

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**Eficacia del tratamiento por fotobiomodulación en úlceras
por presión, úlceras diabéticas, úlceras venosas y heridas
postquirúrgicas. Revisión bibliográfica**

Autor: Galiana Erades, Pedro.

Tutor: López Mateu, Ramón.

Departamento y Área: Patología y

cirugía. **Curso académico:** 2022/2023.

Convocatoria de: junio de 2023.



ÍNDICE

▪ RESUMEN.....	3
▪ ABSTRACT.....	4
▪ INTRODUCCIÓN.....	5
▪ OBJETIVOS.....	8
▪ MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
▪ RESULTADOS.....	13
○ CARACTERÍSTICAS DE LOS RESULTADOS.....	13
○ CARACTERÍSTICAS MUESTRALES.....	13
○ MEDIDAS DE REUSLTADOS.....	13
○ INTERVENCIONES REALIZADAS EN LOS ENSAYOS.....	14
○ RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	15
▪ DISCUSIÓN.....	17
▪ CONCLUSIONES.....	20
▪ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
▪ ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS.....	25

▪ RESUMEN

Introducción: Las úlceras son heridas de la piel con escasa tendencia a la cicatrización. Pueden ser causadas por factores como infecciones, insuficiencias venosas, tabaquismo, sedentarismo, hábitos tóxicos... En la evidencia encontramos una prevalencia entre 6-24%, afectando principalmente a personas mayores de 65 años.

La fotobiomodulación es una terapia luz cuya longitud de onda oscila entre los 600 y 1000 nanómetros usada en la cicatrización de tejidos. La fotobiomodulación se recomienda para tratar las úlceras en los estadios II-IV en las guías clínicas publicadas por el European Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP).

Objetivos: El objetivo principal es conocer la efectividad de la terapia por fotobiomodulación en pacientes que sufren úlceras y heridas postquirúrgicas en la piel.

Material y métodos: Se realiza una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed, Science Direct y Scopus sobre la fotobiomodulación en úlceras y heridas postquirúrgicas, obteniendo 1594 artículos. Tras pasar filtros, criterios de inclusión y de exclusión, 6 de ellos son válidos para la revisión bibliográfica.

Resultados: 6 ensayos clínicos proporcionaron información sobre los distintos parámetros que se pueden utilizar en la fotobiomodulación. Los diferentes tratamientos con fotobiomodulación mostraron mejores resultados que el tratamiento convencional.

Conclusiones: Se han observado mejoras significativas gracias a la terapia por fotobiomodulación en el tratamiento de las heridas crónicas, entre lo que destaca el cierre de la herida, tiempo de cicatrización y parámetros biológicos, mejorando así la salud del paciente y su independencia.

Palabras clave: *“Photobiomodulation therapy”, “pressure ulcer”, “diabetic ulcers”, “venous ulcers”, “post-surgical wounds”.*

▪ ABSTRACT

Introduction: Ulcers are wounds with a poor tendency to heal. They can be caused by various factors such as infections, venous insufficiency, sedentary lifestyle, toxic habits... In the evidence we found a prevalence between 6-24%, mainly affecting people over 65 years of age.

Photobiomodulation is recommended to treat stage II-IV ulcers in clinical guidelines published by the European Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP).

Objectives: The main purpose of the bibliographic review is to know the effectiveness of photobiomodulation therapy in patients with ulcers and post-surgical wounds on the skin.

Material & Methods: A bibliographic search is carried out in PubMed, Science Direct and Scopus databases on photobiomodulation in ulcers and post-surgical wounds, obtaining 1594 articles. After passing filters, inclusion criteria and exclusion criteria, 6 of them are valid for the bibliographic review.

Results: The 6 clinical trials provided information on the different parameters that can be used in photobiomodulation. The different treatments with photobiomodulation showed better results than the conventional treatment.

Conclusion: Significant improvements have been observed thanks to photobiomodulation therapy in the treatment of chronic wounds, among which wound closure, healing time and biological parameters to be considered stand out, thus improving patient health and independence.

Keywords: *“Photobiomodulation therapy”, “pressure ulcer”, “diabetic ulcers”, “venous ulcers”, “post-surgical wounds”.*

▪ INTRODUCCIÓN

Las heridas crónicas o úlceras se pueden definir como lesiones de la piel con escasa tendencia a la cicatrización, mientras que se mantenga la causa que la produce (1). Una úlcera se forma cuando las células superficiales se inflaman, mueren y se desechan. Estas heridas pueden ser causadas por diversos factores como infecciones, insuficiencias venosas, antecedentes de trombosis venosa profunda (TVP), tabaquismo, sedentarismo, etc. En la literatura científica están descritos diversos tipos de úlceras como las úlceras venosas, úlceras diabéticas o úlceras por presión (UPP), donde la mayor prevalencia en todos los niveles asistenciales son estas últimas, entre un 12'9 y 29%, y afectan principalmente a personas mayores de 65 años (2,3,4). En otro artículo encontramos que en otros países de Europa, la ciencia muestra una prevalencia que oscilaba entre el 6-23% en Noruega o el 22'7-24'7% en Italia, que son cifras mucho más elevadas que las que se encontraron en España en ese momento (7'8%), siendo Reino Unido el único que se asemejaba a nuestras cifras, con un 8'9% (5).

En España se ha reportado una prevalencia de UPP en adultos del 0'11% en Atención Primaria, llegando a aumentar hasta el 8-9% si los pacientes estaban incluidos en programas de atención domiciliaria, por lo que existen problemas a la hora de prevenir y tratar precozmente las úlceras (2,6). Los principales problemas de tratar las UPP son la insuficiente prevención de los factores de riesgo, el escaso uso de protocolos y registros en los que se incluyan escalas para su identificación (3).

Por otro lado, nos encontramos que el 95% de las úlceras de la extremidad inferior son venosas, isquémicas y neuropáticas. Este tipo de úlceras suponen entre el 75-80% de las úlceras del miembro inferior, con una prevalencia del 0'5 al 0'8% (7). Son úlceras que afectan en mayor proporción a mujeres que a hombres y a los mayores de 65 años, por lo que vemos que el envejecimiento es un problema y un factor de riesgo a la hora de padecer este tipo de úlceras (8).

Por el conocimiento que se tiene hasta ahora, los tratamientos para la cicatrización de los diversos tipos de úlceras son dos, que son la cura tradicional o cura seca, donde “se deja la herida al aire libre” y se usan antisépticos; y la cura en ambiente húmedo o cura húmeda, donde mediante el uso de productos

como apósitos, fármacos, desbridamientos, etc. generan en la herida un ambiente húmedo donde se controla el exudado y se estimula una cicatrización más fisiológica (9).

El cuadro clínico de las úlceras en la población afectada provoca dificultades asociadas a las actividades de la vida diaria, debido al dolor, depresión, pérdida de autoestima, mayor número de hospitalizaciones, etc. (10). También vemos consecuencias de las úlceras como menor movilidad y un gran riesgo de complicaciones como infecciones o amputaciones, lo que agravará los problemas que hemos comentado previamente. Debido a estos cambios, algunos estudios han observado también exclusión social y sentimientos de vergüenza en los afectados, debido a cambios estéticos y trastornos funcionales causados por heridas ulcerativas (11).

La fotobiomodulación es un término usado para las terapias de luz que actúan en la gama de longitudes de onda que oscila entre los 600 y 1000 nanómetros (nm), que anteriormente se conocían como láser de bajo nivel, láser de baja intensidad o láser frío. Algunos autores concluyen que la fotobiomodulación es una terapia de luz que usa formas no ionizantes de fuentes de luz, donde se incluyen el láser, LED y luz de banda ancha, que va desde el espectro visible hasta la luz infrarroja (12,13).

Los mecanismos fisiológicos de la cicatrización del tejido de la fotobiomodulación se explican por su capacidad de activación del citocromo C oxidasa de las mitocondrias. Debido a esta activación, se desencadena una cascada de efectos fisiológicos: aumento de la producción de ATP y la modulación de especies reactivas del oxígeno, lo que conduce a un aumento de la proliferación celular (14). Algunos estudios han observado que la fotobiomodulación demuestra tener efectos analgésicos, antiinflamatorios, bioestimulantes y capaz de reducir el edema, siendo una intervención no farmacéutica, no invasiva, rápida y segura que puede ser beneficiosa según la patología que padece el paciente (15).

No todas las úlceras son iguales, por tanto, debemos clasificar según alguna de las escalas que se utilizan. Según la National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP), las categorías de clasificación de las úlceras son:

1. **Categoría 1:** Piel intacta con enrojecimiento no blanqueable de un área localizado normalmente sobre una prominencia ósea.
2. **Categoría 2:** Se presenta como una úlcera abierta poco profunda con un lecho de la herida rojo-rosado.
3. **Categoría 3:** La grasa subcutánea puede ser visible, pero los huesos, tendones o músculos no están expuestos. Puede incluir cavitaciones y tunelizaciones.
4. **Categoría 4:** Pérdida total del espesor del tejido con hueso expuesto, tendón o músculo. Puede haber cavitaciones y tunelizaciones.
5. **No estadiable:** La base de la úlcera está completamente cubierta por escaras en el lecho de la herida, por lo que se desconoce la profundidad de la herida hasta que se retiren las escaras.

La electroterapia se recomienda para tratar las úlceras por presión en los estadios II-IV en las guías clínicas publicadas en 2014 por el NPUAP, el European Pressure Ulcer Advisory Panel y la Pan Pacific Injury Alliance 2014.

Debido a su alta evidencia, en la presente revisión nos centraremos en la fotobiomodulación en las diferentes heridas crónicas que hemos comentado previamente y los diferentes aspectos y detalles de este tipo de terapia. Con todo ello, pasaremos a revisar la evidencia científica existente y los diferentes parámetros usados en la fotobiomodulación en el tratamiento de las úlceras.

▪ OBJETIVOS

Hipótesis

La pregunta PICO planteada en esta revisión bibliográfica fue la siguiente:

“¿Es la terapia por fotobiomodulación efectiva para el tratamiento de pacientes que sufren úlceras y heridas postquirúrgicas en la piel?”

Objetivo principal

El objetivo general de esta revisión es conocer los beneficios y la eficacia de la terapia por fotobiomodulación sobre las personas que sufren heridas postquirúrgicas, úlceras por presión, úlceras venosas y/o úlceras diabéticas.

Objetivos secundarios

- I. Conocer los diferentes tratamientos que existen para este tipo de heridas crónicas.
- II. Conocer qué parámetros de la terapia por fotobiomodulación son más efectivos (longitud de onda de la luz, dosificación, duración y número de sesiones, etc.).
- III. Comprobar la efectividad de la fotobiomodulación respecto a otras intervenciones de elección en pacientes con heridas crónicas.
- IV. Revisar la calidad metodológica de los estudios que plantean el uso de la fotobiomodulación como una intervención en personas con heridas crónicas.

▪ MATERIAL Y MÉTODOS

Este estudio ha sido aprobado por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche, con el siguiente código COIR: **YIB0DQ-CE000019**.

Este trabajo se trata de una revisión bibliográfica, es decir, se trata de un texto escrito cuya finalidad es presentar una síntesis de las lecturas científicas realizadas tras una rigurosa fase de selección de documentos, seguido de un análisis de los resultados obtenidos y sus conclusiones. Antes de comenzar con el desglose de los datos de la metodología empleada, podemos ver un esquema de los datos que vamos a comentar (**Figura 1**).

La metodología empleada para la realización de esta revisión bibliográfica ha consistido en una búsqueda de artículos en tres bases de datos: PubMed, Science Direct y Scopus.

La búsqueda de los artículos científicos se realizó la semana del 6 de febrero de 2023. Como palabras claves se utilizaron las siguientes: “*Photobiomodulation therapy*”, “*pressure ulcer*”, “*diabetic ulcers*”, “*venous ulcers*”, “*post-surgical wounds*”. Combinándolos con los operadores booleanos “AND” y “OR”, de modo que la ecuación de búsqueda fue:

(Photobiomodulation therapy) AND ((pressure ulcer) OR (diabetic ulcers) OR (venous ulcers) OR (post-surgical wounds))

Los artículos que se obtuvieron en la búsqueda fueron:

Tabla 1. Búsqueda y resultados en las bases de datos utilizadas.			
Base de datos	Fórmula de búsqueda	Resultados sin filtros	Resultados con filtros
PubMed	(Photobiomodulation therapy) AND ((pressure ulcer) OR (diabetic ulcers) OR (venous ulcers) OR (post-surgical wounds))	135 resultados	8 resultados
Science Direct	(Photobiomodulation therapy) AND ((pressure ulcer) OR (diabetic ulcers) OR (venous ulcers) OR (post-surgical wounds))	239 resultados	35 resultados

Scopus	(Photobiomodulation therapy) AND ((pressure ulcer) OR (diabetic ulcers) OR (venous ulcers) OR (post-surgical wounds))	1220 resultados	48 resultados
Número total de artículos		1594 resultados	91 resultados

Realizamos otras ecuaciones de búsqueda con otras palabras clave y descriptores, algunos ejemplos de ecuaciones de búsqueda que utilizamos fueron:

- **Fórmula de búsqueda 1:** ((Lasers) OR (light coagulation) OR (laser coagulation) OR (photobiomodulation therapy)) AND ((diabetes mellitus) OR (pressure ulcer) OR (peripheral arterial disease))
- **Fórmula de búsqueda 2:** ((Lasers) OR (photobiomodulation therapy) AND (pressure ulcer).

Se terminaron descartando estas búsquedas por diversos motivos, ya bien la escasa cantidad de artículos sin aplicar los filtros o la falta de englobar un mayor número de heridas tratadas con fotobiomodulación. También se descartó la palabra clave “*laser*” ya que dentro de la terapia por fotobiomodulación ya se incluye el láser.

Debido a las diferencias en los filtros de los portales web de las bases de datos, se aplicaron los filtros que hiciesen que las búsquedas se quedasen muy parejos los filtros seleccionados:

- **Filtros de la búsqueda PubMed.**
 - Clinical trial.
 - Randomized controlled trial.
 - 2018-2023.
 - Humans.
 - Adult: 19+ years.
- **Filtros de la búsqueda Science Direct.**
 - 2019-2023.
 - Research articles.

- Medicine and Dentistry.
- Nursing and Health Professions.
- Biochemistry, Genetics and Molecular Biology.
- Neuroscience.
- Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutical Science.

– ***Filtros de la búsqueda Scopus.***

- 2019-2023.
- Article.
- Medicine.
- Biochemistry, Genetics and Molecular Biology.
- Lasers in Medical Science.
- Photomedicine and Laser Surgery.
- Humans.
- Adult.

Tras aplicar estos filtros, nos quedamos con un total de 91 artículos. Procedimos a la lectura y concretar los criterios de inclusión y exclusión de esta revisión. Estos criterios fueron:

– ***Criterios de inclusión***

- Pacientes adultos (>18 años).
- En cualquier entrono.
- Cualquier tratamiento/intervención médica, fisioterápica o implementación de dispositivos médicos relacionados con la fotobiomodulación.
- Cualquier tipo de úlcera en las diferentes escalas que existen según el tipo de úlcera que se esté estudiando; siempre y cuando sea una úlcera superficial, es decir, que se encuentre en la piel.
- Artículos no repetidos.

– ***Criterios de exclusión.***

- Tratamiento de fotobiomodulación, pero que no fuesen aplicados en humanos.
- Artículos que tratasen acerca de úlceras que se encuentran en el interior del cuerpo, como pueden ser las úlceras gastrointestinales.
- Artículos sobre la fotobiomodulación aplicada en el campo de la odontología.
- Revisiones sistemáticas y meta-análisis.
- Puntuación inferior a 5 en la escala PEDro.

Al pasar los criterios de inclusión y exclusión, obtuvimos un total de 8 artículos. A continuación, se procedió a pasar los artículos por la escala PEDro, que se trata de una herramienta que nos ayuda a identificar rápidamente los ensayos clínicos que tienden a ser válidos internamente y tener suficiente información estadística para guiar la toma de decisiones clínicas cuya puntuación va del 0 al 10. Se cogieron todos aquellos artículos que tenían una puntuación igual o superior a 5 en la escala PEDro (**Tabla 1**). Finalmente, nos quedamos con un total de 6 artículos para llevar a revisión.



▪ **RESULTADOS**

• **CARACTERÍSTICAS DE LOS RESULTADOS**

Tras obtener los resultados de los ensayos clínicos de acuerdo con los criterios impuestos en esta revisión, se resumieron los contenidos más importantes en una tabla. Esta tabla comprende los siguientes apartados: artículos y autores, muestra de participantes, parámetros de medición, protocolo de actuación en el ensayo y resultados del ensayo (**Tabla 2**).

En lo que respecta a la escala PEDro, las puntuaciones de los estudios varía entre 5 y 9 sobre 10 en la escala ([16,19,20](#)). La media de la puntuación obtenida con los valores de cada estudio es de 6'43 puntos.

• **CARACTERÍSTICAS MUESTRALES**

Los **tamaños muestrales** de los artículos oscilan entre los 11 ([19](#)) y 86 pacientes ([20](#)). En lo que respecta al **sexo**, vemos que en los artículos participan 118 hombres y 103 mujeres, solo un artículo no indica el sexo de los pacientes intervenidos en el estudio ([16](#)).

La **edad media** de los participantes varía según el estudio, desde los 31 años ([19](#)) hasta los 75 ([20](#)). En ninguno de los estudios se especifica la edad mínima o máxima que tienen los pacientes, únicamente encontramos que un estudio incluyó como un criterio de inclusión un rango de edad mínima y máxima del paciente, 21-75 años ([18](#)). Sin embargo y, teniendo en cuenta la edad media de este estudio, que son 63 años, podemos concretar que la muestra de personas cercana a los 18 años es mínima, algo que podemos afirmar también en los demás estudios debido a la edad media de sus muestras.

En cuanto al **tipo de herida** intervenida, encontramos 3 artículos intervienen sobre úlceras venosas y diabéticas ([16,17,18](#)); 1 sobre heridas postquirúrgicas ([19](#)) y 2 artículos sobre UPP ([20,21](#)).

• **MEDIDAS DE RESULTADOS**

Las escalas o clasificaciones que emplean los estudios tienen como objetivo completar y objetivar las valoraciones de los pacientes y los resultados de las intervenciones realizadas durante el ensayo. Algunas escalas utilizadas son la escala PUSH, que sirve para monitorizar los cambios en una UPP a lo largo del

tiempo; la escala VAS para medir la intensidad del dolor; el índice de masa corporal, ya que es un factor de riesgo para cierto tipo de heridas; wound healing index, donde se valora el estado de cualquier herida; la Wound Bed score y la clasificación UPP de la universidad de Texas (16-18).

Por otro lado, existen algunos parámetros en común entre los estudios y algunos diferentes dependiendo de la herida intervenida. Los parámetros que más se repiten son: área inicial y final de la herida, tiempo que el paciente lleva con la lesión y localización de la herida (16,18,20,21).

Por último, tenemos parámetros que no se encuentran en todos los estudios, como la concentración proinflamatoria, actividad de necrosis tumoral, actividad de factor de crecimiento y tamaño del tejido donado (19,20).

- **INTERVENCIONES REALIZADAS EN LOS ENSAYOS**

Los ensayos clínicos que se han incluido en esta revisión utilizaban un grupo intervención donde la técnica principal que se revisa en ellos es el láser de baja intensidad (LLLT) o LED, enfrentando a uno o varios grupos de intervención y un grupo control (16-21). En los estudios que tenían varios grupos de intervención, lo que se estaba estudiando no eran técnicas diferentes, simplemente se variaban parámetros como la longitud de onda (20), la dosis aplicada sobre la herida (21).

La mayoría de los tratamientos en los grupos control consistían en un tratamiento convencional según las guías de práctica clínica. Estos tratamientos consistían en el uso de solución fisiológica (0'9%), desbridamiento del tejido necrosado, gasas y vendajes para mantener una humedad óptima de la herida, control de la infección, aplicación del hidrogel, etc. (16-21).

Sobre el tiempo de tratamiento aplicado, se realizó un mínimo de 16 sesiones (16) y un máximo de 24 sesiones (21), donde encontramos diferencias en el número de semanas durante las que se aplicó el tratamiento, desde las 4 hasta las 12 semanas (16,18). En cuanto al tiempo de aplicación, este oscilaba entre los 5 y los 12 minutos, 54 segundos (17,18).

- **RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS**

En cuanto a las características de los estudios, vamos a comentar los parámetros que utilizaban en los distintos grupos de intervención:

Dos estudios comparan la terapia con LED con un grupo control ([17,21](#)). En el primer estudio, la terapia LED que se usó tenía un 50% del duty cycle y estaba modulada a una frecuencia de kHz y 3 longitudes de onda diferentes: 625, 660 y 850 nanómetros. El total de la energía tras los 5 minutos de exposición a la terapia fue de 2'4 J/cm², mientras que la terapia en el grupo control la dosis de energía fue de 0'72 J/cm² y una longitud de onda que oscilaba entre 580 y 900 nanómetros. En el segundo estudio, encontramos 2 grupos donde se realizó un tratamiento y un grupo control, en el grupo 1 las características de la terapia LED fueron una longitud de onda de 630 nm, una potencia de 110 mW y una dosis de energía de 6 J/cm²; mientras que en el grupo 2 las características de la terapia LED fueron una longitud de onda de 940 nm, una potencia de 159 mW y una dosis de energía de 8 J/cm². En ambos estudios se irradió un área total de 122'17 cm².

En tres estudios se compara la terapia láser respecto al tratamiento convencional de las úlceras ([16,18,20](#)). El primer estudio las características del láser fueron una longitud de onda de 660 nm, una dosis de energía de 6 J/cm², una potencia de 30 mW, emisión continua y tamaño del haz del láser de 0'06 cm². En el segundo, se utilizó un láser infrarrojo de 808 nm con una potencia de 80 mW y una irradiación de área de 4'5 x 1 cm² y acumulaba una dosis de energía de 1'1 J/cm² por minuto. Por último, en el tercer estudio, encontramos 3 grupos de intervención, la mayoría de parámetros eran comunes entre grupos como la dosis de energía que equivalía a 4 J/cm², se aplicaba a una distancia de 2 centímetros de la herida, el tamaño del haz del láser era de 0'1 cm². Sin embargo, la diferencia más significativa que existía entre grupos era la longitud de onda, las longitudes de los grupos A, B y C fueron 940, 808 y 658 nanómetros, respectivamente.

Por último, tenemos un estudio donde se interviene mediante una terapia láser en heridas postquirúrgicas ([19](#)). En el grupo intervención se usó un láser con una longitud de onda de 650 nm, un

área de irradiación de 0'25 cm², de forma continua y una densidad de energía de 2 J/cm². La terapia láser utilizada se colocaba a 10 centímetros de distancia entre el tejido y el aparato.

En cuanto a los resultados de los estudios, en la mayoría de los ensayos se obtienen mejoras estadísticamente significativas aplicando la intervención. Dependiendo de los objetivos que tuviesen los diferentes estudios, vemos que obtuvieron mejoras estadísticamente significativas en el tiempo de cierre de las heridas ([16,18,21](#)), mejores puntuaciones en las diferentes escalas utilizadas ([16,17](#)), mejora en el proceso de cicatrización ([19,20](#)).



▪ DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión es conocer los beneficios que la fotobiomodulación aporta en el tratamiento de los pacientes que padecen úlceras por presión, úlceras diabéticas y venosas; y heridas postquirúrgicas. Otros objetivos son conocer qué parámetros de la fotobiomodulación son más efectivos y comprobar su efectividad respecto a otros tratamientos.

En general, los estudios comparan la terapia por fotobiomodulación con otros tratamientos y/o con otra intervención donde se realiza terapia por fotobiomodulación pero con otros parámetros. En los artículos participan 118 hombres y 103 mujeres, por lo que la diferencia entre sexos no es significativa. Por otro lado, la edad media de los participantes varía entre los 31 (19) y 75 años (16), esto podría deberse al tipo de herida que el ensayo clínico interviene.

En cuanto al número de sesiones, encontramos diferencias en el tiempo de aplicación. Algunos estudios especificaban el tiempo de tratamiento por punto, esto se debe a que los láseres no poseen un haz tan grande como las heridas tratadas. Los tiempos de tratamiento por punto iban desde los 10 a 13 segundos por punto (16); mientras que los tiempos de tratamiento totales varían entre los 5 minutos (17) y los 12 minutos y 54 segundos (18).

En los ensayos clínicos revisados se usaba una terapia láser de baja intensidad (LLLT) o LED. Esta terapia se comparaba con un grupo control (16-19); o varios grupos de intervención donde se aplicaban diferentes parámetros de la misma terapia o se comparaba LLLT con LED y un grupo control (20,21). En los estudios que tenían varios grupos intervención, se variaban parámetros como la longitud de onda (20), la dosis de energía aplicada sobre la herida o entre LLLT y un haz de luz concreto (21). Esto puede ser debido a que no se sabe con certeza cuáles son los parámetros ideales de este tipo de terapia para la cicatrización de las heridas, aunque sí encontramos estudios que apuestan por longitudes de onda concretas que optimizan la cicatrización de heridas (20).

En lo que respecta a las intervenciones, observamos diferencias en los parámetros de las terapias aplicadas. Observamos longitudes de onda que oscilan entre los 480 y 3400 nm; las dosis de energía

oscilan entre los 2'4 y los 8'8 J/cm²; la potencia varía entre los 30 y 500 mW. Algunos estudios especificaban que se aplicaba a una cierta distancia del paciente, la cual variaba entre 1 y 10 centímetros de distancia (16,17,20), a excepción de un ensayo que se aplicaba la intervención de forma directa, es decir, el aparato estaba en contacto con el paciente (18), aunque el aparato era desinfectado tanto antes como después de la terapia. El hecho de que se aplique a una cierta distancia de la herida es para evitar la infección de esta, ya que puede que el aparato no haya sido bien desinfectado y produzcamos una sepsis en el paciente. Por otro lado, algunos estudios especificaban que se aplicaba la terapia de forma perpendicular a la zona a tratar, esto se debe al haz de propagación de una onda. Por último, unos pocos estudios detallaron otros parámetros de la intervención como el diámetro del láser (16, 20); el duty cycle (17) o el área de irradiación (18,19).

Observando diferentes revisiones, tanto sistemáticas como bibliográficas, vemos que sí existe una evidencia científica amplia que respalda la técnica, aunque sigue siendo una constante la búsqueda de los parámetros más efectivos (22-26). A pesar de esta incógnita, sí que parece ser que la longitud de onda de 658 nm sí es estadísticamente significativa en el tratamiento de úlceras respecto al tratamiento convencional y respecto a otras longitudes de onda llevadas a estudio (24,25). Las demás características de la fotobiomodulación no se tienen en cuenta o se tienen en muy poca consideración, solamente destaca las dosis de energía, que van desde 1 hasta 7 J/cm², de la que no se sacan conclusiones claras sobre si unas dosis son más efectivas que otras (23,26).

A pesar de la evidencia de la fotobiomodulación, su uso en nuestro país no está muy extendido. Las causas de su escaso uso puede ser la practicidad que tiene el uso de apósitos a la hora de realizar un tratamiento domiciliario o el alto coste que pueda llegar a tener las máquinas terapéuticas como puede ser un láser. Sería ideal que los fisioterapeutas participásemos de manera directa en el tratamiento de las heridas crónicas. Nuestra tarea debería consistir en desarrollar una metodología y efectuar tratamientos de electroestimulación.

Debido a las complicaciones que surgen por las características que pueden llegar a tener este tipo de herida como son el área, la profundidad, el estado del tejido, etc. sería recomendable la colaboración

junto al personal de enfermería, ya que quizá los fisioterapeutas somos más conocedores de la técnica que estamos tratando, mientras que el personal de enfermería es más conocedor tanto del manejo de las heridas crónicas como el estado y clasificación en la que se encuentran.

En lo que respecta a las limitaciones encontradas en la revisión, la más destacada es la heterogeneidad de los parámetros de la fotobiomodulación. Algunos artículos detallan mejor los parámetros del láser usado que en otros estudios. No en todos los artículos se especifican todos los detalles como el área de irradiación, haz del láser, tiempo de tratamiento total o tiempo de tratamiento por puntos, etc.

Por último, respecto a la bibliografía, podemos destacar que a pesar de que existe un gran número de artículos publicados, vemos que en muchos de ellos el número de participantes dentro de los estudios es escaso, por lo que se deberían realizar estudios con un mayor número de participantes.



▪ CONCLUSIONES

Después del análisis que hemos realizado en los distintos documentos, damos respuesta a la pregunta PICO planteada: “¿Es la terapia por fotobiomodulación efectiva para el tratamiento de pacientes que sufren úlceras y heridas postquirúrgicas en la piel?”

Se han observado mejoras estadísticamente significativas en mayor o menor medida en las intervenciones con fotobiomodulación respecto al tratamiento convencional dependiendo de la herida a tratar y sus características.

Encontramos diversos tratamientos para las heridas crónicas como la cura seca y húmeda, injertos, terapia de presiones negativas controladas y la terapia por fotobiomodulación.

La longitud de onda de 658 nm parece ser el parámetro que más evidencia posee y la más efectiva. Respecto a los otros parámetros, no hay un consenso de qué valores tienen mayor efectividad en el cierre de heridas.

La fotobiomodulación parece ser efectiva respecto al tratamiento convencional, habiendo evidencia científica que respalde esta afirmación. Dentro de la fotobiomodulación hay algunos parámetros y aparatos que tienen mayor evidencia que otros.

La calidad metodológica de los estudios es buena, aunque sería interesante que los estudios buscaran más evidencia en otros parámetros de la terapia y a nivel histológico del tejido post-cicatrización.

▪ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DE E, Vascular Y. Consenso sobre Úlceras Vasculares y Pie Diabético de la Asociación Española de Enfermería Vascular y Heridas (AEEVH).
2. Samaniego-Ruiz M-J, Llatas FP. Prevalencia e incidencia de heridas crónicas en Atención Primaria.
3. Gálvez Romero C, Mayorga Ramos E, Gornemann Schafer I, González Valentín MA, Corbacho del Real JL, Jiménez Berbel M. Prevalencia y factores de riesgo de úlceras por presión. Aten. Primaria. 2002.
4. Pancorbo-Hidalgo PL, García-Fernández FP, Pérez-López C, Soldevilla Agreda JJ. Prevalencia de lesiones por presión y otras lesiones cutáneas relacionadas con la dependencia en población adulta en hospitales españoles: resultados del 5º Estudio Nacional de 2017. 2019.
5. Clark M, Semple MJ, Ivins N, Mahoney K, Harding K. National audit of pressure ulcers and incontinence-associated dermatitis in hospitals across Wales: a cross-sectional study. *BMJ Open*. 2017; 7 (8).
6. Heras-Fortuny R, Morros-Torné C, Álvarez-Carrera A, Moix-MManubens I, Sabria-Martínez I, Santaেলুলiাপotróny L. Prevalencia de úlceras por presión en atención primaria en dos comarcas catalanas. *Enferm. Clin*. 2006; 16(1):1-54.
7. Marianel.lo Roura J, Verdú Soriano J. Conferencia nacional de consenso sobre las úlceras de la extremidad inferior (C.O.N.U.E.I.). Documento de consenso 2018. 2ª ed. Madrid: Ergon. 2018.
8. Sameiro Neves, M. Importância da prestação dos cuidados de enfermagem aos idosos portadores de úlcera venosa: o processo de cicatrização (Trabalho de conclusão de curso de enfermagem). Escola Superior de Saúde. Universidade do Mindelo. 2017.
9. Simon DA, Freak L, Kinsella A, Walsh J, Lane C, Groarke L, et al. Community leg ulcer clinics: a comparative study in two health authorities. *BMJ (Internet)*, 1996; 312(7047):1648-51.

10. Evangelista DG, Magalhaes ERM, Moretao DIC, Stival MM, Lima LR. Impact of chronic wounds in the quality of life for users of family health strategy. *Rev. Enferm. Centro O Min.* 2012; 2(2):254-63.
11. Silva FAA, Moreira TMM. Sociodemographic and clinical characteristics of customers with venous leg ulcer. *Rev. Enferm. UERJ.* 2011; 19(3):468-72.
12. Anders JJ, Lanzafame RJ, Arany PR. Low-level light/laser therapy versus photobiomodulation therapy. *Photomed Laser Surg.* 2015; 33(4):183-4.
13. Leal-Junior ECP, Lopes-Martins RÁB, Bjordal JM. Clinical and scientific recommendations for the use of photobiomodulation therapy in exercise performance enhancement and post-exercise recovery: current evidence and future directions. *Braz. J. Phys. Ther.* 2019; 23 (1):71-5.
14. Pope NJ, Denton ML. Differential effects of 808-nm light on electron transport chain enzymes in isolated mitochondria: Implications for photobiomodulation initiation. *Mitochondrion.* 2023; 68:15-24.
15. Convissar RA, Ross G. Photobiomodulation lasers in dentistry. *Semin. Orthod.* 2020; 26 (2):102-6.
16. de Alencar Fonseca Santos J, Campelo MBD, de Oliveira RA, Nicolau RA, Rezende VEA, Arisawa EÂL. Effects of Low-power light therapy on the tissue repair process of chronic wounds in diabetic feet. *Photomed Laser Surg.* 2018; 36(6):298-304.
17. Frangež I, Nizič-Kos T, Frangež HB. Phototherapy with LED shows promising results in healing chronic wounds in diabetes mellitus patients: A prospective randomized double-blind study. *Photomed Laser Surg.* 2018; 36(7):377-82.
18. Haze A, Gavish L, Elishoov O, Shorka D, Tsohar T, Gellman YN et al. Treatment of diabetic foot ulcers in a frail population with severe co-morbidities using at-home photobiomodulation laser therapy: a double-blind, randomized, sham-controlled pilot clinical study. *Laser Med Sci.* 2022; 37(2):919-28.

19. Vaghardoost R, Momeni M, Kazemikhoo N, Mokmeli S, Dahmardehei M, Ansari F, et al. Effect of low-level laser therapy on the healing process of donor site in patients with grade 3 burn ulcer after skin graft surgery (a randomized clinical trial). *Lasers Med Sci.* 2018; 33(3):603-7.
20. Taradaj J, Shay B, Dymarek R, Walewicz K, Beeckman D, et al. Effect of laser therapy on expression of angio- and fibrogenic factors, and cytokine concentrations during the healing process of human pressure ulcers. *Int J Med Sci.* 2018; 15(11):1105-12.
21. Baracho V da S, Chaves ME de A, Huebner R, Oliveira MX, Ferreira PH da C, Lucas TC. Phototherapy (cluster multi-diode 630 nm and 940 nm) on the healing of pressure injury: A pilot study. *J Vasc Nurs.* 2021; 39(3):67-75.
22. Machado RS, Viana S, Sbruzzi G. Low-level laser therapy in the treatment of pressure ulcer: systematic review. *Laser Med Sci.* 2017; 32(4):937-44.
23. Petz F de FC, Félix JVC, Roehrs H, Pott FS, Stocco JGD, Marcos RL, et al. Effect of photobiomodulation on repairing pressure ulcers in adult and elderly patients: A systematic review. *Photochem Photobiol.* 2020; 96(1):191-9.
24. Vieceli AS, Martins JC, Hendler KG, Santos APT, das Neves LMS, Barbosa RI, et al. Effectiveness of electrophysical agents for treating pressure injuries: a systematic review. *Lasers Med Sci.* 2022; 37(9):3363-7.
25. Kwan RL-C, Cheing GL-Y, Vong SK-S, Lo SK. Electrophysical therapy for managing diabetic foot ulcers: a systematic review. *Int Wound J.* 2013; 10(2):121-31.
26. Li S, Wang C, Wang B, Liu L, Tang L, Liu D, et al. Efficacy of low-level light therapy for treatment of diabetic foot ulcer: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Res Clin Pract.* 2018; 143:215-24.



▪ ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo.

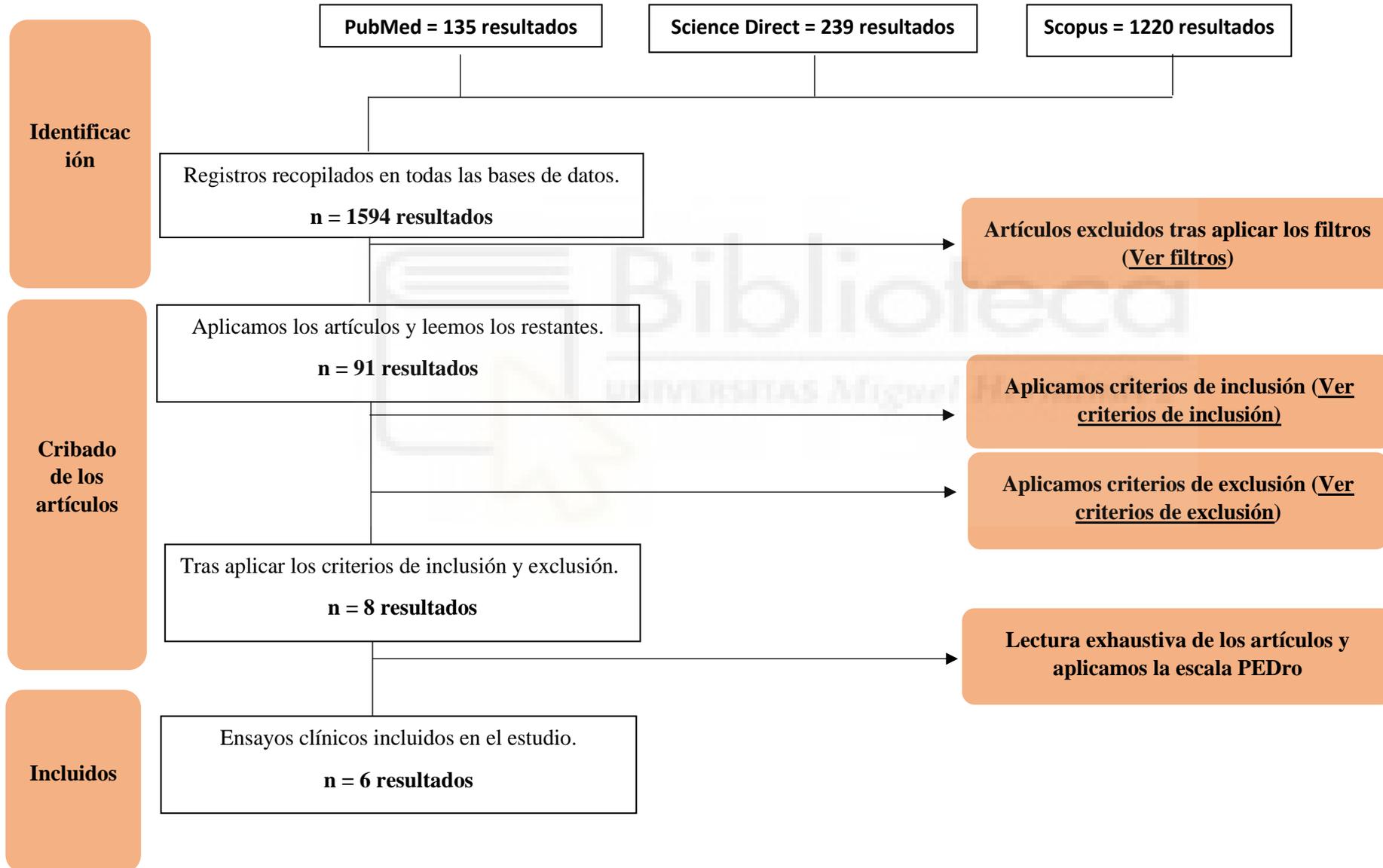


Tabla 1. Escala PEDro para evaluar la calidad metodológica.

Ítems escala PEDro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL	Interpretación
Natalia Aguiar et al. 2019	✓	✓	X	X	X	X	X	X	X	X	✓	2/10	Baja calidad
De alencar Fonseca Santos J et al. 2018	X	✓	X	✓	X	X	X	✓	X	✓	✓	5/10	Calidad justa
Frangéž I et al. 2018	✓	X	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	7/10	Buena calidad
Anelice Calixto et al. 2017	✓	X	X	X	X	X	X	✓	✓	X	X	2/10	Baja calidad
Haze A et al. 2022	X	X	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	6/10	Buena calidad
Vaghardoost R et al. 2018	✓	X	X	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	5/10	Calidad justa
Taradaj J et al. 2018	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	9/10	Alta calidad
Baracho V da S et al. 2021	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	X	✓	✓	7/10	Buena calidad

Criterio 1. Los criterios de elección fueron específicos. (no puntúa en la escala PEDro)

Criterio 2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.

Criterio 3. La asignación fue oculta.

Criterio 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación con los indicadores de pronóstico importantes.

Criterio 5. Todos los sujetos fueron cegados.

Criterio 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.

Criterio 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.

Criterio 8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.

Criterio 9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”.

Criterio 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.

Criterio 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

X: Criterio ausente en el estudio.

✓: Criterio presente en el estudio.



Tabla 2. Resumen de los ensayos clínicos incluidos en el estudio.

Artículo y autores	Tamaño muestral	Parámetros de medición	Objetivos	Protocolo	Resultados
<p>de Alencar Fonseca Santos J et al. 2018</p>	<p>18 participantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Hiperglucemia en todos los pacientes >140 mg/dL 2 horas después de comer. -Lesión no infectada con un estado 2-3 en la escala TIME. -Máximo 7 centímetros de longitud y 3 centímetros de ancho, y un mínimo de 0'5 cm² y no superior a 21 cm². -La herida debía presentar tejido de granulación y un poco exudado. 	<p>Mediciones</p> <ul style="list-style-type: none"> -Área inicial, área durante el tratamiento y área final de la herida. -Wound healing index. -Escala PUSH. -Escala VAS. 	<p>Comparar la efectividad clínica del LLLT respecto al tratamiento convencional</p>	<p>Grupo láser</p> <p>LLLT con una longitud de onda de 660 nm, 30 mW de potencia, dosis de 6 J/cm². Se colocaba el haz perpendicular a la lesión, onda continua y haz rojo visible. Tratamiento cada 48 horas.</p> <p>Grupo control</p> <p>Se trataba la herida con solución fisiológica para limpiar el lecho de la herida, aplicación de 2 ml. de hidrogel en la lesión y uso de gasas para tapan la herida cada 48 horas.</p> <p>Se realizaron un total de 16 sesiones durante 4 semanas para ambos grupos.</p>	<p>El grupo láser presentó un aumento significativo en la reparación del tejido lesionado en comparación con el grupo control. En relación con la escala PUSH, hubo una diferencia estadística a lo largo de las semanas. En la aplicación de la escala VAS para el manejo del dolor no hubo diferencias significativas entre ambos grupos.</p> <p>En el grupo láser observamos una respuesta efectiva en el tratamiento de las úlceras de pie diabético en un corto plazo.</p> <p>El uso de LLLT ha demostrado ser efectivo en la reducción del tiempo para la reparación del tejido de las úlceras en el pie diabético a corto plazo.</p> <p>La LLLT ha permitido el regreso de sensibilidad y dolor en algunos pacientes que habían perdido la sensibilidad en sus pies completamente.</p> <p>Por último, se observó que la escala PUSH fue útil y efectiva para monitorear las heridas, ya que evalúa el área de la herida, el nivel de exudado y el tipo de tejido lesionado.</p>
	<p>60 participantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Herida con una superficie menor a 15x20 cm². 	<p>Mediciones</p> <ul style="list-style-type: none"> -Falanga Wound Bed Score. 	<p>Observar la efectividad de la terapia LED en las úlceras en pacientes diabéticos.</p>	<p>Todos los pacientes recibieron un tratamiento convencional de acuerdo con las GPC de las heridas crónicas (desbridamiento de tejido necrosado, mantenimiento de la humedad del lecho de la herida y control de la infección).</p>	<p>La superficie de la herida en el grupo LED mostró una ligera pero no significativa más rápida reducción del tamaño de la herida comparado con el grupo control.</p> <p>Después de 8 semanas, la Falanga Wound Bed Score antes del tratamiento era comparable entre ambos</p>

<p>Frangej I et al. 2018</p>	<p>-Heridas se encontraban en muchos planos.</p> <p>-Pacientes que no tuvieron una curación de la herida satisfactoria con un tratamiento convencional.</p>	<p>-Superficie de la herida representada en porcentajes.</p>		<p>Grupo activo</p> <p>Se usó una mezcla de 3 longitudes de onda (625, 660 y 850 nm) con un duty cycle del 50%. Se aplicó una densidad total de energía de 2'4 J/cm².</p> <p>Grupo control (placebo)</p> <p>Se usó una banda ancha a modo de placebo cuya longitud de onda oscilaba entre los 580 y 900 nanómetros. Se aplicó una densidad total de energía de 0'72 J/cm², una cantidad mucho menor de energía aplicada a lo largo del tratamiento.</p> <p>Ambas terapias se aplicaban a 10 centímetros de distancia de la herida durante 5 minutos. Esta terapia se realizó 3 veces por semana durante 8 semanas.</p>	<p>grupos. Después de 2 semanas de tratamiento, fue igual para ambos grupos y, tras 4 semana, la escala fue significativamente mejor en el grupo LED mientras que la superficie de la herida era comparable entre ambos grupos.</p> <p>Entre las 4 y 8 semanas de tratamiento, el grupo LED mostró una mejora significativa en la granulación del lecho de la herida y reducción de las escaras, resultando en una mejor puntuación en la Falanga Wound Bed Score comparado con el grupo control.</p>
<p>Haze A et al. 2022</p>	<p>20 participantes:</p> <p>-Herida con una superficie mayor a 3 cm².</p> <p>-Paciente con pie diabético.</p> <p>-Comorbilidades como osteomielitis, hipertensión, hipertiroidismo, etc.</p>	<p>Mediciones:</p> <p>-Área inicial, durante el tratamiento y al final de la herida.</p> <p>-Clasificación de la úlcera según la universidad de Texas.</p>	<p>Evaluar la eficacia y la seguridad de la fotobiomodulación en casa para el tratamiento de úlceras en el pie diabético en pacientes con varias comorbilidades.</p>	<p>En ambos grupos se realizaba un tratamiento estándar compuesto por limpieza de la herida, desbridamiento de tejido necrosado, terapia con antibióticos cuando sea necesario, vendaje PolyMem de plata y ajuste de carga o calzado cuando fuese requerido.</p> <p>Grupo activo</p> <p>Luz infrarroja pulsada de 808 nm (Ga-Al-As láser), 80 mW de potencia, área de irradiación de 4'5 x 1 cm² donde se acumulaba 1'1 J/cm² por minuto. Se aplicaba de forma directa contactando</p>	<p>Se observó una reducción significativa en el área de la herida en el grupo activo. La comparación directa del porcentaje de cierre de la herida mostró un porcentaje estadísticamente significativo mejor en el grupo activo respecto al grupo control.</p> <p>El cierre completo de la herida fue logrado en 5 de 10 pacientes en el grupo activo, pero solo 1 de 10 pacientes lo logró en el grupo control.</p> <p>Hubo 13 eventos adversos en 8 de los 20 pacientes que participaron en el estudio.</p> <p>La fotobiomodulación en casa ha demostrado ser eficaz en el cuidado de las heridas de pie diabético y comorbilidades. Transfiriendo el tratamiento desde</p>

		-Porcentaje de cierre de la herida.		<p>con la herida durante 8 minutos por área, con una dosis total de 8'8 J/cm², hasta que todas las zonas estuvieran irradiadas.</p> <p>Grupo control</p> <p>Tratamiento estándar comentado en el primer párrafo.</p>	<p>la clínica hacia la casa del paciente, esto promueve la mejora del coste-efecto de la técnica a la vez que mejora la seguridad del paciente y el problema de aislamiento que sufren estos pacientes.</p>
Vaghard oost R et al. 2018	<p>11 participantes, 18 partes de piel donadas:</p> <p>-Trasplante de piel originado por quemaduras graves.</p>	<p>Mediciones</p> <p>-Tamaño inicial, durante el tratamiento y al final de la herida.</p>	<p>Evaluar la eficacia de la LLLT en heridas postquirúrgicas tras una cirugía por quemaduras graves.</p>	<p>A los pacientes se les realizó injertos de piel debido a quemaduras importantes en sus cuerpos. Tras la cirugía, se cogieron 18 de las partes donadas y se dividieron en dos grupos, un grupo control y un grupo láser.</p> <p>Grupo control</p> <p>Se usó tratamiento con ropa no adherente y gasas con parafina sobre la zona de la piel donada.</p> <p>Grupo láser</p> <p>Se aplicó el tratamiento del grupo control y, además, se utilizó un láser con una longitud de onda de 650 nm, 150 mW de potencia, área de irradiación de 0'25 cm², densidad de energía de 0'6 W/cm², onda continua y 2 J/cm².</p>	<p>Los resultados del estudio mostraron que usando la terapia láser en un trasplante de piel mejora el proceso de cicatrización y el pronóstico de la cirugía.</p> <p>Los 13 casos que eran candidatos para realizar la amputación sanaron completamente.</p> <p>Desafortunadamente, debido a que la mayoría de los pacientes fueron derivados de otras ciudades después del alta hospitalaria, por lo que no se pudo hacer un seguimiento de los resultados a largo plazo, incluidos la formación de cicatrices hipertróficas en áreas tratadas con láser y de control.</p>
	<p>67 participantes:</p> <p>-Área de la herida de al menos 0'5 cm² y no más de 50 cm².</p>	<p>Mediciones</p> <p>-Tejido de la herida a nivel microscópico.</p>	<p>Evaluar el efecto del láser con diferentes longitudes de onda en el proceso de curación de una UPP.</p>	<p>Se dividió a los pacientes en 4 grupos. Todos los pacientes fueron tratados con un tratamiento básico, que era el que se realizaba en el grupo control.</p> <p>Grupo control</p>	<p>El mismo día después de realizar el tratamiento se observó una gran reducción de la concentración proinflamatoria de interleukinas en sangre en el grupo C. El cambio en estos niveles de mediadores proinflamatorios se notó después de las 2 semanas de terapia con láser. En los otros grupos, la</p>

<p>Taradaj J et al. 2018</p>	<p>-Localización de la UPP en sacro y/o pelvis.</p>	<p>-Marcadores biológicos como factor de crecimiento transformante beta 1, concentración proinflamatoria de interleukinas y factor de crecimiento endotelial vascular.</p>		<p>Se realizaba reposicionamiento y movilización del paciente, colchones de presión de aire y limpieza de las heridas. Se limpiaba las heridas con 2 soluciones diferentes y se les aplicó una crema tópica en el área de la úlcera. Esta limpieza se realizaba 1-2 veces al día.</p> <p>Grupo A (940 nm) Grupo B (808 nm) Grupo C (658 nm)</p> <p>La diferencia entre los grupos activos es la longitud de onda, todas las otras características del láser eran iguales: láser semiconductor (Ga-Al-As) que emiten radiación continua, tamaño del haz de 0'1 cm². Se aplicaba sin contacto desde una distancia de 2 centímetros a la herida. La duración de la terapia dependía del tamaño de la herida y la terapia se ajustaba para obtener una dosis media de 4 J/cm².</p>	<p>inflamación se redujo también, pero el proceso no fue tan marcado como en el grupo C. en el caso de la concentración del factor de necrosis tumoral, los valores fueron similares, el grupo C tuvo mejores resultados que los demás grupos, donde no hubo diferencias significativas entre ellos.</p> <p>Después de la irradiación en el grupo C, el factor de crecimiento endotelial vascular incremento significativamente en las primeras 2 semanas, luego se mantuvo estable y se disminuyó un poco los niveles. En cambio, el factor de crecimiento transformante beta 1 se mantuvo en los mismos niveles, pero siempre algo superior en comparación con los demás grupos. Se observó que la curación efectiva de las UPP está relacionada con la irradiación láser a una longitud de onda de 658 nm.</p> <p>Los investigadores creen que este efecto está relacionado con la inhibición de los procesos inflamatorios en la herida, la estimulación de la angiogénesis y la proliferación de fibroblastos con esta longitud de onda específica.</p> <p>La terapia con láser en las longitudes de onda de 940 y 808 nm no afecta significativamente los procesos de reparación mencionados anteriormente, lo que explica su baja efectividad en el tratamiento de UPP.</p>
<p>Baracho V da S et al. 2021</p>	<p>15 participantes:</p> <p>-Al menos 3 meses desde la aparición de la úlcera.</p> <p>-Localizada en zona sacra, glútea o trocantérica.</p>	<p>Mediciones</p> <p>-Estadío de la herida, dividida en 4 niveles según la National Pressure Injury Advisory Panel (NPIAP).</p>	<p>Evaluar y comparar el efecto de la terapia LED en 2 dosis de energía diferentes respecto al tratamiento estándar/convencional.</p>	<p>Se dividieron a los participantes en 3 grupos. En los grupos activos se aplicó también el tratamiento del grupo control.</p> <p>Grupo control</p> <p>Limpieza inicial de la UPP con solución salina y aplicación de hidrogel.</p>	<p>El área de las lesiones por presión presentó una reducción estadísticamente significativa durante las 24 sesiones en todos los grupos de tratamiento. Hubo una reducción significativa en el área de la herida cuando se compararon los dos intervalos en los grupos 1 y 2.</p> <p>Los grupos que recibieron fototerapia LED mostraron mayor cicatrización en comparación con el grupo 3. Las lesiones en el grupo 1 tomó entre 7 y 10 días para evolucionar de una etapa a otra y de 4 a</p>

		<p>-Duración de la úlcera en meses.</p> <p>-Área inicial, área durante el tratamiento y área final de la herida.</p>	<p>Grupo 1</p> <p>Se aplicaba una terapia LED con una dosis de 6 J/cm². Tiempo de aplicación de 10 minutos y 54 segundos.</p> <p>Grupo 2</p> <p>Se aplicaba una terapia LED con una dosis de 8 J/cm². Tiempo de aplicación de 12 minutos y 54 segundos.</p> <p>La terapia LED tenía los mismos parámetros en ambos grupos de intervención. La longitud de onda fue de 630 nm y 940 nm. Se realizaba la terapia LED 3 veces por semana durante 8 semanas, siendo un total de 24 sesiones por cada participante.</p>	<p>10 días en el grupo 2. Las lesiones en los grupos 1 y 2 alcanzaron el estadio 1 al final del tratamiento.</p> <p>Las lesiones en el grupo 3 tardaron entre 13 y 18 días en cambiar de etapa y no alcanzó el estadio 1 al final del tratamiento.</p>
--	--	--	--	--

