

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
FACULTAD DE MEDICINA
TRABAJO FIN DE GRADO EN PODOLOGÍA



EFFECTIVIDAD DEL LÁSER EN EL TRATAMIENTO DE ÚLCERAS NEUROPÁTICAS PLANTARES EN PIE DIABETICO.

Autor: PEREA CAMACHO, JOSÉ CARLOS.

Expediente: 772.

Tutor: NAVARRO FLORES, EMMANUEL.

Departamento: Psicología de la salud. Área de enfermería.

Curso académico 2017-2018.

Convocatoria de Junio.

ÍNDICE

1. Resumen/Abstract.....	2-3
2. Introducción.....	4-6
3. Objetivos del trabajo.....	7
4. Material y métodos	7-10
5. Resultados.....	11-13
6. Discusión.....	14-15
7. Limitaciones.....	15
8. Conclusiones.....	16
9. Imágenes.....	17
10. Bibliografía.....	18-20

1. RESUMEN

INTRODUCCIÓN: El pie diabético es una alteración de base etiopatogénica neuropática inducida por la hiperglucemia mantenida en la que con o sin coexistencia de isquemia, y previo desencadenante traumático, produce lesión y/o ulceración del pie, lo que supone un elevado coste económico.

Es fundamental acelerar el proceso de reparación de los tejidos, siendo la terapia con láser de bajo nivel un recurso terapéutico muy eficiente.

OBJETIVOS: El objetivo principal de este trabajo es valorar la eficacia del láser en el tratamiento de úlceras neuropáticas de pie diabético. Además, dar a conocer otra alternativa a considerar para el tratamiento, con la finalidad de finalizarlo con la mayor brevedad.

MATERIAL Y MÉTODOS: Se llevó a cabo mediante una búsqueda en las bases de datos PubMed/Medline, Dialnet, Science Direct y Teseo, quedando un total de 236 revisiones, encontradas con las palabras clave; pie diabético, neuropatía diabética, úlcera neuropática, tratamiento y Láser.

RESULTADOS: Tras realizar la búsqueda, 236 artículos fueron encontrados, de los cuáles tan solo 35 artículos fueron preseleccionados para la clasificación tras la revisión del abstract, mientras que 30 artículos quedaron excluidos tras ser examinados por no presentar relevancia. Una vez analizados los artículos preseleccionados, 5 artículos fueron los que quedaron, por mostrar relevancia en el contenido.

DISCUSIÓN: La revisión ha demostrado la eficacia de esta terapia. Pero, esta tiene puntos débiles, ya que, no es fácil establecer protocolos de tratamiento uniforme debido a la falta de estudios con mayor muestra para obtener resultados más fiables.

CONCLUSIÓN: La terapia con láser puede usarse como terapia coadyuvante en el tratamiento de úlceras neuropáticas plantares en pacientes diabéticos, ya que no es invasiva, tiene costos bajos y es una terapia rápida sin efectos adversos significativos.

Serán necesarios grandes estudios prospectivos controlados, aleatorizados y de doble ciego para confirmar la prometedora eficacia de esta forma de fototerapia.

Palabras clave: Pie diabético, neuropatía diabética, úlcera neuropática, tratamiento y Láser.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Diabetic foot is an alteration of neuropathic etiopathogenic base induced by sustained hyperglycemia in which, with or without coexistence of ischemia and, traumatic trigger, it produces injury and / or ulceration of the foot, which supposes a high economic cost. It is essential to accelerate the process of tissue repair, using low level laser as a very efficient therapy.

OBJETIVES: The main objective of this work is to assess the effectiveness of the laser in the treatment of diabetic foot neuropathic ulcers. In addition, making known another alternative to be considered for the treatment, in order to complete it as soon as possible.

MATERIALS AND METHODS: It was carried out by means of a search in the PubMed / Medline, Dialnet, Science Direct and Teseo databases, with a total of 236 revisions, found with the keywords; diabetic foot, diabetic neuropathy, neuropathic ulcer, treatment and Laser.

RESULTS: After conducting the search, 236 articles were found, of which only 35 articles were pre-selected for classification after review of the abstract, however 30 articles were excluded after being examined for not presenting relevance. Once the pre-selected articles were analyzed, 5 articles were chosen, because they showed relevance in the content.

DISCUSSION: The review has shown the effectiveness of this therapy. But, this has weaknesses, due to it is not easy to establish uniform treatment protocols because of the lack of studies with more sample to obtain more reliable results.

CONCLUSION: Laser therapy can be used as adjuvant therapy in the treatment of plantar neuropathic ulcers in diabetic patients, since it is non-invasive, it has low costs and is a fast therapy without significant adverse effects.

Large, prospective, randomized, double-blind controlled trials will be necessary to confirm the promising efficacy of this way of phototherapy.

KEY WORDS: Diabetic foot, Diabetic Neuropathies, Ulcers neuropatic, Treatment, Laser therapy.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. DEFINICIÓN

La diabetes mellitus (DM) es un grupo de enfermedades metabólicas ocasionadas por el deterioro de la secreción de insulina y/o defectos en la acción de la insulina, que ocasionan una hiperglucemia plasmática crónica.

La American Diabetes Association (ADA) define el concepto “Diabetes mellitus” y establece que en ella hay un metabolismo alterado de hidratos de carbono, proteínas y grasas, siendo el denominador común la intolerancia a la glucosa, y consecuentemente, la hiperglucemia. (1)

La gran mayoría de los casos de diabetes se dividen en dos categorías:

1. Diabetes Mellitus tipo 1: La causa es una absoluta deficiencia de la secreción de insulina.
2. Diabetes Mellitus tipo 2: La causa es una combinación de la resistencia a la acción de la insulina y/o deficiencia en la secreción. En esta categoría, puede que esté presente durante un tiempo sin que se diagnostique la diabetes, y ya causando cambios patológicos y funcionales en los diferentes tejidos diana, aunque sin apreciarse los síntomas clínicos. (1)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece los siguientes criterios para considerar a una persona como diabética.

- ✓ Glucemia plasmática en ayunas (GPA) \geq 126 mg/dl.
- ✓ Solicitar una analítica de hemoglobina glucosidada por encima de 6,5 %.
- ✓ Glucemia a las 2 horas de sobrecarga oral de glucosa (SOG) con 75 gr. \geq 200 mg/dl. (5)

La entidad conocida como “Pie diabético” es una alteración de base etiopatogénica neuropática inducida por la hiperglucemia mantenida en la que con o sin coexistencia de isquemia, y previo desencadenante traumático, produce lesión y/o ulceración del pie, siendo este una de las complicaciones más graves debido a la calidad de vida de los diabéticos. (5)

2.2. EPIDEMIOLOGIA

La diabetes tipo 2 (DM2) es actualmente uno en uno de los problemas sanitarios más alarmantes en la actualidad. Ya en el 2011, era considerada una epidemia en todo el mundo, encontrándose aproximadamente 246 millones de personas afectadas, pudiendo elevarse esta cantidad hasta los 380 millones en el año 2025 si se cumplen las últimas predicciones. **(2)**

La prevalencia del pie diabético está entre el 8% y 13% de los pacientes con diabetes mellitus. Esta entidad clínica afecta mayormente a la población diabética entre 45 y 65 años. El riesgo de amputaciones para los pacientes diabéticos es hasta 15 veces mayor que en pacientes no diabéticos.

El 66% de los pacientes con diabéticos presentan criterios de neuropatía periférica en el momento de diagnóstico. Por tanto, se considera a la misma la complicación más prevalente de la diabetes mellitus y se ha objetivado su relación con los procesos fisiopatológicos causantes de la entidad clínica conocida como “pie diabético”. **(5)**

En España, 13,8% de la población es diabética, y 11,6% presenta riesgo diabetes tipo 2. **(2)**

La complejidad de estas úlceras requiere un enfoque interdisciplinario, centrándose en la prevención, la educación del paciente. Esta estrategia puede llevar a la reducción de un 50% de las amputaciones. **(11)**

2.3. NEUROPATÍA DIABÉTICA.

Se denomina neuropatía diabética a los signos y síntomas producidos por la afectación de los nervios periféricos a consecuencia de la diabetes. La neuropatía diabética se clasifica en diferentes síndromes según su distribución y la afectación neurológica. Se estima que hasta el 50 % de los pacientes diabéticos la padecen.

El dolor neuropático aparecerá por una lesión o enfermedad, que afecta al sistema somatosensorial, provocando alteraciones fisiológicas, funcionales e histológicas en las vías de conducción nerviosa.

En caso de encontrarnos con signos tales como; piel brillante, lecho necrótico, dolor (incluso en reposo y sin presión sobre ella), eritema periférico y de localización habitual en zonas acras (dedos) o maleolares, es preciso reconocer que nos encontramos ante signos característicos de isquemia, por lo que no debemos confundir la vasculopatía con la neuropatía diabética. (5)

2.4. TERAPIA LASER PARA LA CICATRIZACIÓN DE ULCERAS.

Este trabajo se basa en la efectividad del láser para el tratamiento de úlceras neuropáticas en diabéticos. A nivel de tratamientos, se conocen diferentes técnicas para la reconstrucción de tejidos como la Terapia de Presión Negativa, la Terapia de Oxígeno Hiperbárico, la Terapia de Láser de baja frecuencia o fototerapia, la Ozonoterapia y los factores de crecimiento Plaquetarios.

La terapia con láser se presenta como un recurso terapéutico eficiente y de bajo costo comprobado en el tratamiento de úlceras, siendo el más utilizado en medicina, por su capacidad de acelerar el proceso de reparación en diferentes tejidos mediante el uso de fuentes de luz de baja potencia como LED. (6)

Su acción bio-modular en los tejidos permite una recuperación de tejido más rápida; con una acción efectiva para aliviar el dolor especialmente en los primeros quince días del tratamiento. (17)

El láser de baja frecuencia es un equipo que proporciona un haz estrecho de una radiación especial de luz monocromática. Está basado en la amplificación de la luz por emisión estimulada de radiaciones. (7)

Para que se lleve a cabo el proceso de cicatrización de los tejidos intervienen una serie de factores, entre ellos el óptimo aporte de oxígeno, nutrientes y factores de crecimiento, proporcionados mediante el torrente sanguíneo. En los pacientes diabéticos este aporte se encuentra comprometido por la vasculopatía existente, lo que genera hipoxia tisular, que sumado a la susceptibilidad de lesiones por la neuropatía incrementan el riesgo de ulceraciones. (8)

3. OBJETIVOS DEL TRABAJO

Objetivo principal:

- El objetivo principal de este trabajo es valorar la eficacia del láser en el tratamiento de úlceras neuropáticas de pie diabético y así poder analizar las ventajas de su uso.

Objetivos secundarios:

- Analizar las ventajas del uso del láser de baja intensidad en comparación con otras terapias.
- Establecer la pauta adecuada de tratamiento con láser para la cicatrización de úlceras neuropáticas.

Hipótesis:

Terapias físicas como el láser favorecen a una reducción significativa en el área de la úlcera favoreciendo su cicatrización.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio es una revisión de búsqueda bibliográfica en la cual se han reclutado artículos en las siguientes bases de datos: PubMed, Dialnet, Science Direct y Teseo. PubMed ha sido el buscador utilizado principalmente por la gran variedad de artículos científicos que podemos encontrar.

Las palabras utilizadas para la búsqueda de datos fueron: Diabetic foot, Diabetic Neuropathies, Ulcers neuropatic, Treatment y Laser therapy, que he ido combinando con el operador boleano “AND”.

Las fechas en las que se ha realizado la búsqueda engloba el periodo comprendido entre el 12 de Febrero de 2018 hasta el 1 de Mayo de 2018. Un total de 236 artículos fueron encontrados, de los cuáles 35 artículos fueron preseleccionados por presentar aparente relación con el objetivo del trabajo. Tras la revisión del abstract, 35 artículos quedaron seleccionados tras ser examinados por presentar relevancia. Una vez analizados los artículos preseleccionados, 5 artículos fueron los que quedaron, por contenido relevante con el tema de estudio.

4.1. CRITERIOS DE INCLUSION

Estos han sido los criterios que se han tenido en cuenta para incluir los artículos en el estudio:

- ❖ Pacientes diabéticos con úlceras neuropáticas en los pies, sin ningún tipo de restricción en cuanto a la edad, sexo, raza, distribución geográfica o nivel socioeconómico.
- ❖ Artículos publicados en inglés, español o portugués.
- ❖ Artículos con fecha de publicación posterior a 2008. Como máximo 10 años de antigüedad, eligiéndose preferentemente aquellos artículos publicados en los últimos 5 años.
- ❖ Validos ensayos clínicos, estudios comparativos, revisiones sistemáticas.
- ❖ Artículos con fecha de publicación anterior a 2008, en caso de mostrar total relevancia con el tema y estar justificada su inclusión por presentar actualidad en el contenido.

4.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- ❖ Intervenciones educativas o preventivas, artículos de opinión y de reflexión.
- ❖ Artículos publicados en otro idioma que no sea inglés, español y portugués.
- ❖ Artículos publicados en años anteriores a 2008.
- ❖ Pacientes no diabéticos y pacientes diabéticos con toda úlcera que no sea neuropática o que no esté localizada en el pie.

❑ PUBMED / MEDLINE

	1era búsqueda	2nda búsqueda	3era búsqueda
Palabras claves	"Diabetic Neuropathies" AND "Treatment" AND "Laser therapy"	"Diabetic foot" AND "Treatment" AND "Laser therapy "	"Laser therapy" AND "Treatment" AND "ulcers neuropatic"
Filtros	Del 2008 – 2018 "humans" 10 years	Del 2008 – 2018 "humans" 10 years	Del 2008 – 2018 "humans" 10 years
Resultados	56	53	10
Artículos preseleccionados	11	0	5
Artículos excluidos	8	0	3
Artículos seleccionados	3	0	2

□ DIALNET

	1era búsqueda	2da búsqueda	3era búsqueda
Palabras claves	"Neuropatía diabética" y "Laser"	"Pie diabético" y "Láser"	"Tratamiento" y "Úlcera neuropática"
Filtros	Del 2008 – 2018 10 years	Del 2008 – 2018 10 years	Del 2008 – 2018 10 years
Resultados	2	1	22
Artículos preseleccionados	0	1	2
Artículos excluidos	0	1	2
Artículos seleccionados	0	0	0

□ SCIENCE DIRECT

	1era búsqueda	2da búsqueda	3era búsqueda
Palabras claves	"Diabetic Neuropathies" AND "Laser therapy"	"Diabetic foot" AND "Treatment" AND "Laser therapy "	"Laser therapy" AND "Treatment" AND "ulcers neuropatic"
Filtros	Del 2008 – 2018 "humans" 5 years	Del 2008 – 2018 "humans" 5 years	Del 2008 – 2018 "humans" 5 years
Resultados	43	49	0
Artículos preseleccionados	2	2	0
Artículos excluidos	2	2	0
Artículos seleccionados	0	0	0

□ TESEO

Palabras claves utilizadas: Pie diabético, neuropatía diabética, úlcera neuropatica, tratamiento y Láser. (0 artículos encontrados)

Figura 1: Diagrama de flujo del proceso de selección de artículos.



Figura 1: Diagrama de flujo del proceso de selección de artículos.

5. RESULTADOS.

AUTOR Y AÑO	TÍTULO	TIPO DE ESTUDIO - MUESTRA (n)	DEFINICIÓN - TAMAÑO DE LA ULCERA	METODOLOGIA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
Sutterfield R. (2008)(3)	Light Therapy and Advanced Wound Care for a Neuropathic Plantar Ulcer on a Charcot Foot.	A propósito de un caso clínico. n= 1 paciente	Úlcera plantar neuropática en un paciente con pie de Charcot, bajo la cabeza del 5 metatarsiano. 1,5 cm × 1,0 cm de diámetro y 0,3 cm de profundidad.	2 días/semana visita a la clínica con desbridamiento mecánico utilizando un limpiador de heridas, desbridamiento de tejido hiperqueratósico según sea necesario, y la terapia de luz. La terapia de luz consistió en la exposición a 1,44 min usando 4,9 J/cm ² directamente en herida. Después del tratamiento, la herida estaba vestida con la hoja de colágeno, un apósito hidrocélular plata y vestidor cubierta de gasa.	A la semana se produjo una disminución medible de la herida. A las 2 semanas, había reducido su tamaño 0,5 cm. A las 4 semanas, había reducido su tamaño 1 cm. Por la octava semana, la herida había cerrado. El restante insensible-como recubrimiento fue manejado con Lac Hydrin 12%.	Una úlcera plantar neuropática resuelve en 8 semanas utilizando la terapia de combinación, incluyendo el desbridamiento, la descarga, la terapia de luz, y vendajes tópicos avanzados. Los resultados de este estudio de caso sugieren que la terapia de luz puede ser beneficioso para las úlceras crónicas neuropáticas en los pies cuando se combina con otros tratamientos tópicos.
Schindl A, Schindl M, Pernerstorfer -Schön H, Kersch K, Knobler R, Schindl L (2009)(4)	Diabetic Neuropathic Foot Ulcer: Successful Treatment by Low-Intensity Laser Therapy	A propósito de un caso clínico. n=1 paciente	Úlcera en primer dedo del pie izquierdo acompañada de osteomielitis durante 6 semanas.	La terapia con láser de baja intensidad consistió en una onda continua de láser de diodo de 250 mW (longitud de onda 670 nm; a una intensidad de 60 mW / cm ² y una dosis de 30 J/cm ² 3 veces por semana. La terapia tópica consistió en enjuagar con solución salina y apósitos estériles secos.	A 7 días, los niveles de proteína C reactiva y fibrinógeno normalizaron. Tras 2 semanas se habían realizado 8 irradiaciones, la úlcera comenzó la granulación. Tras un total de 16 sesiones de terapia con láser de baja intensidad dentro de un período de 4 semanas la úlcera sanó completamente.	La terapia de láser no se aplicó como una monoterapia, pero la presente observación sugiere que podría constituir una modalidad de tratamiento alternativo lateral libre efecto útil para la inducción de la cicatrización de heridas de úlceras neuropáticas en pacientes diabéticos.

<p>Carvalho AFM, Coelho NPMF, Rebêlo VCN, Castro JG, Sousa PRG, et al. (2016)(7)</p>	<p>Lowlevel laser therapy and Calendula officinalis in repairing diabetic foot ulcers.</p>	<p>Ensayo clínico experimental, aleatorizado, controlado, prospectivo. n=8 personas</p>	<p>Úlcera en el pie o en el tercio medio o distal de la pierna, y medir entre 1 y 5 cm de longitud.</p>	<p>La terapia con láser de baja intensidad consistió en 658 nm, 30 mW de potencia, 80s de tiempo de aplicación (4 J / cm², onda continua, haz visible, en un área equivalente a 12.566 mm².</p> <p>Para los fines de LLLT, la pluma se mantuvo perpendicular a la herida con contacto puntual, y en puntos equidistantes alrededor y sobre el lecho de la herida. Inicialmente, la herida se limpió con una solución de cloruro de sodio, eliminando el exceso con gasa estéril.</p>	<p>Doce reuniones se llevaron a cabo en total (4 semanas), lo que corresponde a 3 sesiones semanales, lo que equivale a un día sí un día no.</p> <p>A los 30 días se pudo observar como los pacientes que habían sido tratados con la terapia de láser tenían las úlceras prácticamente cicatrizadas.</p>	<p>Concluimos que la terapia de láser de baja intensidad es eficaz para aliviar el dolor en úlceras diabéticas neuropáticas debido a su acción antiinflamatoria y para reducir el área total de úlceras mediante la estimulación de la neovascularización y la aceleración de la proliferación celular, contribuyendo a mejorar las posibles morbilidades que pueden ocurrir como consecuencia de la Diabetes Mellitus.</p>
<p>Mathur RK, Sahu K, Saraf S, Patheja P, Khan F, Gupta PK. (2017)(9)</p>	<p>Low-level laser therapy as an adjunct to conventional therapy in the treatment of diabetic foot ulcers.</p>	<p>Ensayo clínico experimental, aleatorizado, controlado, prospectivo. N= 15</p>	<p>Pacientes diabéticos tipo II, con úlceras neuropáticas en el pie.</p>	<p>Las sesiones fueron a través de un láser de diodo de mano (660 ± 20 nm). Proporciona un haz colimado de 20 mm de diámetro. La fuente láser de diodo se llevó a cabo aproximadamente 1 pie por encima de la superficie de la úlcera y la densidad de potencia en el plano de la muestra se midió para ser 50 mW / cm².</p> <p>Para cada exposición, una fluencia de ~ 3 J / cm² herida (el piso de la úlcera y el borde).</p> <p>Las heridas fueron sometidas a exposición a la luz en una base diaria durante 15 días 60”.</p>	<p>El grupo que recibió el tratamiento convencional y la fototerapia con luz visible de banda ancha (400 - 800 nm) mostró una mejor cicatrización, mayor reducción en el área de la herida. Estas también carecían de pus y exhibió granulación.</p>	<p>Las heridas en los sujetos tratados con la LLLT contrajeron significativamente más que las heridas en el grupo no tratado, lo que indica que es una modalidad eficaz para facilitar la contracción de la herida en pacientes que sufren de diabetes y se puede utilizar como un complemento de modo convencional de tratamiento (apósitos y desbridamiento) para la curación de heridas diabéticas.</p>

<p>Khamseh ME, Kazemikho N, Aghili R, Forough B, Lajevardi M, Hashem Dabaghian F, Goushegir A, Malek M. (2011)(18)</p>	<p>Diabetic distal symmetric polyneuropathy: effect of low-intensity laser therapy.</p>	<p>Ensayo clínico experimental, aleatorizado, controlado, prospectivo. n=17</p>	<p>Pacientes con polineuropatía simétrica distal, con diabetes tipo II.</p>	<p>Láser con una longitud de onda de 808 nm, potencia máxima de 1000 mW. Había diez sesiones consecutivas con una dosis de energía de 10 J / cm². La terapia se aplicó mediante el posicionamiento del aplicador MULTIDIODE en seis puntos paravertebrales (L4-S1) con el fin de irradiar 2 cm de diámetro en raíces nerviosas bilaterales y cuatro puntos a lo largo del nervio ciático en cada extremidad inferior.</p>	<p>Al final del estudio, los sujetos mostraron un aumento significativo en amplitudes potenciales neuronales.</p>	<p>Este estudio demostró claramente un efecto positivo significativo de Láser de baja intensidad en la mejora de la velocidad de conducción nerviosa en la polineuropatía distal simétrica diabética (DSP). Este hallazgo apoya este potencial terapéutico.</p>
--	---	---	---	--	---	---

Tabla 2: Resultados de la revisión bibliográfica.

6. DISCUSIÓN

La terapia con láser de bajo nivel se ha utilizado como una terapia adyuvante para las úlceras del pie diabético, desde la década de 1960, debido a sus efectos hipotéticos estimulantes sobre la microcirculación y la reparación del tejido. **(6)**

En pacientes diabéticos, el estado crónico de la hiperglucemia lleva a un nivel desequilibrado de metaloproteasas que degrada excesivamente la matriz extracelular, reduce la resistencia a la tracción de la piel, y los retrasos cicatrización de la herida. El láser de baja potencia se ha demostrado que estimula la síntesis de colágeno en diversos modelos de estudio, incluyendo fibroblastos. **(16)**

La terapia con láser de bajo nivel se considera un método terapéutico eficaz en la curación de heridas cuando ciertos factores se observan adecuadamente, como la dosis, el aporte de energía, el tiempo y el intervalo entre sesiones. Promueve la reducción de la fase inflamatoria, favoreciendo la angiogénesis y la producción de componentes de la matriz extracelular, así como su organización.

Además de reducir el área de la lesión y acelerar el proceso de curación, la terapia con láser tiene la ventaja de ser administrada fácilmente. Estos beneficios ayudan a promover la calidad de vida del paciente y minimizan las posibles complicaciones. **(15)**

En el ensayo clínico de Sutterfield R. **(3)**, se realizaron 2 aplicaciones semanales de terapia láser junto con la terapia de combinación sobre una Úlcera plantar neuropática en un paciente con pie de Charcot, bajo la cabeza del 5 metatarsiano. Estas consistieron en la exposición a 1,44 min usando 4,9 J/cm² directamente en herida. Por la octava semana, la herida había cerrado por completo y el restante insensible-como recubrimiento fue manejado con Lac Hydrin 12%.

Schindl A et al, **(4)** en su ensayo clínico sobre una úlcera en el primer dedo del pie izquierdo acompañada de osteomielitis aplicó terapia con láser de baja intensidad en una onda continua de láser de diodo de 250 mW (longitud de onda 670 nm; a una intensidad de 60 mW / cm² y una dosis de 30 J/cm²) 3 veces por semana. Tras un total de 16 sesiones de terapia con láser de baja intensidad dentro de un período de 4 semanas la úlcera sanó completamente.

Carvalho AFM et al, (7) probó en un ensayo clínico experimental, aleatorizado, controlado, prospectivo, de los cuales 8 pacientes cumplían con los criterios de inclusión de esta revisión.

La terapia con láser de baja intensidad consistió en 658 nm, 30 mW de potencia, 80s de tiempo de aplicación (4 J / cm²). Doce reuniones se llevaron a cabo en total (4 semanas), lo que corresponde a 3 sesiones semanales y a los 30 días se pudo observar como los pacientes que habían sido tratados con la terapia de láser tenían las úlceras prácticamente cicatrizadas.

Mathur RK et al (9) y Khamseh ME et al (18), demostraron también un efecto positivo significativo de Láser de baja intensidad en el tratamiento de úlceras neuropáticas con sus ensayos, mejorando significativamente más que aquellos pacientes que no han sido tratados con esta terapia.

Con base en esta revisión, los estudios que mostraron resultados más satisfactorios en la curación de heridas diabéticas fueron aquellos que aplicaron densidades de energía en el rango de 3-5 J / cm², densidades de potencia iguales o menores a 0.2 W / cm² y emisión continua.

Es cierto que hay cierta evidencia en cuanto a la eficacia del láser de baja potencia para el tratamiento de úlceras neuropáticas en pacientes diabéticos, siendo motivo de duda por la falta de grandes estudios controlados que demuestren esta eficacia.

7. LIMITACIONES

Todos los estudios clínicos incluidos en esta revisión sistemática tratan la aplicación del láser en úlceras neuropáticas en pacientes diabéticos. Para la búsqueda bibliográfica se han contrastado distintas bases de datos, siendo escaso el resultado obtenido por la exigencia de los parámetros de la revisión.

Mientras que en algunos estudios los pacientes no cumplían con los parámetros del estudio, en otros, era el tratamiento el que no se ajustaba a los requisitos, por lo que finalmente se decidió incluir solo aquellos artículos que presentasen total relevancia con el contenido a revisar, asumiendo las limitaciones a las que nos encontrábamos al realizar una revisión acerca de un tema novedoso y en pleno auge, por la importancia y posible repercusión para la salud de nuestros pacientes.

8. CONCLUSIÓN

La terapia con láser puede usarse como terapia coadyuvante en el tratamiento de úlceras neuropáticas plantares en pacientes diabéticos, ya que no es invasiva, tiene costos bajos y es una terapia rápida sin efectos adversos significativos que contribuye a mejorar las posibles morbilidades que pueden ocurrir como consecuencia de la Diabetes Mellitus.

Es fundamental la combinación de esta terapia con el desbridamiento, la descarga y vendajes tópicos avanzados en las úlceras neuropáticas plantares y no aplicarla como monoterapia, puesto que es primordial resolver esta complicación con la mayor brevedad posible.

Concluimos que la terapia de láser de baja intensidad es eficaz para aliviar el dolor en úlceras neuropáticas debido a su acción antiinflamatoria y para reducir el área total de úlceras mediante la estimulación de la neovascularización y la aceleración de la proliferación celular.

Se proponen pautas para futuros estudios en esta área, incluida la caracterización detallada de las úlceras y los parámetros del tratamiento con láser, existiendo así la posibilidad de establecer un protocolo de tratamiento uniforme que optimice la acción del láser de baja intensidad en úlceras neuropáticas.

Sin embargo, serán necesarios grandes estudios prospectivos controlados, aleatorizados y de doble ciego para confirmar la prometedora eficacia de esta forma de fototerapia, puesto que la escasa bibliografía encontrada instala aún duda sobre su eficacia.

9. IMÁGENES

Imagen 1: Seguimiento de úlcera plantar neuropática en un paciente con pie de Charcot, bajo la cabeza del 5 metatarsiano. (3)



Úlcera neuropática de 1,5 cm × 1,0 cm de diámetro y 0,3 cm de profundidad. (3)



La semana 2 había reducido su tamaño 0,5 cm. (3)



La semana 4 había reducido su tamaño 1 cm. (3)



La octava semana la herida parecía cerrado. (3)

Imagen 2: Seguimiento del cierre de úlcera neuropática tratada con terapia láser de baja intensidad. (4)



Úlcera neuropática en el primer dedo del pie izquierda antes de la terapia con láser de baja intensidad. (4)



La cicatrización completa de la úlcera después de 4 semanas (16 sesiones) de la terapia con láser de baja intensidad. (4)

10. BIBLIOGRAFÍA

1. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes care* 2014; 37 (supl 1): 81-90.
2. Prevalencia de la diabetes en España: Estudio Di@bet.es. Dossier de prensa.
3. Sutterfield R. Light therapy and advanced wound care for a neuropathic plantar ulcer on a Charcot foot. *J Wound Ostomy Continence Nurs.* 2008; 35(1): 113-5.
4. Schindl A, Schindl M, Pernerstorfer-Schön H, Kerschman K, Knobler R, Schindl L. Diabetic neuropathic foot ulcer: successful treatment by low-intensity laser therapy. *Dermatology.* 2009; 198(3): 314-6.
5. Del Castillo RA, Fernández JA, del Castillo FJ. Guía de práctica clínica en el pie diabético. Tirado3. *Arch Med.* 2014; 10(2): 1.
6. Camoes A, Simoes H, Lorga S, & Mendes M. Laserterapia de baixa potencia no tratamento de úlceras diabéticas. Um problema de evidencia. *Serviço de Medicina Física e de Reabilitação.* 2011; 2:875-880.
7. Carvalho AF, Coelho NP, Rebêlo VC, Castro JG, Sousa PR et al. Low-level laser therapy and *Calendula officinalis* in repairing diabetic foot ulcers. *Revista da Escola de Enfermagem da USP.* 2016; 50: 628-634.
8. Fernández MM, Treviño A, López FA, Flores M. Estimulación eléctrica y láser de baja potencia en cicatrización de úlceras plantares en pacientes diabéticos. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación.* 2005; 17(4): 119-122.
9. Mathur RK, Sahu K, Saraf S, Patheja P, Khan F, Gupta PK. Low-level laser therapy as an adjunct to conventional therapy in the treatment of diabetic foot ulcers. *Lasers Med Sci.* 2017; 32(2): 275-282.

10. Hernández E, Khomchenko V, Sola A, Pikirenia I. I, Alcolea J. M, Trelles MA. Treatment of chronic lower extremity ulcers with Er: YAG laser and RecoSMA Technology. *Cir. plást. Iberolatinoam.* 2015; 41(3), 1989–2055.
11. Sandoval MC, Herrera E, Camargo DM, Castellanos R. Effects of low level laser therapy and high voltage stimulation on diabetic wound healing. *Rev.univ.ind.santander.salud.* 2014; 46(2): 107-117.
12. Tchanque-Fossuo CN, Ho D, Dahle SE, Koo E, Isseroff RR, Jagdeo J. Low-level Light Therapy for Treatment of Diabetic Foot Ulcer: A Review of Clinical Experiences. *J Drugs Dermatol.* 2016; 15(7): 843-8.
13. De Andrade M, Bossini S, Parizotto A. Use of low lever laser therapy to contro neuropathic pain: A systematic review. *Journal of Photochemistry & Photobiology, B: Biology.* 2016; 164: 36-42.
14. Gundmi AM. Effect of low level laser therapy on pain and quality of life in diabetic peripheral neuropathy. *Research Ethics Committee.* 2015; 111: 401–403.
15. Sousa RG, Batista N. Laser therapy in wound healing associated with diabetes mellitus - Review. *An Bras Dermatol.* 2016; 91(4): 489-93.
16. Tchanque-Fossuo CN, Ho D, Dahle SE, Koo E, Li CS, Isseroff RR, Jagdeo J. A systematic review of low-level light therapy for treatment of diabetic foot. *Wound Repair Regen.* 2016; 24(2): 418-26.
17. Feitosa MC, Carvalho AF, Feitosa VC, Coelho I M, Oliveira RA, Arisawa EÂ. Effects of the Low-Level Laser Therapy (LLLT) in the process of healing diabetic foot ulcers. *Acta Cir Bras.* 2015; 30(12): 852-7.

18. Khamseh ME, Kazemikho N, Aghili R, Forough B, Lajevardi M, Hashem F, Goushegir A, Malek M. Diabetic distal symmetric polyneuropathy: effect of low-intensity laser therapy. *Lasers Med Sci.* 2011; 26(6): 831-5.
19. Bashiri H. Evaluation of low level laser therapy in reducing diabetic polyneuropathy related pain and sensorimotor disorders. *Acta Med Iran.* 2013; 51(8): 543-7.
20. Kaviani A, Djavid GE, Ataie-Fashtami L, Fateh M, Ghodsi M, Salami M, Zand N, Kashef N, Larijani B. A randomized clinical trial on the effect of low-level laser therapy on chronic diabetic foot wound healing: a preliminary report. *Photomed Laser Surg.* 2011; 29(2): 109-14.

