de las terapias manuales no invasivas más empleadas a la hora de abordar una neuropatía periférica, esta se basa en la movilización del nervio a tratar. A lo largo de los años se ha investigado y se ha recogido múltiples artículos que evidencian los beneficios que tiene este método sobre la inflamación, la isquemia, la circulación axoplasmática y, sobre todo, en la reducción de la clínica dolorosa.

En el año 2018, Santos et al., realizaron un estudio de cómo se comportaban la sustancia P, el receptor transitorio potencial vaniloide 1 (TRPV1) y los receptores opiáceos en el ganglio de la raíz dorsal previo al tratamiento de neurodinamia y posterior a él.

Este tratamiento se realizó con un volumen de 10 sesiones que comenzaban 14 días después del atrapamiento del nervio y dejando un descanso entre sesiones de 2 días.

A la finalización del estudio se obtuvo que hubo una diferencia significativa en cuanto al grupo al que se le aplicó el tratamiento con neurodinamia y aquel grupo al que no se le aplicó tratamiento.

En comparación con ambos grupos, se observó una disminución de la expresión de la sustancia P, neuropéptido que actúa como neurotransmisor del sistema nervioso y capaz de amplificar la señal de dolor. Que unido a la a los receptores de neurocinina 1 (NK1) desencadena una transmisión de señales dolorosa dirigidas al sistema nervioso central y que ocasiona una sensibilización de los nervios.

También una disminución del receptor TRPV1, localizado en terminaciones nerviosas sensoriales y responsables de la percepción de dolor. A su activación permite la entrada de iones de calcio en la célula nerviosa, desencadenando la señal de dolor. También se implica en la inflamación y al aumentar su actividad genera también una hipersensibilidad al dolor.

Y en cuanto al receptor μ opioide, modulador del dolor y cuya activación genera efecto analgésico al inhibir la transmisión de señales de dolor gracias a la disminución de neurotransmisores y a la reducción de la excitabilidad neuronal; aumentó hasta en un 200% su expresión en el ganglio de la raíz dorsal.

Esto nos deja evidencia de que este método genera unos cambios de la expresión de neuropéptidos en el ganglio de la raíz dorsal, siendo positivo su uso como opción al tratamiento de dolor neuropático.

Otro de los métodos empleados es la terapia manual aplicada a la musculatura y al tejido blando. Con esto se pretende conseguir una disminución en el tono del tejido adyacente al nervio para que haya un buen deslizamiento de este. Estas técnicas parecen tener un efecto positivo frente al objetivo principal de disminuir el dolor, además de mejoras en la función física y la conducción nerviosa, sin embargo, no de forma aislada, se ha visto que la aplicación con mejores resultados es la combinación de tratamientos.

Jiménez et al., realizaron un metaanálisis sobre la eficacia de estos métodos aplicados en pacientes con dolor neuropático, obteniendo respaldo sobre la eficacia de las técnicas. Además de examinar otras técnicas manuales como la liberación miofascial, obteniendo resultados favorecedores en cuanto a la reducción del dolor y la mejora de la función física.

5.3.2.2 VENDAJE Y ÓRTESIS

La terapia de vendaje y uso de aparatos ortésicos para ayudar a disminuir el dolor es mayormente utilizado en neuropatías periféricas localizadas en miembros superiores, sin embargo, esto no limita su uso en miembros inferiores.

El uso de este tipo de terapia viene dado por el soporte y la estabilización que le otorga a la zona de dolor ya que ayuda notablemente a la reducción de la tensión y estrés de los tejidos que se localizan alrededor del nervio que da la clínica, disminuyendo tanto la irritación del nervio como el dolor asociado.

Por otro lado, sirve como método de corrección, muchas veces, el atrapamiento del nervio puede generar cambios en la alineación del cuerpo, como puede ser la caída del pie a una posición de flexión plantar o una deformidad a nivel de los dedos. Con la corrección del miembro, se busca reducir la tensión y la presión ejercida sobre el nervio.

Otro enfoque en el que puede ayudar es en la correcta distribución de las cargas, reduciendo así los puntos de hiperpresión y aliviando el dolor por la distribución uniforme del peso que soporta el cuerpo.

El papel protector ante el estadio más agudo de dolor también se debe tener en cuenta, el usar aparatos de soporte, como calzados protectores, ayudando a prevenir mayores lesiones gracias a la amortiguación de los posibles impactos.

Por último y no menos importante, el efecto sobre la movilidad y la función, como consecuencia del correcto alineamiento, la disminución de la clínica, permite al individuo una mejora en cuanto a la realización de actividad física, reduciendo la carga y el estrés nervioso, a la vez que disminuye el dolor.

En un artículo realizado por Basak Mansiz Kaplan et al., se hizo un estudio comparativo entre el uso de órtesis, kinesiotape y parafina, tanto de forma individual como conjunta entre sí.

Los resultados más prometedores fueron el beneficio otorgado por el uso conjunto de kinesiotape junto con el aparato ortésico, consiguiendo una reducción significativa en cuanto a la disminución de la escala EVA y la disminución de la sección del área transversal (estudio realizado para el nervio mediano), sin embargo, no se obtuvo ningún cambio electrofisiológico, por lo que se llegó a la conclusión de que el efecto que tendría el kinesiotape sería sobre las fibras C no mielinizadas.

Paralelamente se realizó un estudio microneurográfico que señaló que las fibras C no mielinizadas podrían ser la causa de la sensación de ardor que aparece con bastante frecuencia en la clínica de las neuropatías. Esta sensación estaría relacionada con descargas anormales y espontáneas de las fibras nerviosas dañadas y originadas en el axón, afectando así al sistema nervioso central a largo plazo y por consiguiente generando una sensibilización central.

Es por ello que el uso ortésico y de kinesiotape en periodos tempranos del atrapamiento (como fue el caso) evitaba la sensibilización central al tener este efecto sobre las fibras C no mielinizadas. Y evitando así, la cronificación de la patología.

5.3.3 EJERCICIO FÍSICO

En el estudio realizado por Streckmann et al., muestra el beneficio en cuanto a la terapia enfocada en el ejercicio físico en el manejo del dolor neuropático y la mejora de la clínica. Son varios mecanismos los que consiguen este objetivo.

En primer lugar, el movimiento consigue un aumento del flujo sanguíneo que lleva una mayor oxigenación y suministro de nutrientes a nivel nervioso, favoreciendo tanto la regeneración como la función de estos. A nivel hormonal se libera un torrente de endorfinas encargados de mejorar el estado de ánimo y teniendo una función como neurotransmisores que de forma natural generan un efecto analgésico.

También influye disminuyendo la inflamación, que puede afectar directamente a los nervios provocando dolor. Este efecto antiinflamatorio, por tanto, disminuirá la clínica del paciente además de promover la curación del nervio dañado.

Se ha visto un efecto beneficioso en cuanto a la estimulación de la plasticidad neuronal que consigue que el sistema nervioso pueda adaptarse y remodelarse. Esta estimulación puede conseguir la restitución de las conexiones nerviosas dañadas o alteradas.

El estudio reveló que la combinación de entrenamiento de resistencia (40-70% de reserva FC) realizado de 3-6 veces a la semana durante un mínimo de 8-12 semanas, junto al entrenamiento sensoriomotor al menos 2 veces a la semana durante 4-12 semanas provocan mayores efectos en cuanto a la reducción de la clínica dolorosa del paciente con dolor neuropático. El entrenamiento de resistencia mejora la velocidad de la conducción nerviosa, mientras que el entrenamiento sensoriomotor mejora el equilibrio estático, la escala de Berg y la prueba Timed-up-and-go.

6. DISCUSIÓN

En base a la información obtenida de las diferentes terapias en el tratamiento del dolor neuropático desde un enfoque de tratamiento en electroterapia, siendo estas: terapia de baja frecuencia con láser (LLLT), la estimulación eléctrica nerviosa transcutánea (TENS), neuromodulación percutánea ecoguiada (PENS), ondas de choque y diatermia y onda corta.

Analizando los estudios, la terapia con láser demostró ser efectiva disminuyendo la percepción del dolor neuropático, sin embargo, aún existen demasiadas discrepancias a la hora de pautar los parámetros óptimos en su aplicación. Estos parámetros, que incluyen la longitud de onda, la potencia, la densidad de potencia y la energía. Según el estudio de Martins de Andrade et al., se encontró que la aplicación de los parámetros de longitudes de onda 780nm y 905nm, potencias entre 30mW y 450mW, densidades de potencia entre 1 J/cm² y 15 J/cm² y energías entre 0'42 J y 42 J, parecieron obtener mejores resultados en la analgesia, sin embargo, no parecen encontrarse entre los parámetros óptimos que aún siguen buscándose.

Por otro lado, el TENS, basado en la teoría de la compuerta propuesta por Melzack y Wall, que explica la regulación de la transmisión del dolor en la médula al estimular las fibras nerviosas A β para bloquear la transmisión dolorosa provocada por las fibras A δ y C. Además, se empleó diferentes tipos de TENS que variaban en intensidad y frecuencia. Según el estudio de Tahmineh Mokhtari et al., sería el TENS convencional aplicado en la zona de dolor la que obtendría mejores resultados.

El uso del PENS es una terapia invasiva que, pese a no conocerse bien el mecanismo exacto de acción, se cree que estimula las fibras periféricas A β para bloquear las señales dolorosas. Algo parecido a lo que haría el TENS. Según el estudio de Marco Rossi et al., la combinación de frecuencias tanto altas como bajas sería lo que mejor resultado daría en el paciente, tanto a

corto como medio plazo. Se considera uno de los tratamientos más efectivos para este tipo de patología.

Sin embargo, las ondas de choque por otro lado, no resultó ser apenas efectivo en cuanto a la reducción del dolor neuropático, sólo a la hora de la mejora de la latencia del nervio pareció obtener resultados significativos.

Por último, dentro de la electro terapia, la diatermia y la onda corta, son terapias ampliamente aceptadas y utilizadas en la práctica clínica. En el estudio de Fu et al., encontró que la frecuencia más efectiva fue 27'12Hz, también es la más utilizada en práctica clínica, logrando una regeneración histológica y funcional de los axones mielinizados, así como mejoras en la latencia sensorial y motora y la velocidad de conducción. En cuanto a la onda corta fue la frecuencia de 915Hz la que obtuvo resultados más prometedores, inhibiendo la reacción inflamatoria y la mejora de la circulación sanguínea local. Por otro lado, no hubo diferencias significativas en cuanto al uso continuo o pausado de ambas terapias.

De forma general, pese al uso general de estas terapias en la práctica clínica, parece ser todavía una incógnita los parámetros óptimos en cuanto a la programación de este tipo de aparataje, siendo esto sin duda, una vertiente de estudio aún algo desconocida y sobre la que enfocar nuevos estudios.

Otra vertiente de estudio fue las herramientas en cuanto a la terapia manual, la neurodinamia, la más utilizada, demostró una reducción de la inflamación, mejora en la circulación y, por ende, disminución del dolor en pacientes con este proceso de neuropatía periférica. Según el estudio realizado por Santos et al., la terapia manual, aplicada a la musculatura y al tejido blando fue muy efectivo a la hora de reducir el dolor, mejorar la función física y la conducción nerviosa. Es por ello, que la combinación de la movilización del nervio junto a esta terapia manual de la musculatura y el tejido blando sería de los tratamientos más favorecidos en cuanto al abordaje de este dolor neuropático.

Por otro lado, el vendaje y el uso de órtesis proporcionarían soporte y estabilización de la zona afecta, reduciendo de manera notable la tensión de los tejidos circundantes al nervio y mejorando la alineación anatómica. Además de distribuir de forma correcta las cargas, aliviar presiones y mejorar tanto la movilidad como la función. Sin embargo, esta terapia no puede emplearse como única forma de tratamiento.

Para terminar, el ejercicio físico, según el estudio de Streckmann et al., presentó beneficios significativos al aumentar el flujo sanguíneo, reducir la inflamación y estimular la plasticidad neuronal. La combinación del entrenamiento de resistencia junto al sensoriomotor, pareció ser lo más efectivo en cuanto a la mejora de la sintomatología.

De lo que no cabe ninguna duda, es que el mejor abordaje en cuanto a los pacientes con esta patología no es más que la combinación tanto de la electroterapia, la terapia manual y la actividad física, ya que, de esta forma, conseguimos tanto la disminución de dolor a corto

plazo en el momento agudo como perdurarlo en el tiempo al conseguir que los tejidos se adapten y puedan soportar las exigencias del cuerpo.

Por otro lado, aún son muchas las vertientes abiertas en cuanto a estos temas ya que siguen existiendo muchas dudas en cuanto a la aplicación óptima de muchas terapias, siendo sin duda, tanto los métodos de abordaje del dolor como la aplicación concreta en el paciente con neuropatía periférica, objeto de futuros estudios que permitan concluir con mayor exactitud la eficacia y efectividad de las distintas terapias para conseguir paliar la clínica dolorosa del paciente, la cual, como fisioterapeutas, es uno de nuestros objetivos primordiales en la práctica clínica.

7. CONCLUSIONES

Tras el estudio realizado se ha llegado a concluir que la fisioterapia desempeña un papel fundamental en la reducción del dolor, mejorando la funcionalidad y la calidad de vida de los pacientes que presentan esta condición.

- Todas las terapias que fueron estudiadas resultaron tener algún tipo de efecto en cuanto a la disminución de la percepción dolorosa en el paciente.
- Estas herramientas, en su gran mayoría, tenían efecto sobre las fibras nerviosas aferentes A y C, bloqueando la señal para que el cerebro no pueda interpretarla como dolor. También otras técnicas presentaban efecto en cuanto a la bioquímica del organismo, bloqueando neurotransmisores que amplifican señales de dolor y aumentando los receptores capaces de aumentar la analgesia.
- Pese a no presentar datos en cuanto a la disminución de dolor a largo plazo (que podría ser una nueva vertiente de estudio), se puede llegar a estimar que el efecto que se obtenía en todas las terapias en cuanto al tejido adyacente, podía favorecer a la disminución de la clínica dolorosa en un periodo más amplio de tiempo.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Neuropatía periférica.* (2022, agosto 11). MayoClinic.org. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/peripheral-neuropathy/symptoms-causes/syc-20352061>
2. Giannini J., E., Franco L., P., Montalba Z., C., López P., D., & Astudillo A., C. (2021). Neurografía por resonancia magnética: Aspectos técnicos y aplicaciones clínicas. *Revista Chilena de Radiología*, 27(2), 88–103. <https://doi.org/10.4067/s0717-93082021000200088>
3. Strong, A. L., Agarwal, S., Cederna, P. S., & Levi, B. (2017). Peripheral neuropathy and nerve compression syndromes in burns. *Clinics in plastic surgery*, 44(4), 793–803. <https://doi.org/10.1016/j.cps.2017.05.010>
4. Jiménez Del Barrio, S., Bueno Gracia, E., Hidalgo García, C., Estébanez de Miguel, E., Tricás Moreno, J. M., Rodríguez Marco, S., & Ceballos Laita, L. (2018). Tratamiento conservador en pacientes con síndrome del túnel carpiano con intensidad leve o moderada. Revisión sistemática. *Neurología (English Edition)*, 33(9), 590–601. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2016.05.018>
5. *Sciencedirect.com.* (s/f). Sciencedirect.com. Recuperado el 20 de junio de 2023, de https://www.sciencedirect.com/user/identity/landing?code=G006GcyATRcrPwJjUQIQ CxBO4KfRUIBaTGtmEb8K&state=retryCounter%3D0%26csrfToken%3Dc7cd035d-c0dd-4941-bb6b-c789b71c9fef%26idpPolicy%3Durn%253Acom%253Aelsevier%253Aidp%253Apolicy%253Aproduct%253Ainst_assoc%26returnUrl%3D%252Fscience%252Farticle%252Fabs%252Fpii%252F0006899318301045%26prompt%3Dnone%26cid%3Darp-64fa3bc2-8cac-44cf-9ca5-342c3039859a

6. Sheereen, F. J., Sarkar, B., Sahay, P., Shaphe, M. A., Alghadir, A. H., Iqbal, A., Ali, T., & Ahmad, F. (2022). Comparison of two manual therapy programs, including tendon gliding exercises as a common adjunct, while managing the participants with chronic carpal tunnel syndrome. *Journal de La Societe Canadienne Pour Le Traitement de La Douleur [Pain Research & Management]*, 2022, 1975803. <https://doi.org/10.1155/2022/1975803>
7. Jiménez-Del-Barrio, S., Cadellans-Arróniz, A., Ceballos-Laita, L., Estébanez-de-Miguel, E., López-de-Celis, C., Bueno-Gracia, E., & Pérez-Bellmunt, A. (2022). The effectiveness of manual therapy on pain, physical function, and nerve conduction studies in carpal tunnel syndrome patients: a systematic review and meta-analysis. *International Orthopaedics*, 46(2), 301–312. <https://doi.org/10.1007/s00264-021-05272-2>
8. Mansiz Kaplan, B., Akyuz, G., Kokar, S., & Yagci, I. (2019). Comparison of the effectiveness of orthotic intervention, kinesiotaping, and paraffin treatments in patients with carpal tunnel syndrome: A single-blind and randomized controlled study. *Journal of Hand Therapy: Official Journal of the American Society of Hand Therapists*, 32(3), 297–304. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2017.12.006>
9. Raissi, G. R., Ghazaei, F., Forogh, B., Madani, S. P., Daghighzadeh, A., & Ahadi, T. (2017). The effectiveness of radial extracorporeal shock waves for treatment of carpal tunnel syndrome: A randomized clinical trial. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 43(2), 453–460. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2016.08.022>
10. Rossi, M., De Carolis, G., Liberatoscioli, G., Iemma, D., Nosella, P., Nardi, L. F., (2016). A novel mini-invasive approach to the treatment of neuropathic pain: The PENS study: *Pain Physician*, 19(1), 121-128. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84954406392&origin=inward>
11. de Andrade, A. L. M., Bossini, P. S., & Parizotto, N. A. (2016). Use of low level laser therapy to control neuropathic pain: A systematic review. *Journal of Photochemistry and Photobiology. B, Biology*, 164, 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2016.08.025>
12. Masoumpoor, M., Jameie, S.B., Janzadeh, A., Nasirinezhad, F., Soleimani, M., Kerdary, M., (2014). *Effects of 660- and 980- nm low-level laser therapy on neuropathic pain relief following chronic constriction injury in rat sciatic nerve: Laser in medical science*, 29(5), 1592-1598. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85027927245&origin=inward&txGid=35a294f1a2e01cfdbfe7221b1941faad>
13. Acevedo González, J. C. (2013). Ronald Melzack and Patrick Wall. La teoría de la compuerta: más allá del concepto científico dos universos científicos dedicados al entendimiento del dolor. *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 20(4), 191–202. <https://doi.org/10.4321/S1134-80462013000400008>
14. Wu, Q., Yue, J., Lin, L., Yu, X., Zhou, Y., Ying, X., Chen, X., Tu, W., Lou, X., Yang, G., Zhou, K., & Jiang, S. (2021). Electroacupuncture may alleviate neuropathic pain via suppressing P2X7R expression. *Molecular Pain*, 17, 1744806921997654. <https://doi.org/10.1177/1744806921997654>
15. Wu, Q., Chen, J., Yue, J., Ying, X., Zhou, Y., Chen, X., Tu, W., Lou, X., Yang, G., Zhou, K., & Jiang, S. (2021). Electroacupuncture improves neuronal plasticity through the A2AR/cAMP/PKA signaling pathway in SNL rats. *Neurochemistry International*, 145(104983), 104983. <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2021.104983>

16. Rodríguez Lagos, L., Arribas-Romano, A., Fernández-Carnero, J., González-Zamorano, Y., & Laguarda Val, S. (2023). Effects of percutaneous and transcutaneous electrical nerve stimulation on endogenous pain mechanisms in patients with musculoskeletal pain: A systematic review and meta-analysis. *Pain Medicine (Malden, Mass.)*, 24(4), 397–414. <https://doi.org/10.1093/pm/pnac140>
17. Mokhtari, T., Ren, Q., Li, N., Wang, F., Bi, Y., & Hu, L. (2020). Transcutaneous electrical nerve stimulation in relieving neuropathic pain: Basic mechanisms and clinical applications. *Current Pain and Headache Reports*, 24(4), 14. <https://doi.org/10.1007/s11916-020-0846-1>
18. Chimenti, R. L., Frey-Law, L. A., & Sluka, K. A. (2018). A mechanism-based approach to physical therapist management of pain. *Physical Therapy*, 98(5), 302–314. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzy030>
19. Conti, M. S., Walters, D. D., & O'Malley, M. J. (2021). Plantar fasciitis: Distal tarsal tunnel (Baxter's nerve) in the athlete. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 29(3), 150854. <https://doi.org/10.1016/j.otsm.2021.150854>
20. Cooper, M. A., Kluding, P. M., & Wright, D. E. (2016). Emerging relationships between exercise, sensory nerves, and neuropathic pain. *Frontiers in Neuroscience*, 10, 372. <https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00372>
21. Sano, Y., Wake, N., Ichinose, A., Osumi, M., Oya, R., Sumitani, M., Kumagaya, S.-I., & Kuniyoshi, Y. (2016). Tactile feedback for relief of deafferentation pain using virtual reality system: a pilot study. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 13(1), 61. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0161-6>
22. Arranz Álvarez, A. B., Tricás Moreno, J. M., I Jiménez Lasanta, M. O. L. L. A., Domínguez Oliván, P., & García Rivas, B. (1999). Tratamiento del dolor. *Revista iberoamericana de fisioterapia y kinesiología*, 2(3), 167–180. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-articulo-tratamiento-del-dolor-13010391>
23. Ortega-Santiago, R., de-la-Llave-Rincón, A. I., Ambite-Quesada, S., & Fernández-de-las-Peñas, C. (2012). Tratamiento fisioterápico basado en la neuromodulación de la sensibilización central en el síndrome del túnel del carpo: a propósito de un caso. *Fisioterapia (Madrid. Ed. impresa)*, 34(3), 130–134. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2012.01.004>
24. Watson, J. C. (s/f). *Dolor neuropático*. Manual MSD versión para profesionales. Recuperado el 20 de junio de 2023, de <https://www.msmanuals.com/es-es/professional/trastornos-neurológicos/dolor/dolor-neuropático>
25. *Vista de Manejo fisioterápico de dolor neuropático sin correlación anatómica nerviosa: informe de caso*. (s/f). Jomts.com. Recuperado el 20 de junio de 2023, de <https://jomts.com/index.php/MOVE/article/view/19/21>
26. Básica Guía Para Estudios De Conducción Nerviosa Y Electromiografía De Lyn, E., Weiss, D., Weiss, J. M., & Silver, J. K. (s/f). *Emg Básica: Guía Para Estudios de Conducción Nerviosa Y*.
27. Moseley, G. L., Butler, D. S. (2015). *Explicando el Dolor Segunda Edición*. Australia: Noigroup Publications.
28. Estepa, A., (2022). *Fisioterapia y readaptación del pie y tobillo*. Editorial Transverso
29. Barrell, K., & Smith, A. G. (2019). Peripheral neuropathy. *The Medical Clinics of North America*, 103(2), 383–397. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2018.10.006>

30. *Escala PEDro*. (2016, August 17). PEDro - Physiotherapy Evidence Database; PEDro. <https://pedro.org.au/spanish/resources/pedro-scale/>
31. López Tricas, J.M., (2014). *La mielina*. Info-farmacia.com. Retrieved June 20, 2023, from <http://www.info-farmacia.com/bioquimica/la-mielina?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>
32. Xu, L., Zhang, Y., & Huang, Y. (2016). Advances in the treatment of neuropathic pain. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 904, 117–129. https://doi.org/10.1007/978-94-017-7537-3_9
33. Barrell, K., & Smith, A. G. (2019). Peripheral neuropathy. *The Medical Clinics of North America*, 103(2), 383–397. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2018.10.006>