

La terapia de fotobiomodulación y fotodinámica en el tratamiento de lesiones por presión: revisión de alcance*

Alexsandra Martins da Silva^{1,2}

 <https://orcid.org/0000-0001-9147-9990>

Gabriela Machado Silva¹

 <https://orcid.org/0000-0001-9409-1916>

Jerusa Celi Martins¹

 <https://orcid.org/0000-0003-4295-3996>

Taline Bavaresco³

 <https://orcid.org/0000-0001-5944-1941>

Maria Elena Echevarría-Guanilo⁴

 <https://orcid.org/0000-0003-0505-9258>

Destacados: (1) Las terapias de luz son eficaces en el tratamiento de lesiones por presión. (2) La cicatrización optimizada es un resultado prometedor de las terapias estudiadas. (3) La reducción del tamaño de las lesiones es un efecto positivo de las terapias utilizadas. (4) Se observa una mejora clínica en los indicadores presentados en los estudios revisados.

Objetivo: mapear la literatura científica sobre la terapia de fotobiomodulación y fotodinámica en el tratamiento de lesiones por presión. **Método:** se trata de una revisión de alcance, conforme lo recomendado por el *Joanna Briggs Institute*. Se incluyeron estudios primarios y secundarios disponibles en su totalidad en los idiomas portugués, inglés y español, publicados en los últimos 10 años, de 2014 a 2024, en nueve bases de datos. **Resultados:** se incluyeron 24 estudios siguiendo los criterios de elegibilidad. Los hallazgos sugieren que la fotobiomodulación y la fotodinámica pueden desempeñar un papel importante en la reparación tisular, reducción del tamaño y mejora de los indicadores clínicos en el manejo de lesiones por presión. Se observó una diversidad de tipos de láseres utilizados en la fotobiomodulación, y las longitudes de onda más comúnmente empleadas incluyeron 658 nm, 660 nm, 808 nm y 980 nm. **Conclusión:** los estudios identificados muestran que las terapias de fotobiomodulación y fotodinámica presentan resultados prometedores en la cicatrización, reducción del tamaño de las lesiones y mejora de los indicadores clínicos en el tratamiento de lesiones por presión.

Descriptores: Enfermería; Úlcera por Presión; Terapia por Luz de Baja Intensidad; Terapia Fotodinámica; Atención de Enfermería; Revisión.

Cómo citar este artículo

Silva AM, Silva GM, Martins JC, Bavaresco T, Echevarría-Guanilo ME. Photobiomodulation and photodynamic therapy in the treatment of pressure injuries: a scoping review. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2025;33:e4488

[cited _____. _____. _____. Available from: _____. URL _____. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.7495.4488>

año mes día _____ URL _____

Introducción

Según el *National Pressure Injury Advisory Panel* (NPIAP), el *European Pressure Ulcer Advisory Panel* (EPUAP) y la *Pan Pacific Pressure Injury Alliance* (PPPIA), la lesión por presión (LP) se caracteriza como un daño en la piel y/o en los tejidos blandos subyacentes, que puede ocurrir en cualquier región del cuerpo, especialmente en áreas que coinciden con prominencias óseas⁽¹⁾.

La aplicación de presión intensa o prolongada, junto con fuerzas de cizallamiento, puede resultar en la formación de lesiones que afectan no solo las capas superficiales de la piel, sino que también pueden exponer estructuras más profundas como la fascia muscular, tendones y huesos. Factores adicionales, como el estado nutricional, el microclima, la circulación sanguínea comprometida y las comorbilidades, pueden contribuir al desarrollo y agravamiento de las LP⁽¹⁻²⁾.

Las hospitalizaciones agudas, especialmente en individuos con movilidad física reducida, se consideran un factor de riesgo para el desarrollo de LP⁽³⁾. Además, las LP representan un indicador negativo de la calidad de la asistencia brindada por el equipo de salud multidisciplinario, considerándose eventos adversos potencialmente evitables⁽³⁻⁵⁾.

La presencia de una LP desencadena una serie de eventos biológicos destinados a la reparación tisular, con el fin de remediar el daño cutáneo. Sin embargo, el mecanismo fisiológico de reparación a menudo resulta inadecuado, especialmente en pacientes con debilidades derivadas de condiciones médicas. En este sentido, se vuelve imprescindible la adopción de medidas adicionales para acelerar el proceso de cicatrización y mitigar los riesgos de complicaciones asociadas⁽⁶⁾.

Asimismo, la integración de tecnologías en el área de la salud, como en el tratamiento de lesiones, no solo impulsa avances significativos en la calidad de vida de los pacientes, sino que también enriquece el repertorio de los profesionales de la salud, especialmente en enfermería, resultando en una práctica de cuidados de mejor calidad⁽⁷⁾. En este contexto, el uso de terapia con luz de baja intensidad, conocida como *Low-Level Light Therapy* (LLLT), en forma de fotobiomodulación (FBM) y/o fotodinámica (PDT) en el tratamiento adyuvante de LP, se destaca como un ejemplo importante de estos avances⁽⁶⁾.

La terapia de FBM se caracteriza por el uso de radiación luminosa de baja intensidad, cuyos efectos son desencadenados por la luz en sí y no por el calor. Se compone de radiaciones infrarrojas, visibles, ultravioletas, ionizantes, como los rayos X, y radiaciones gamma. La FBM es radiación electromagnética no ionizante que se diferencia por la longitud de onda, desde el rojo al

infrarrojo en el rango de 600-1000 nm, que alcanza diferentes profundidades de la piel, donde estimula funciones celulares promoviendo efectos terapéuticos⁽⁸⁾. La terapia de FBM es reconocida como un enfoque prometedor en el proceso de cicatrización de lesiones, actuando sobre varios mediadores inflamatorios y enzimáticos, modulando estos marcadores y acelerando el proceso de reparación tisular. Como resultado, se observa una reducción en los tiempos de cicatrización, mejor control inflamatorio y, consecuentemente, una disminución en la experiencia del dolor⁽⁹⁻¹⁰⁾.

Por su parte, la PDT es la combinación de la terapia de FBM con un fotosensibilizador, promoviendo así reacciones fotoquímicas que producen especies reactivas de oxígeno, como el oxígeno singlete, que aplicado en una lesión infectada causa la destrucción de microorganismos, como bacterias y hongos, por medio de daños biológicos irreversibles en la membrana celular⁽¹¹⁻¹²⁾.

Considerando la necesidad urgente de fundamentar las prácticas clínicas en datos científicos sólidos, el presente estudio tuvo como objetivo mapear la literatura científica sobre la terapia de fotobiomodulación y fotodinámica en el tratamiento de lesiones por presión. Este enfoque busca no solo agregar nuevos conocimientos al campo, sino también proporcionar datos relevantes para la toma de decisiones clínicas fundamentadas y eficaces.

Método

Tipo de estudio

Se trata de una revisión de alcance que siguió las etapas recomendadas por el *Joanna Briggs Institute* (JBI)⁽¹³⁾ y el *checklist Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR)⁽¹⁴⁾. El registro del protocolo de esta revisión de alcance se encuentra en la plataforma internacional *Open Science Framework* (OSF), DOI: 10.17605/OSF.IO/78NEU.

Pregunta de investigación

Para determinar la pregunta de investigación, se adoptó la estrategia mnemotécnica Población, Concepto y Contexto (PCC)⁽¹³⁾: Población (P): personas con lesión por presión; Concepto (C): terapia de fotobiomodulación y fotodinámica; Contexto (C): niveles de atención en salud. Así, se definió la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las evidencias sobre la terapia de fotobiomodulación y fotodinámica en el proceso de cicatrización de personas con lesión por presión en los niveles de atención en salud?

Criterios de elegibilidad

Se incluyeron en esta revisión estudios primarios⁽¹⁵⁾ cuantitativos, cualitativos y de métodos mixtos, así como todos los tipos de estudios secundarios⁽¹⁵⁾, tales como revisiones sistemáticas, de alcance, integrativas, narrativas, entre otros, disponibles en su totalidad en los idiomas portugués, inglés y español. El período temporal considerado abarcó los últimos 10 años, de 2014 a 2024, justificado en base a la necesidad de cubrir un período lo suficientemente reciente como para capturar los estudios más actualizados y relevantes sobre el tema en cuestión. Esto permite un análisis exhaustivo de la literatura disponible e incorpora hallazgos recientes que pueden influir en las conclusiones de la investigación.

Se excluyeron artículos que no cumplieron con los criterios establecidos para el objetivo y la pregunta de investigación, así como estudios en modelos animales, *in vitro* y literatura gris.

Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda fue desarrollada con el apoyo de una bibliotecaria, empleando los operadores booleanos *AND* y *OR* en los idiomas portugués, inglés y español. Se exploraron diversas combinaciones de descriptores obtenidos de los Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y *Medical Subject Headings* (MeSH) con el objetivo de garantizar la amplitud y precisión de la búsqueda.

La búsqueda se realizó en el mes de enero de 2024, y se consultaron las siguientes bases de datos: Base de Datos en Enfermería (BDENF), *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature* (CINAHL), *Cochrane Library*, Embase, Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS), *United States National Library of Medicine/Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (PubMed/MEDLINE), Scopus, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) y *Web of Science* (Figura 1).

Bases de datos	Estrategia de búsqueda
PubMed/ MEDLINE*	(“Low-Level Light Therapy” OR “LLLT” OR “Laser Biostimulation” OR “Laser Phototherapy” OR “Low Level Laser” OR “LowLevel Light” OR “Low Power Laser” OR “Low-Level Laser” OR “Low-Level Light” OR “Low-Power Laser” OR Photobiomodula* OR “Laser Therapy” OR “Laser Therapies” OR Photodynamic*) AND (“Wound Healing”[Mesh] OR “Wound Healing” OR “Wound Healings” OR “Cicatrization” OR “Cicatrix” OR “Cicatrization” OR “Scar” OR “Scarring” OR “Scars” OR epithelializ*) AND (“Pressure Ulcer” OR “Bed Sore” OR “Bed Sores” OR Bedsore* OR “Decubitus Ulcer” OR “Decubitus Ulcers” OR “Pressure Sore” OR “Pressure Sores” OR “Pressure Sores” OR “Pressure Ulcers”) AND [journal article[Publication Type]]
Embase (Elsevier)	(“Low-Level Light Therapy” OR “LLLT” OR “Laser Biostimulation” OR “Laser Phototherapy” OR “Low Level Laser” OR “LowLevel Light” OR “Low Power Laser” OR “Low-Level Laser” OR “Low-Level Light” OR “Low-Power Laser” OR Photobiomodula* OR “Laser Therapy” OR “Laser Therapies” OR Photodynamic*) AND (“Wound Healing” OR “Wound Healings” OR “Cicatrization” OR “Cicatrix” OR “Cicatrization” OR “Scar” OR “Scarring” OR “Scars” OR epithelializ*) AND (“Pressure Ulcer” OR “Bed Sore” OR “Bed Sores” OR Bedsore* OR “Decubitus Ulcer” OR “Decubitus Ulcers” OR “Pressure Sore” OR “Pressure Sores” OR “Pressure Sores” OR “Pressure Ulcers”)
CINAHL‡ (EBSCO)	(“Low-Level Light Therapy” OR “LLLT” OR “Laser Biostimulation” OR “Laser Phototherapy” OR “Low Level Laser” OR “LowLevel Light” OR “Low Power Laser” OR “Low-Level Laser” OR “Low-Level Light” OR “Low-Power Laser” OR Photobiomodula* OR “Laser Therapy” OR “Laser Therapies” OR Photodynamic*) AND (“Wound Healing” OR “Wound Healings” OR “Cicatrization” OR “Cicatrix” OR “Cicatrization” OR “Scar” OR “Scarring” OR “Scars” OR epithelializ*) AND (“Pressure Ulcer” OR “Bed Sore” OR “Bed Sores” OR Bedsore* OR “Decubitus Ulcer” OR “Decubitus Ulcers” OR “Pressure Sore” OR “Pressure Sores” OR “Pressure Ulcers”)
Cochrane Library	(“Low-Level Light Therapy” OR “LLLT” OR “Laser Biostimulation” OR “Laser Phototherapy” OR “Low Level Laser” OR “LowLevel Light” OR “Low Power Laser” OR “Low-Level Laser” OR “Low-Level Light” OR “Low-Power Laser” OR Photobiomodula* OR “Laser Therapy” OR “Laser Therapies” OR Photodynamic*) AND (“Wound Healing” OR “Wound Healings” OR “Cicatrization” OR “Cicatrix” OR “Cicatrization” OR “Scar” OR “Scarring” OR “Scars” OR epithelializ*) AND (“Pressure Ulcer” OR “Bed Sore” OR “Bed Sores” OR Bedsore* OR “Decubitus Ulcer” OR “Decubitus Ulcers” OR “Pressure Sore” OR “Pressure Sores” OR “Pressure Ulcers”)
Scopus (Elsevier)	(“Low-Level Light Therapy” OR “LLLT” OR “Laser Biostimulation” OR “Laser Phototherapy” OR “Low Level Laser” OR “LowLevel Light” OR “Low Power Laser” OR “Low-Level Laser” OR “Low-Level Light” OR “Low-Power Laser” OR Photobiomodula* OR “Laser Therapy” OR “Laser Therapies” OR Photodynamic*) AND (“Wound Healing” OR “Wound Healings” OR “Cicatrization” OR “Cicatrix” OR “Cicatrization” OR “Scar” OR “Scarring” OR “Scars” OR epithelializ*) AND (“Pressure Ulcer” OR “Bed Sore” OR “Bed Sores” OR Bedsore* OR “Decubitus Ulcer” OR “Decubitus Ulcers” OR “Pressure Sore” OR “Pressure Sores” OR “Pressure Ulcers”)
Web of Science (Clarivate Analytics)	(“Low-Level Light Therapy” OR “LLLT” OR “Laser Biostimulation” OR “Laser Phototherapy” OR “Low Level Laser” OR “LowLevel Light” OR “Low Power Laser” OR “Low-Level Laser” OR “Low-Level Light” OR “Low-Power Laser” OR Photobiomodula* OR “Laser Therapy” OR “Laser Therapies” OR Photodynamic*) AND (“Wound Healing” OR “Wound Healings” OR “Cicatrization” OR “Cicatrix” OR “Cicatrization” OR “Scar” OR “Scarring” OR “Scars” OR epithelializ*) AND (“Pressure Ulcer” OR “Bed Sore” OR “Bed Sores” OR Bedsore* OR “Decubitus Ulcer” OR “Decubitus Ulcers” OR “Pressure Sore” OR “Pressure Sores” OR “Pressure Ulcers”)

Bases de datos	Estrategia de búsqueda
LILACS [§]	(“Terapia com Luz de Baixa Intensidade” OR “Luz de Baixa Intensidade” OR “Bioestimulação a Laser” OR “Laser de Baixa Intensidade” OR “Laser de Baixa Potência” OR Fotobiomodula* OR “Terapia a Laser” OR “laserterapia” OR Fotodinâmico* OR “Terapia por Luz de Baja Intensidad” OR “Luz de Baja Intensidad” OR “Bioestimulación por Láser” OR “Láser de Baja Potencia” OR “Láser de Bajo Poder” OR “Láser de Baja Intensidad” OR “Láser de Bajo Nivel” OR “Terapia por Láser” OR “Low-Level Light Therapy” OR “LLLT” OR “Laser Biostimulation” OR “Laser Phototherapy” OR “Low Level Laser” OR “LowLevel Light” OR “Low Power Laser” OR “Low-Level Laser” OR “Low-Level Light” OR “Low-Power Laser” OR Photobiomodula* OR “Laser Therapy” OR “Laser Therapies” OR Photodynamic*) AND (“Cicatrización” OR “Cicatriz” OR “Cicatrices” OR Escara* OR epitheliza* OR “Cicatrización de Heridas” OR “Cicatrización” OR “Cicatrices” OR “Wound Healing” OR “Wound Healings” OR “Cicatrización” OR “Cicatrix” OR “Cicatrization” OR “Scar” OR “Scarring” OR “Scars” OR epithelializ*) AND (“Lesão por pressão” OR “Lesão cutânea” OR “Lesão de pele” OR “Úlcera de Decúbito” OR “Úlcera de Pressão” OR “Úlcera por Pressão” OR “Úlceras por Pressão” OR “Úlcera por Presión” OR “Llaga por Presión” OR “Pressure Ulcer” OR “Bed Sore” OR “Bed Sores” OR Bedsores* OR “Decubitus Ulcer” OR “Decubitus Ulcers” OR “Pressure Sore” OR “Pressure Sores” OR “Pressure Ulcers”)
BDENF ^{II}	(“Terapia com Luz de Baixa Intensidade” OR “Luz de Baixa Intensidade” OR “Bioestimulação a Laser” OR “Laser de Baixa Intensidade” OR “Laser de Baixa Potência” OR Fotobiomodula* OR “Terapia a Laser” OR “laserterapia” OR Fotodinâmico* OR “Terapia por Luz de Baja Intensidad” OR “Luz de Baja Intensidad” OR “Bioestimulación por Láser” OR “Láser de Baja Potencia” OR “Láser de Bajo Poder” OR “Láser de Baja Intensidad” OR “Láser de Bajo Nivel” OR “Terapia por Láser” OR “Low-Level Light Therapy” OR “LLLT” OR “Laser Biostimulation” OR “Laser Phototherapy” OR “Low Level Laser” OR “LowLevel Light” OR “Low Power Laser” OR “Low-Level Laser” OR “Low-Level Light” OR “Low-Power Laser” OR Photobiomodula* OR “Laser Therapy” OR “Laser Therapies” OR Photodynamic*) AND (“Cicatrización” OR “Cicatriz” OR “Cicatrices” OR Escara* OR epitheliza* OR “Cicatrización de Heridas” OR “Cicatrización” OR “Cicatrices” OR “Wound Healing” OR “Wound Healings” OR “Cicatrización” OR “Cicatrix” OR “Cicatrization” OR “Scar” OR “Scarring” OR “Scars” OR epithelializ*) AND (“Lesão por pressão” OR “Lesão cutânea” OR “Lesão de pele” OR “Úlcera de Decúbito” OR “Úlcera de Pressão” OR “Úlcera por Pressão” OR “Úlceras por Pressão” OR “Úlcera por Presión” OR “Llaga por Presión” OR “Pressure Ulcer” OR “Bed Sore” OR “Bed Sores” OR Bedsores* OR “Decubitus Ulcer” OR “Decubitus Ulcers” OR “Pressure Sore” OR “Pressure Sores” OR “Pressure Ulcers”)
SciELO ^I	(“Terapia com Luz de Baixa Intensidade” OR “Luz de Baixa Intensidade” OR “Bioestimulação a Laser” OR “Laser de Baixa Intensidade” OR “Laser de Baixa Potência” OR Fotobiomodula* OR “Terapia a Laser” OR “laserterapia” OR Fotodinâmico* OR “Terapia por Luz de Baja Intensidad” OR “Luz de Baja Intensidad” OR “Bioestimulación por Láser” OR “Láser de Baja Potencia” OR “Láser de Bajo Poder” OR “Láser de Baja Intensidad” OR “Láser de Bajo Nivel” OR “Terapia por Láser” OR “Low-Level Light Therapy” OR “LLLT” OR “Laser Biostimulation” OR “Laser Phototherapy” OR “Low Level Laser” OR “LowLevel Light” OR “Low Power Laser” OR “Low-Level Laser” OR “Low-Level Light” OR “Low-Power Laser” OR Photobiomodula* OR “Laser Therapy” OR “Laser Therapies” OR Photodynamic*) AND (“Cicatrización” OR “Cicatriz” OR “Cicatrices” OR Escara* OR epitheliza* OR “Cicatrización de Heridas” OR “Cicatrización” OR “Cicatrices” OR “Wound Healing” OR “Wound Healings” OR “Cicatrización” OR “Cicatrix” OR “Cicatrization” OR “Scar” OR “Scarring” OR “Scars” OR epithelializ*) AND (“Lesão por pressão” OR “Lesão cutânea” OR “Lesão de pele” OR “Úlcera de Decúbito” OR “Úlcera de Pressão” OR “Úlcera por Pressão” OR “Úlceras por Pressão” OR “Úlcera por Presión” OR “Llaga por Presión” OR “Pressure Ulcer” OR “Bed Sore” OR “Bed Sores” OR Bedsores* OR “Decubitus Ulcer” OR “Decubitus Ulcers” OR “Pressure Sore” OR “Pressure Sores” OR “Pressure Ulcers”)

*PubMed/MEDLINE = United States National Library of Medicine/Medical Literature Analysis and Retrieval System Online; ^ILLLT = Low-level light therapy;

^{II}CINAHL = Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature; [§]LILACS = Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud; ^{II}BDENF = Base de Datos en Enfermería; ^ISciELO = Scientific Electronic Library Online

Figura 1 - Estrategia de búsqueda. Florianópolis, SC, Brasil, 2024

Selección de los estudios

Las referencias identificadas fueron importadas a Zotero® con el propósito de almacenamiento, organización y detección de estudios duplicados. Se adoptó el *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR)⁽¹⁴⁾ para guiar tanto el proceso de inclusión como la presentación de los resultados de la selección, siguiendo las cuatro etapas de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión. La selección de los estudios se realizó tras la eliminación de duplicados y fue llevada a cabo por dos revisores independientes; cualquier divergencia fue resuelta mediante discusiones internas. La extracción de datos de la muestra final se realizó por medio de una hoja de cálculo elaborada en Google® Sheets, lo que permitió una visualización clara de la información obtenida en los estudios seleccionados para la muestra final de la revisión.

Mapeo y análisis de los datos

Se definió una estrategia de extracción de datos, adaptada conforme al manual del JBI, para seleccionar la siguiente información relevante: 1) caracterización: autor, país, revista, temática, año, título, objetivos y tipo de estudio; 2) aplicabilidad clínica; 3) tipo de tecnología utilizada; 4) principales resultados y limitaciones, información que se organizó en formato de tablas con contenido narrativo en Microsoft Excel®.

Aspectos éticos

Por tratarse de un estudio de revisión de alcance, se dispensa la evaluación por un comité de ética. La presente investigación forma parte del macroproyecto titulado: Evaluación de riesgo y terapia de fotobiomodulación para el tratamiento de LP en personas con condiciones crónicas de salud, el cual cuenta con financiación de la

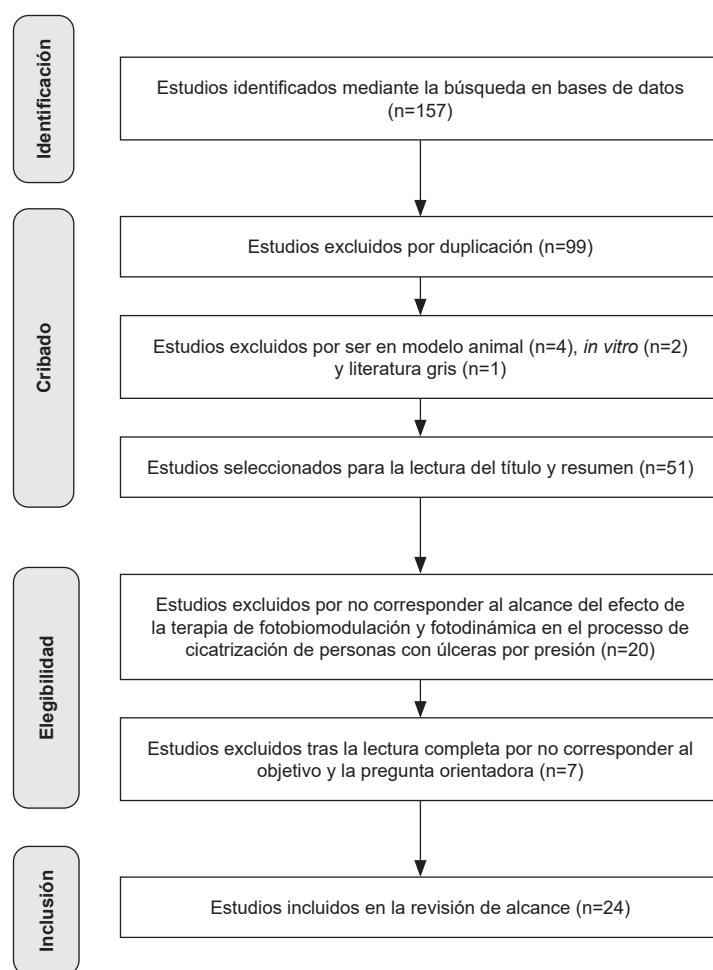
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), convocatoria pública N°26/2020, término de concesión de apoyo financiero n°2021TR000432.

Resultados

Se encontraron 157 estudios, de los cuales se excluyeron 99 por duplicidad, cuatro por tratarse de estudios en modelo animal, dos por ser estudios *in vitro* y uno por constituir literatura gris (dissertación). Posteriormente, los 51 estudios restantes fueron sometidos al análisis del título y resumen, resultando en la exclusión de veinte por no encuadrarse en el alcance del efecto de la terapia de FBM y PDT en el proceso de

cicatrización de personas con lesión por presión, y de siete por no cumplir con el objetivo y la pregunta de investigación establecidos.

Al término de este proceso, quedaron 24 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión y fueron seleccionados para integrar esta revisión. Estos estudios se distribuyeron de la siguiente manera en las bases de datos consultadas: PubMed/MEDLINE (n=11), Embase (n=7), CINAHL (n=2), LILACS (n=1), Scopus (n=1), SciELO (n=1) y Web of Science (n=1). No se encontraron estudios elegibles en las bases BDENF y Cochrane Library tras la exclusión de duplicados. El procedimiento de búsqueda y selección de estudios de esta revisión se encuentra representado en el diagrama de flujo (Figura 2).



*PRISMA-ScR = Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews

Figura 2 - Diagrama de flujo de búsqueda, conforme a las recomendaciones, adaptado de PRISMA-ScR*. Florianópolis, SC, Brasil, 2024

De los 24 estudios incluidos en esta revisión, 8 (33,33%) fueron reportes de caso, 7 (20,17%) revisiones narrativas, 5 (20,83%) revisiones sistemáticas, 1 (4,17%) reporte de experiencia, 1 (4,17%) estudio comparativo aleatorizado, 1 (4,17%) ensayo intervencionista aleatorizado y controlado con placebo, y 1 (4,17%) ensayo

clínico aleatorizado. En cuanto al origen, 11 (45,83%) estudios fueron realizados en Brasil, 5 (20,83%) en los Estados Unidos de América (EE. UU.), 2 (8,33%) en Polonia, 2 (8,33%) en India, 1 (4,17%) en Italia, 1 (4,17%) en Irán, 1 (4,17%) el Reino Unido y 1 (4,17%) en España. En relación con el idioma, 19 (73,33%) estudios

estaban en inglés y 5 (26,67%) en portugués. En cuanto al año de publicación, 1 (4,17%), fue publicado en 2014, 6 (25%), en 2015, 3 (12,5%) en 2017, 2 (8,33%) en 2018, 2 (8,33%) en 2019, 1 (4,17%) en 2020, 2 (8,33%)

en 2021, 4 (16,67%) en 2022 y 3 (12,5%) en 2023. La descripción detallada de los estudios, que incluye título, autoría, año, país y revista de publicación, se encuentra en la Figura 3.

Id*	Título	Autoría	Año	País	Periódico
E ^t 1 ⁽¹⁶⁾	<i>Lesão por pressão após COVID-19^t tratada com laserterapia adjuvante: estudo de caso</i>	Lucena, Pinto, Disconzi, Fabris Mazui, Riquinho.	2023	Brasil	<i>Revista Gaúcha de Enfermagem</i>
E ^t 2 ⁽¹⁷⁾	<i>The role of physical therapies in wound healing and assisted scarring</i>	Fernández-Guarino, Bacci, Pérez González, Bermejo-Martínez, Cecilia-Matilla, Hernández-Bule.	2023	España	<i>International Journal Of Molecular Sciences</i>
E ^t 3 ⁽¹⁸⁾	<i>Photobiomodulation therapy and low-level light therapy in wound healing</i>	Aggarwa, Lio.	2023	EE. UU. [§]	<i>Lasers in Medical Science</i>
E ^t 4 ⁽¹⁹⁾	<i>Effectiveness of electrophysical agents for treating pressure injuries: a systematic review</i>	Vieceli, Martins, Hendler, Santos, Neves, Barbosa, et al.	2022	Brasil	<i>Lasers in Medical Science</i>
E ^t 5 ⁽²⁰⁾	<i>Treatment of chronic wounds with methylene blue photodynamic therapy: a case report</i>	Cesar, Winyk, Santo, Queiroz, Soares, Caetano, et al.	2022	Brasil	<i>Photodiagnosis and Photodynamic Therapy</i>
E ^t 6 ⁽²¹⁾	<i>Laser de baixa intensidade na cicatrização de lesão por pressão estágio 3: relato de experiência</i>	Sousa, Soares, Borges, Barreto, Caregnato.	2022	Brasil	<i>Revista Enfermagem Atual in Derme</i>
E ^t 7 ⁽²²⁾	<i>Influence of physiotherapy in the vigilant revitalisation of decubitus ulcer: a case report</i>	Bhagdewani, Sasun, Patil.	2022	India	<i>Journal Of Clinical and Diagnostic Research</i>
E ^t 8 ⁽²³⁾	<i>Phototherapy (cluster multi-diode 630 nm[¶] and 940 nm[¶]) on the healing of pressure injury: a pilot study</i>	Baracho, Chaves, Huebner, Oliveira, Ferreira, Lucas.	2021	Brasil	<i>Journal of Vascular Nursing</i>
E ^t 9 ⁽²⁴⁾	<i>Eliminating non-healing wounds: a review</i>	Kuffler.	2021	EE.UU. [§]	<i>Regenerative Medicine</i>
E ^t 10 ⁽²⁵⁾	<i>Skin surface infrared thermography in pressure ulcer outcome prognosis</i>	Bilska, Stangret, Pyzlak, Wojdasiewicz, Szukiewicz.	2020	Polonia	<i>Journal of Wound Care</i>
E ^t 11 ⁽²⁶⁾	<i>Effect of photobiomodulation on repairing pressure ulcers in adult and elderly patients: a systematic review</i>	Petz, Félix, Roehrs, Pott, Stocco, Marcos.	2019	Brasil	<i>Photochemistry and Photobiology</i>
E ^t 12 ⁽²⁷⁾	<i>Photobiomodulation therapy for wound care: a potent, noninvasive, photoceutical approach</i>	Mosca, Ong, Albasha, Bass, Arany.	2019	EE.UU [§]	<i>Advances in Skin & Wound Care</i>
E ^t 13 ⁽²⁸⁾	<i>Efeitos da laserterapia no tratamento de lesões por pressão: uma revisão sistemática</i>	Bernardes, Jurado.	2018	Brasil	<i>Revista Cuidarte</i>
E ^t 14 ⁽²⁹⁾	<i>Effect of laser therapy on expression of angio-and fibrogenic factors, and cytokine concentrations during the healing process of human pressure ulcers</i>	Taradaj, Shay, Dymarek, Sopel, Walewicz, Beeckman, et al.	2018	Polonia	<i>International Journal of Medical Sciences</i>
E ^t 15 ⁽³⁰⁾	<i>Application of photodynamic therapy, laser therapy, and a cellulose membrane for calcaneal pressure ulcer treatment in a diabetic patient: a case report</i>	Rosa, Silva, Vieira, Tanajura, Gusmão, Oliveira, et al.	2017	Brasil	<i>Photodiagnosis and Photodynamic Therapy</i>

Id*	Título	Autoría	Año	País	Periódico
E [†] 16 ⁽³¹⁾	<i>Efeitos dos lasers Hélio-Neônio (HeNe[¶]) e Arseneto de Gálio (AsGa^{**}) associados à educação em saúde com foco na promoção da saúde de portadores de úlcera por pressão</i>	Fialho, Baron, Brandenburg, Martins.	2017	Brasil	<i>Revista Médica de Minas Gerais</i>
E [†] 17 ⁽³²⁾	<i>Low-level laser therapy in the treatment of pressure ulcers: systematic review</i>	Machado, Viana, Sbruzzi.	2017	Brasil	<i>Lasers in Medical Science</i>
E [†] 18 ⁽³³⁾	<i>Laserterapia em úlcera por pressão: avaliação pelas Pressure Ulcer Scale for Healing e Nursing Outcomes Classification</i>	Palagi, Severo, Menegon, Lucena.	2015	Brasil	<i>Revista da Escola de Enfermagem da USP</i>
E [†] 19 ⁽³⁴⁾	<i>Improving the ability to eliminate wounds and pressure ulcers</i>	Kuffler.	2015	EE. UU. [§]	<i>Wound Repair and Regeneration</i>
E [†] 20 ⁽³⁵⁾	<i>Photobiomodulation in promoting wound healing: a review</i>	Kuffler.	2015	EE. UU. [§]	<i>Regenerative Medicine</i>
E [†] 21 ⁽³⁶⁾	<i>Low-Level laser therapy along with intravascular laser in deep pressure ulcer resistant to conventional therapies</i>	Kazemikhoo, Rahbar, Akrami.	2015	Irán	<i>Journal of Skin and Stem Cell</i>
E [†] 22 ⁽³⁷⁾	<i>Nonpharmacologic Interventions to heal pressure ulcers in older patients: an overview of systematic reviews (The SENATOR^{††}-ONTOP^{‡‡} series)</i>	Pharm, Lozano-Montoya, Abraha, Cherubini, Soiza, O'Mahony, et al.	2015	Italia	<i>Journal of the American Medical Directors Association</i>
E [†] 23 ⁽³⁸⁾	<i>Low-level laser therapy as an antimicrobial and antibiofilm technology and its relevance to wound healing</i>	Percival, Francolini, Donelli.	2015	Reino Unido	<i>Future Microbiology</i>
E [†] 24 ⁽³⁹⁾	<i>Closure of chronic non healing ankle ulcer with low level laser therapy in a patient presenting with thalassemia intermedia: Case report</i>	Dixit, Agrawal, Sharma, Singh.	2014	India	<i>Indian Journal of Plastic Surgery</i>

*Id = Identificación; [†]E = Estudio; [‡]COVID-19 = Corona Virus Disease 2019; [§]EE. UU. = Estados Unidos de América; [¶]nm = Nanómetro; ^{¶¶}HeNe = Helio-neón; ^{**}AsGa = Arseniuro de galio; ^{††}SENATOR = Software ENgine for the Assessment & Optimization of drug and non-drug Therapy in Older peRsons; ^{‡‡}ONTOP = Optimal Evidence-Based Non-drug Therapies in Older People

Figura 3 - Caracterización de los estudios incluidos en la revisión de alcance. Florianópolis, SC, Brasil, 2024

La Figura 4 presenta la caracterización y síntesis de los artículos mapeados e incluidos en esta revisión, con las especificaciones sobre FBM y PDT aplicadas y los principales hallazgos de cada estudio.

Id*	Objetivos	Tipo de estudio	Población o artículos incluidos (n [†])	Especificaciones sobre FBM [‡] y/o PDT [§] , y frecuencia de aplicación	Principales hallazgos sobre FBM [‡] y PDT [§] en LP [¶]
E ^{¶¶} 1 ⁽¹⁶⁾	Reportar el tratamiento con laserterapia adyuvante en paciente con LP [¶] tras COVID-19 ^{**}	Reporte de caso	(n [†] =1)	LLLT ^{††} con longitud de onda de 660 y 808 nm ^{‡‡} , y 1 J ^{§§} de láser rojo y 1 J ^{§§} de láser infrarrojo. LLLT ^{††} aplicada siete veces.	El resultado de la cicatrización mostró curación por segunda intención y cuatro indicadores clínicos: evolución de la reparación tisular con presencia de tejido de epitelización a partir de la 6 ^a y 7 ^a aplicación, cobertura completa de tejido de granulación, disminución del tamaño de la lesión y ausencia de exudado, solo trasudado.
E ^{¶¶} 2 ⁽¹⁷⁾	Resumir el papel de las terapias físicas como tratamientos complementarios en la cicatrización de lesiones.	Revisión narrativa	-	-	En LP [¶] , la luz roja mejora la cicatrización con mejores resultados en comparación con el LED ^{¶¶} de 805 nm ^{‡‡} .

Id*	Objetivos	Tipo de estudio	Población o artículos incluidos (n†)	Especificaciones sobre FBM‡ y/o PDT§, y frecuencia de aplicación	Principales hallazgos sobre FBM‡ y PDT§ en LP
E#3 ⁽¹⁸⁾	Resumir las aplicaciones de FBM‡ en el campo de la cicatrización de lesiones y especificar los resultados actuales en los parámetros utilizados para el tratamiento.	Revisión narrativa	-	-	Los resultados sugieren que una longitud de onda específica de 658 nm‡, en el rango de luz roja, podría ser más eficaz en el tratamiento de LP .
E#4 ⁽¹⁹⁾	Evaluar la eficacia de FBM‡, ultrasonido y agentes electrofísicos de alta frecuencia en la cicatrización de lesiones por presión en adultos y personas mayores.	Revisión sistemática	(n†=12)	-	La FBM‡ mostró una eficacia similar a otras tecnologías recomendadas en otros estudios en la cicatrización de lesiones por presión. La FBM‡ con longitud de onda roja (660 nm‡) en los estadios 2 y 3 de las lesiones por presión promovió eficazmente la curación en comparación con el tratamiento estándar. Se observó que el uso de FBM‡ acelera la reparación tisular en lesiones por presión.
E#5 ⁽²⁰⁾	Investigar la seguridad y eficacia del tratamiento con PDT§ con uso de azul de metileno en lesiones con signos de inflamación indicativos de infección.	Reporte de caso	(n†=3)	PDT§ con azul de metileno en concentración de 10 mg/mL¶ y fuente de LED (660 nm‡). PDT§ aplicada una vez por semana durante tres años.	La reducción de tamaño fue sumamente significativa, de 26,2 cm*** de largo y 9,5 cm*** de ancho (248,9 cm ² †††) a 5,2 cm*** por 4,0 cm*** (20,8 cm ² †††). Los signos de infección también disminuyeron con la formación de tejido de granulación adherido, pero frágil, con drenaje serosanguinolento y leve olor.
E#6 ⁽²¹⁾	Reportar las experiencias de una enfermera especialista en el manejo de un caso clínico de una paciente mayor con LP estadio 3, sometida a terapia láser de baja intensidad.	Reporte de experiencia	(n†=1)	LLLT†† con longitud de onda roja (660 nm‡) e infrarroja (808 nm‡) con 1 J§§/cm ² ††† de láser rojo e infrarrojo. LLLT†† aplicada cada 48 horas durante dos meses.	En la 5 ^a aplicación del láser, se observó una mejora significativa en la secreción y el eritema perilesional. En dos meses de láser y apósitos, se logró la cicatrización completa de la lesión.
E#7 ⁽²²⁾	Determinar cómo los fisioterapeutas manejan a pacientes con paraplejia y lesiones por presión sacras, así como la eficacia de la terapia láser en el tratamiento de lesiones graves y grandes.	Reporte de caso	(n†=1)	LLLT†† con luz de GaAlAs‡‡, haz continuo, sin contacto (sin pulsación) en longitud de onda de 658 nm‡ de láser infrarrojo. LLLT†† aplicada cinco veces por semana, de 8 a 15 minutos de irradiación, durante un mes.	El tratamiento de lesiones por presión con laserterapia en longitud de onda de 658 nm‡ pareció ser exitoso.
E#8 ⁽²³⁾	Evaluar la eficacia de un prototipo de fototerapia LED en participantes con lesión por presión.	Ensayo intervencionista aleatorizado y controlado con placebo	(n†=15)	LLLT†† con LED de longitud de onda de 630 nm‡ (rojo) y 940 nm‡ (infrarrojo), dosis de 6 J§§/cm ² ††† (grupo I) y 8 J§§/cm ² ††† (grupo II). LLLT†† aplicada tres veces por semana durante ocho semanas, totalizando 24 sesiones por participante.	El área de las LP mostró una reducción estadísticamente significativa ($p<0,001$) en las 24 sesiones en todos los grupos de tratamiento. Los grupos con fototerapia LED (I y II) presentaron mayor cicatrización en comparación con el grupo III (placebo). La tasa de cicatrización fue mayor en el grupo II, variando entre 94,5% y 98,7% en la 24 ^a sesión.
E#9 ⁽²⁴⁾	Examinar la etiología de lesiones que no cicatrizan y diferentes tratamientos para el manejo de lesiones.	Revisión narrativa	-	-	Las longitudes de onda de 633–904 nm‡ generan una curación más rápida en LP . La irradiación mediante LLLT†† también induce curación por su efecto antibacteriano. Aunque 650 nm‡ es más eficaz, la carga bacteriana disminuye bajo tratamiento con longitudes de onda de 830 y 904 nm‡, pero aumenta con longitud de onda de 670 nm‡.

Id*	Objetivos	Tipo de estudio	Población o artículos incluidos (n†)	Especificaciones sobre FBM‡ y/o PDT§, y frecuencia de aplicación	Principales hallazgos sobre FBM‡ y PDT§ en LP
E10 ⁽²⁵⁾	Evaluar la utilidad de SSIT§§§ como herramienta pronóstica en el tratamiento de LP estadios III y IV, con apó�itos de hidrocoloide/hidrogel y 20 exposiciones a LLLT††, en comparación con apóśitos de hidrocoloide solos, en un grupo de pacientes encamados a largo plazo.	Estudio comparativo aleatorizado	(n†=43)	LLL†† con longitud de onda de 808 nm‡. Grupo I: LP tratadas con apóśitos especializados y terapia láser (cinco veces por semana durante cuatro semanas); Grupo II: LP tratadas con apóśitos especializados sin terapia láser.	En el estudio se observaron tres variantes de cicatrización en LP : cicatrización pura con mínima granulación; cicatrización con hipergranulación; y no cicatrizante. Los análisis de patrones termográficos relacionados con SSIT§§§ mostraron su dependencia del curso de la curación. El porcentaje de éxito en la cicatrización de LP alcanzó el 79,2% en el grupo I en comparación con el 73,7% en el grupo II ($p<0,05$). La variante dominante de cicatrización en el Grupo I fue la cicatrización pura con mínima granulación, mientras que en el Grupo II se observaron igualmente la cicatrización pura con mínima granulación y la cicatrización con hipergranulación.
E11 ⁽²⁶⁾	Realizar una revisión sistemática evaluando la eficacia de FBM‡ en forma de LLLT†† en el tratamiento de lesiones por presión en adultos y personas mayores.	Revisión sistemática	(n†=5)	-	La FBM‡ en longitud de onda infrarroja mostró eficacia en la cicatrización de la lesión por presión, similar al cuidado estándar presentado en diversos estudios. La FBM‡ (658 nm‡) fue eficaz en la promoción de la curación en comparación con el tratamiento estándar.
E12 ⁽²⁷⁾	Proporcionar antecedentes y examinar evidencia para la aplicación terapéutica de tratamientos de energía lumínica en la cicatrización de heridas.	Revisión narrativa	-	-	El tratamiento con láser de 658 nm‡ fue más efectivo (70% de cierre, $p<0,05$) en la promoción del cierre de LP . En contraste, los tratamientos con láser de 808 y 940 nm‡ (cierre del 31% y 30%, respectivamente) no parecieron mejorar significativamente las tasas de curación en comparación con el grupo placebo (cierre del 28%).
E13 ⁽²⁸⁾	Estudiar la eficacia de la laserterapia en el proceso de cicatrización de lesiones por presión.	Revisión sistemática	(n†=11)	-	Dosis de 4 J§§/cm²††† con longitud de onda de 658 nm‡ fueron las más efectivas en el tratamiento de las lesiones por presión.
E14 ⁽²⁹⁾	Evaluar el efecto de la irradiación láser en diferentes longitudes de onda en la expresión de factores de crecimiento y mediadores inflamatorios en fases específicas del proceso de cicatrización de heridas. Pacientes con diagnóstico de lesión crónica relacionada a LP (II, III, IV) fueron incluidos en el estudio.	Ensayo clínico aleatorizado	(n†=67)	LLLT†† con luz de GaAlAs†††. Grupo A - 940 nm‡; Grupo C - 658 nm‡; Grupo B - 808 nm‡; Grupo D - terapia simulada. Tratados con LLLT†† y analizados una vez al día, cinco días por semana durante un mes.	Para el grupo C (658 nm‡), la reducción en la concentración de TNF-α fue más significativa (aproximadamente 75%), mientras que en los otros grupos las reducciones no fueron tan marcadas (alrededor del 50%). Parece que el éxito en la cicatrización de heridas tras irradiación a 658 nm‡ está asociado a un efecto antiinflamatorio, además de estimular fenómenos como la angiogénesis, proliferación o remodelación de tejidos durante el proceso de cierre de la lesión.
E15 ⁽³⁰⁾	Presentar un caso de LP en la región del talón en un paciente diabético tratado con una combinación de FBM‡, laserterapia y aplicación de membrana de celulosa.	Reporte de caso	(n†=1)	LLLT†† con láser de 660 nm‡ (rojo visible) puntual y continuo; y PDT§ (placa de 30 LEDs de longitud de onda de 450±10 nm‡ azul visible durante 12 minutos con irradiancia de 30 mW /cm²†††) y agente fotosensibilizante curcumina al 1,5%. LLLT†† aplicada dos veces por semana y una sesión de PDT§.	La cicatrización de LP se completó después de 30 días de tratamiento, observándose la epitelización completa de la lesión.

Id*	Objetivos	Tipo de estudio	Población o artículos incluidos (n†)	Especificaciones sobre FBM‡ y/o PDT§, y frecuencia de aplicación	Principales hallazgos sobre FBM‡ y PDT§ en LP
E#16 ⁽³¹⁾	Comparar la acción de los láseres HeNe*** y AsGa**** en el proceso de cicatrización de LP y desarrollar un trabajo con medidas preventivas como tratamiento.	Reporte de caso	(n†=3)	Caso I - LLLT†† con láser HeNe****; Casos II y III - LLLT†† con láser AsGa****. Caso I - total de 52 sesiones de LLLT†† con HeNe****; Casos II y III - 22 a 46 sesiones de LLLT†† con AsGa****.	Paciente 1 - al finalizar las aplicaciones, se observó una reducción de la lesión en un 100% y una mejora significativa en la calidad de vida del usuario. Paciente 2 - cicatrización completa de la lesión en 22 sesiones. Paciente 3 - se redujo la profundidad de la lesión a 0,5 cm***, manteniendo las dimensiones de altura y anchura. Hubo poca mejora en la cicatrización de la lesión, pero una leve mejora en su apariencia.
E#17 ⁽³²⁾	Evaluar los efectos de LLLT†† en LP en humanos mediante una revisión sistemática de estudios aleatorizados.	Revisión sistemática	(n†=4)	-	Se observaron resultados significativos en el uso de LLLT†† con longitud de onda de 658 nm‡, y no se encontró evidencia para el uso de longitudes de onda superiores a esta en el tratamiento de LP .
E#18 ⁽³³⁾	Describir el proceso de cicatrización de una lesión por presión en un paciente crítico tratado con terapia convencional de apóstitos y laserterapia de baja intensidad, evaluada mediante PUSH††† y el resultado de cicatrización: segunda intención, de NOC\$\$\$\$.	Relato de caso	(n†=1)	LLLT†† con láser AlGaInP , longitud de onda de 660 nm‡. LLLT†† aplicada una vez al día, tres veces por semana, durante cinco semanas consecutivas, totalizando 15 aplicaciones.	Se destaca una reducción en la lesión de 7 cm*** de largo a 1,5 cm*** y de 6 cm*** de ancho a 1,1 cm***, al comparar el primer día y el 15º de evaluación. El tejido epitelial mostraba crecimiento continuo, con reducción significativa de la secreción serosanguinolenta y ausencia de mal olor. Sin embargo, el eritema y la maceración perilesional empeoraron levemente, posiblemente debido a la diuresis en pañales que aumentó la humedad perineal.
E#19 ⁽³⁴⁾	Resumir y evaluar críticamente la evidencia de revisiones sistemáticas sobre intervenciones no farmacológicas para tratar lesiones por presión en pacientes ancianos.	Revisión narrativa	n†=110	-	La LLLT†† y la iluminación LED se emplean en varios tipos de heridas, incluyendo cicatrización de lesiones no cicatrizadas, como pie diabético, lesiones por presión, venosas y posquimioterapia contra lesiones por radiación. En estudios comparativos, la exposición de lesiones crónicas no cicatrizadas a longitudes de onda entre 635 y 810 nm‡ muestra una curación más rápida.
E#20 ⁽³⁵⁾	Examinar investigaciones sobre la inducción de cicatrización de heridas y presión, activación génica y eliminación del dolor mediante fotobiomodulación y sus mecanismos de acción.	Revisión narrativa	-	-	Pacientes con LP grado II en 12 semanas de FBM‡ con pulso monocromático presentan una reducción en el tamaño de la lesión del 80% frente al 50% del grupo control, y la irradiación a 660 y 880 nm‡ reduce el área inicial de la lesión en 13 veces en comparación con los controles.
E#21 ⁽³⁶⁾	Describir el tratamiento de una lesión crónica por presión en un paciente con lesión medular mediante LLLT††.	Reporte de caso	(n†=1)	LLLT†† con longitud de onda de 980 nm‡ continua 6 J§\$/cm2††† para los márgenes y 655 nm‡ continua 1,8 J§\$/cm2††† para el lecho de la herida junto con laserterapia intravascular. LLLT†† aplicada en días alternos durante 12 sesiones y luego dos veces por semana, totalizando 24 sesiones.	Tras dos sesiones de laserterapia, mejoró la perfusión de la lesión, y al término de la sesión 12 el diámetro de la lesión se redujo a 3×5 cm2††† con una profundidad de 1 cm***. Tras 24 sesiones de LLLT†† y cirugía de zetoplastia, la lesión se cicatrizó completamente.

Id*	Objetivos	Tipo de estudio	Población o artículos incluidos (n†)	Especificaciones sobre FBM‡ y/o PDT§, y frecuencia de aplicación	Principales hallazgos sobre FBM‡ y PDT§ en LP
E122 ⁽³⁷⁾	Resumir y evaluar críticamente la evidencia de revisiones sistemáticas sobre intervenciones no farmacológicas para el tratamiento de LP en personas mayores.	Revisión sistemática	(n†=45)	-	La evidencia es muy baja o insuficiente para respaldar el uso de terapia adyuvante (ultrasónico, presión negativa, láser, electromagnética, luz, ondas de choque, hidroterapia, radiofrecuencia o terapia vibratoria) para mejorar las tasas de cicatrización de LP en personas mayores
E123 ⁽³⁸⁾	Identificar literatura que informe únicamente sobre LLLT sin agentes fotodinámicos, como una tecnología antimicrobiana/antibiofilm y determinar sus efectos en la cicatrización de heridas.	Revisión narrativa	-	-	Los pacientes con LP tratados con luz infrarroja (956 nm) y roja (637 nm) mostraron una tasa de cicatrización un 49% mayor en comparación con los controles. El tiempo para lograr un 50% y 90% de cierre de la lesión fue significativamente reducido. Tras 5 semanas de tratamiento, el área promedio de la lesión se redujo al 10%, mientras que los controles tardaron 9 semanas en lograrlo. Son pocos los ensayos clínicos con un protocolo estándar para erradicación de infecciones mediante LLLT . Segundo estudios piloto, la exposición del paciente a luz de 870 nm /930 nm y dosis de energía superiores a 100 J /cm parecen ser una estrategia terapéutica eficaz.
E124 ⁽³⁹⁾	Verificar el efecto de LLLT en forma de LED en una lesión crónica que no cicatriza en un paciente masculino de 18 años con talasemia.	Reporte de caso	(n†=1)	LLLT en forma de LED . LLLT con dosis de 17,3 J /cm durante 8 minutos durante 2 semanas seguida de dosis proliferativa de 8,65-4,33 J /cm durante 4 minutos de la semana 3 a la 6.	A la 6 ^a semana de aplicación, la lesión se cerró.

*Id = Identificación; †n = Número de participantes; ‡FBM = Fotobiomodulación; §PDT = Fotodinámica; ||LP = Lesión por presión; ¶E = Estudio; **COVID-19 = Corona Virus Disease 2019; ¶¶LLLT = Low-level light therapy; |||nm = Nanómetro; ¶¶¶J = Joule; ¶¶¶¶LED = Light-emitting diode; ¶¶¶¶mg/mL = Miligramos por mililitro; ¶¶¶¶cm = Centímetros; ¶¶¶¶¶cm² = Centímetros cuadrados; ¶¶¶¶¶GaAlAs = Arseniuro de galio-aluminio; ¶¶¶¶¶SSIT = Infrared thermography of the skin surface; ¶¶¶¶¶TNF-α = Tumor necrosis factor alpha; ¶¶¶¶¶mW = Miliwatt; ¶¶¶¶¶HeNe = Helio-neón; ¶¶¶¶¶AsGa = Arseniuro de galio; ¶¶¶¶¶PUSH = Pressure Ulcer Scale for Healing; ¶¶¶¶¶NOC = Nursing Outcomes Classification; ¶¶¶¶¶¶AlGaInP = Aluminio-galio-indio-fósforo

Figura 4 - Caracterización de los estudios mapeados según las terapias de fotobiomodulación (FBM) y fotodinámica (PDT) aplicadas. Florianópolis, SC, Brasil, 2024

Discusión

La terapia con láser de 808 nm resultó en una variante dominante de cicatrización pura (H), mientras que el láser de 658 nm mostró una reducción más significativa en la concentración de TNF-α, sugiriendo un efecto antiinflamatorio y estimulante del proceso de cicatrización^(25,29). Se observa una diversidad de tipos de láser utilizados en LLLT, como se evidencia en la Figura 4. En un estudio de caso⁽²²⁾ donde el láser se aplicó cinco veces por semana, entre 8 y 15 minutos de irradiación durante un mes, y en un ensayo clínico aleatorizado⁽²⁹⁾ con 67 pacientes tratados y analizados una vez al día, cinco días a la semana durante un mes, se utilizó el láser de Arseniuro de Galio y Aluminio (GaAlAs), un tipo de láser semiconductor introducido alrededor de 1987⁽⁴⁰⁾. En otro caso⁽³³⁾, con tres aplicaciones por semana totalizando 15 sesiones, se empleó el láser de Aluminio-Galio-

Indio-Fósforo (AlGaInP). Además, en otro estudio de caso⁽³¹⁾ con tres pacientes, se usó el láser de Helio-Neón (HeNe), perteneciente a la primera generación de láseres desarrollada entre 1975 y 1985, y el láser de Arseniuro de Galio (AsGa), el primer láser de diodo disponible en el mercado desde 1985⁽⁴⁰⁾.

Asimismo, un ensayo aleatorizado y controlado con placebo⁽²³⁾ en 15 participantes que recibieron aplicaciones de láser tres veces por semana durante ocho semanas, totalizando 24 sesiones, mostró una reducción estadísticamente significativa en el área de las LPs a lo largo de las sesiones de fototerapia con diodo emisor de luz (LED), destacando el grupo tratado con LED rojo, que presentó la mayor tasa de cicatrización. Estos hallazgos sugieren que diferentes longitudes de onda de láser y LED pueden influir en la cicatrización de LP de distintas maneras, subrayando la importancia de seleccionar el tratamiento adecuado para cada caso clínico.

El período comprendido entre 1995 y 2005, conocido como tercera generación, fue testigo de la introducción del LED, un dispositivo semiconductor con longitudes de onda entre 180 nm y 1 mm. Estos dispositivos, producidos principalmente por emisión espontánea, fueron concebidos como una alternativa económica y fácil de activar electrónicamente⁽⁴⁰⁾. Este tipo también fue empleado en tres casos^(20,30,39), donde se lograron buenos resultados: en uno de ellos la lesión cicatrizó en seis semanas⁽³⁹⁾, otro a los 30 días⁽³⁰⁾ y el tercero mostró una reducción significativa en el tamaño y mejora en el aspecto de la lesión⁽²⁰⁾. En estos dos últimos, se utilizó PDT con fotosensibilizadores como azul de metileno al 1%⁽²⁰⁾ y curcumina al 1,5%⁽³⁰⁾, resultando en reducción del tamaño de la lesión y formación de tejido de granulación.

Los estudios de caso revisados presentan resultados alentadores en el uso de la laserterapia para el tratamiento de LP. En primer lugar, destaca la eficacia de diversos protocolos de laserterapia en la reducción de lesiones y mejora en la calidad de vida de los pacientes⁽³¹⁾. Además, la laserterapia mostró eficacia en la reducción del tamaño de las lesiones, mejora del tejido epitelial y disminución de los signos de infección^(20,22,33).

Otro punto común entre los estudios fue la observación de cicatrización completa de las LPs tras un número variable de sesiones de laserterapia, indicando un potencial significativo de esta aproximación terapéutica^(21,36,39). Los resultados también indican que la laserterapia puede promover cicatrización por segunda intención, con reducción del tamaño de la lesión y mejora en los indicadores clínicos, como presencia de tejido epitelial y ausencia de exudado^(16,30). Estos hallazgos sugieren que la laserterapia puede desempeñar un papel importante en la reparación tisular y el manejo de lesiones por presión.

Además de estos hallazgos, es importante señalar que los estudios revisados utilizaron una variedad de longitudes de onda en LLLT. Las longitudes de onda más comunes incluyen 658 nm, 660 nm, 808 nm y 980 nm, cada una con propiedades específicas que pueden influir en los resultados terapéuticos.

Las revisiones narrativas y sistemáticas resaltan la eficacia de diferentes longitudes de onda en LLLT para el tratamiento de LP. La longitud de onda de 658 nm se destaca como una de las más efectivas, mostrando una tasa de cierre significativamente mayor en comparación con otras longitudes de onda, como 808 nm y 940 nm⁽²⁷⁾. Además, la luz roja, especialmente en el rango de 633–904 nm, mostró resultados prometedores en la aceleración de la cicatrización de LP^(17,24). La terapia con luz infrarroja, específicamente en 637 nm, también presentó una tasa

de cicatrización significativamente mayor en comparación con los grupos control⁽³⁸⁾.

Por otro lado, las revisiones sistemáticas destacan la efectividad del láser de 658 nm en dosis específicas, como 4 J/cm², para el tratamiento de LP^(28,32). Asimismo, la FBM con longitud de onda roja (660 nm) en los estadios 2 y 3 de LP⁽¹⁹⁾ promovió efectivamente la curación en comparación con el tratamiento estándar^(19,26). Sin embargo, la evidencia sobre terapias adyuvantes como la laserterapia para aumentar las tasas de cicatrización de LP en personas mayores es limitada y de calidad muy baja⁽³⁷⁾.

Cabe resaltar que, de acuerdo con las revisiones, las longitudes de onda de 650 nm, 660 nm y 880 nm presentaron resultados prometedores en la reducción del tamaño inicial de LP y en la promoción de la cicatrización^(18,34-35). Estos hallazgos refuerzan la importancia de considerar una variedad de longitudes de onda en la terapia con láser para LP, subrayando la necesidad de más investigaciones para desarrollar protocolos terapéuticos estandarizados y guías de tratamiento.

Es importante destacar que el presente estudio buscó mapear la evidencia disponible sobre FBM y PDT en el tratamiento de LP, mostrando resultados prometedores en la cicatrización, reducción del tamaño de las lesiones y mejora de los indicadores clínicos en el tratamiento de LP. Así, los resultados de este estudio pueden contribuir a la formulación de protocolos clínicos, orientando la inversión en innovación tecnológica en salud y, en consecuencia, contribuyendo a la calidad de vida de las personas con LP.

Es imperativo señalar como una limitación de la investigación la escasez de estudios clínicos robustos *in vivo* sobre el fenómeno investigado, lo que resulta en significativas lagunas en cuanto a los parámetros más confiables para el uso de terapias FBM y PDT en el tratamiento de LP. De este modo, es esencial un mayor esfuerzo en investigaciones que puedan establecer guías claras y protocolos estandarizados para orientar la práctica clínica de manera más sólida y maximizar los beneficios terapéuticos de estas terapias.

Conclusión

En síntesis, los estudios revisados ofrecen una visión amplia sobre el efecto de la FBM y PDT en el tratamiento de LP, destacando resultados prometedores en términos de cicatrización, reducción del tamaño de las lesiones y mejora de los indicadores clínicos. La diversidad de enfoques terapéuticos disponibles, que incluyen diferentes longitudes de onda y protocolos de tratamiento, subraya la importancia de una aproximación personalizada para optimizar los resultados clínicos.

Es importante señalar que, a pesar de los avances alentadores, todavía existen desafíos en la aplicación clínica de estas terapias. La falta de consenso sobre los parámetros ideales de tratamiento, como la selección de la longitud de onda más adecuada y la dosificación óptima de energía, representa una barrera significativa. Además, la heterogeneidad de los estudios y la falta de estandarización en los métodos de evaluación de los resultados dificultan la comparación entre los diferentes ensayos clínicos. Estas cuestiones destacan la necesidad urgente de investigaciones adicionales, así como de colaboración interdisciplinaria entre profesionales de la salud, para mejorar la eficacia y la aplicabilidad clínica de la FBM y PDT en LP.

Referencias

1. European Pressure Ulcer Advisory Panel; National Pressure Injury Advisory Panel; Pan Pacific Pressure Injury Alliance. Prevention and Treatment of Pressure Ulcers/Injuries: clinical practice guideline [Internet]. 3rd ed. [s.l.]: EPUAP; 2019 [cited 2024 Feb 23]. Available from: <https://internationalguideline.com/s/CPG2019edition-digital-Nov2023version.pdf>
2. Nóbrega IS, Medeiros TPG, Bezerra KA, Marcolino EC, Santos-Rodrigues RC, Soares MCS. Analysis of nursing professionals' knowledge about pressure ulcer prevention: a cross-sectional study. Esc Anna Nery. 2023;27(10):1-9. <https://doi.org/10.1590/2177-9465-EAN-2022-0219pt>
3. Berlowitz D. Epidemiology, pathogenesis, and risk assessment of pressure-induced skin and soft tissue injury [Internet]. [s.l.]: Wolters Kluwer; 2022 [cited 2024 Feb 4];1-10. Available from: <https://www.uptodate.com/contents/epidemiology-pathogenesis-and-risk-assessment-of-pressure-induced-skin-and-soft-tissue-injury>
4. Ministério da Saúde (BR); Fundação Oswaldo Cruz; Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Documento de referência para o Programa Nacional de Segurança do Paciente [Internet]. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2014 [cited 2024 Jan 14]. Available from: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/documento_referencia_programa_nacional_seguranca.pdf
5. Rebouças RO, Belchior AB, Marques ADB, Figueiredo SV, Carvalho REFL, Oliveira SKP. Quality of care in an intensive care unit for the prevention of pressure injuries. Braz J Enterostomal Ther. 2020;18(1):e3420. https://doi.org/10.30886/estima.v18.947_pt
6. Santos JMG, Silva ACR, Amorim CF, Pereira ES Filho. Laser in the treatment of pressure injury. Res Soc Dev. 2021;10(9):e2910917853. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17853>
7. Figueira TN, Backes MTS, Knihs NS, Maliska ICA, Amante LN, Bellaguarda MLR. Products and technologies for treating patients with evidence-based pressure ulcers. Rev Bras Enferm. 2019;74(5):e20180686. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2018-0686>
8. Trivelin MLOAA, Alchorne AOA, Marques ERMC, Alchorne MMA, Silva MF, Freixadas EMR, et al. Evaluation of the clinical effect of photobiomodulation therapy using low intensity laser in erythema-to-telangiectatic rosacea: pilot study. Braz J Dev. 2020;6(7):50152-75. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-607>
9. Polachini CRN, Berni VB, Bellé JM, Oliveira DF, Saccol MF. Effects of photobiostimulation and electric stimulation in wound healing and quality of life of individuals with skin ulcers: isolated and associated therapies. Saude (Santa Maria). 2019;45(3):1-18. <https://doi.org/10.5902/2236583439675>
10. Macedo SPR, Mota MSA, Fagundes CF, Souza MR, Navarro RS. Effects of photobiomodulation in the treatment of pressure ulcers: Integrative review. Res Soc Dev. 2021;10(2):e32810212597. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12597>
11. Fonseca CG, Vitalino DPS, Guimarães KSF, Pirola WE, Dezem TU. Photodynamic therapy applied to periodontics. Rev Fac Odontol Lins [Internet]. 2021 [cited 2024 Feb 23];31(12):37-43. Available from: https://www.researchgate.net/publication/359322085_Terapia_fotodinamica_aplicada_a_periodontia
12. Frigo FD, Pérez EF Júnior, Pires AS, Coutinho VL, Gonçalves FGA, Lima JA. Low intensity laser therapy with photodynamic therapy in the treatment of onychomycosis. Rev Enferm UERJ. 2022;30(1): e64955. <https://doi.org/10.12957/reuerj.2022.64955>
13. Peters MDJ, Godfrey C, McInerney P, Munn Z, Tricco AC, Khalil H. Chapter 11: Scoping Reviews (2020 version). In: Aromataris E, Munn Z, editors. JBI Manual for Evidence Synthesis [Internet]. Adelaide: JBI; 2020 [cited 2024 Jan 31]. Available from: <https://doi.org/10.46658/JBIMES-20-12>
14. Tricco AC, Lillie E, Zarlin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. Ann Intern Med. 2018;169(7):467-73. <https://doi.org/10.7326/m18-0850>
15. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, et al., editors. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions version 6.4 (updated August 2023) [Internet]. [s.l.]: The Cochrane Collaboration; 2023 [cited 2024 Feb 1]. Available from: www.training.cochrane.org/handbook
16. Lucena AF, Pinto LRC, Disconzi MV, Fabris M, Mazui BH, Riquinho DL. Pressure injury after COVID-19 treated with adjuvant laser therapy: a case study. Rev Gaucha Enferm.

- 2023;44:e20220209. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.20220209.pt>
17. Fernández-Guarino M, Bacci S, Pérez González LA, Bermejo-Martínez M, Cecilia-Matilla A, Hernández-Bule ML. The role of physical therapies in wound healing and assisted scarring. *Int J Mol Sci.* 2023;24(8):74-87. <https://doi.org/10.3390/ijms24087487>
18. Aggarwal I, Lio PA. Photobiomodulation therapy and low-level light therapy in wound healing. *Lasers Med Sci.* 2023;38(1):1-5. <https://doi.org/10.1007/s10103-023-03909-9>
19. Vieceli AS, Martins JC, Hendl KG, Santos APT, Neves LMS, Barbosa RI, et al. Effectiveness of electrophysical agents for treating pressure injuries: a systematic review. *Lasers Med Sci.* 2022;37(9):3363-77. <https://doi.org/10.1007/s10103-022-03648-3>
20. Cesar GB, Winyk AP, Santos FS, Queiroz EF, Soares KCN, Caetano W, et al. Treatment of chronic wounds with methylene blue photodynamic therapy: a case report. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2022;39:103016. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2022.103016>
21. Sousa AS, Soares GR, Borges RM, Barreto FW, Caregnato RCA. Low level laser in stage 3 pressure ulcer healing: experience report. *Rev Enferm Atual In Derme [Internet].* 2022 [cited 2024 Jan 21];96(39):1-7. Available from: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1417043>
22. Bhagdewani NN, Sasun AR, Patil S. Influence of physiotherapy in the vigilant revitalisation of decubitus ulcer: a case report. *J Clin Diagn Res.* 2022;16(12):YD01-YD03. <https://doi.org/10.7860/jcdr/2022/57927.17282>
23. Baracho VS, Chaves MEA, Huebner R, Oliveira MX, Ferreira PHC, 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. <https://doi.org/10.1016/j.jvn.2021.06.002>
24. Kuffler DP. Eliminating non-healing wounds: a review. *Regen Med.* 2021;16(4):391-404. <https://doi.org/10.2217/rme-2020-0163>
25. Bilska A, Stangret A, Pyzlak M, Wojdasiewicz P, Szukiewicz D. Skin surface infrared thermography in pressure ulcer outcome prognosis. *J Wound Care.* 2020;29(12):707-18. <https://doi.org/10.12968/jowc.2020.29.12.707>
26. Petz FFC, Félix JVC, Roehrs H, Pott FS, Stocco JGD, Marcos RL. Effect of photobiomodulation on repairing pressure ulcers in adult and elderly patients: a systematic review. *Photochem Photobiol.* 2019;96(1):191-9. <https://doi.org/10.1111/php.13162>
27. Mosca RC, Ong AA, Alasha O, Bass K, Arany P. Photobiomodulation therapy for wound care: a potent, noninvasive, photoceutical approach. *Adv Skin Wound Care.* 2019;32(4):157-67. <https://doi.org/10.1097/01.asw.0000553600.97572.d2>
28. Bernardes LO, Jurado SR. Effects of laser therapy in the treatment of pressure injuries: a systematic review. *Rev Cuid. 2018;9(3):1-12.* <https://doi.org/10.15649/cuidarte.v9i3.574>
29. Taradaj J, Shay B, Dymarek R, Sopel M, 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. <https://doi.org/10.7150/ijms.25651>
30. Rosa LP, Silva FC, Vieira RL, Tanajura BR, Gusmão AGS, Oliveira JM, et al. Application of photodynamic therapy, laser therapy, and a cellulose membrane for calcaneal pressure ulcer treatment in a diabetic patient: a case report. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2017;19:235-8. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2017.06.011>
31. Fialho LMF, Baron MV, Brandenburg C, Martins ABT. Effects of Helium-Neon (HeNe) and Gallium Arsenide (GaAs) lasers associated with prevention guidelines and treatment of pressure ulcers. *Rev Med Minas Gerais.* 2017;27:20-6. <https://doi.org/10.5935/2238-3182.20170051>
32. Machado RS, Viana S, Sbruzzi G. Low-level laser therapy in the treatment of pressure ulcers: systematic review. *Lasers Med Sci.* 2017;32(4):937-44. <https://doi.org/10.1007/s10103-017-2150-9>
33. Palagi S, Severo IM, Menegon DB, Lucena AF. Laser therapy in pressure ulcers: evaluation by the pressure ulcer scale for healing and nursing outcomes classification. *Rev Esc Enferm USP.* 2015;49(5):826-33. <https://doi.org/10.1590/s0080-623420150000500017>
34. Kuffler DP. Improving the ability to eliminate wounds and pressure ulcers. *Wound Repair Regen.* 2015;23(3):312-7. <https://doi.org/10.1111/wrr.12284>
35. Kuffler DP. Photobiomodulation in promoting wound healing: a review. *Regen Med.* 2015;11(1):107-22. <https://doi.org/10.2217/rme.15.82>
36. Kazemikhoo N, Rahbar MR, Akrami SM. Low-level laser therapy along with intravascular laser in deep pressure ulcer resistant to conventional therapies. *J Ski Stem Cell.* 2015;2(4):1-4. <https://doi.org/10.17795/jssc30686>
37. Vélez-Díaz-Pallarés M, Lozano-Montoya I, Abraha I, Cherubini A, Soiza RL, O'Mahony D, et al. Nonpharmacologic interventions to heal pressure ulcers in older patients: an overview of systematic reviews (The senator-on-top series). *J Am Med Dir Assoc.* 2015;16(6):448-69. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2015.01.083>
38. Percival SL, Francolini I, Donelli G. Low-level laser therapy as an antimicrobial and antibiofilm technology

and its relevance to wound healing. Future Microbiol. 2015;10(2):255-72. <https://doi.org/10.2217/fmb.14.109>

39. Dixit S, Agrawal PR, Sharma DK, Singh RP. Closure of chronic non healing ankle ulcer with low level laser therapy in a patient presenting with thalassemia intermedia: case report. Indian J Plast Surg. 2014;47(3):432-5. <https://doi.org/10.4103/0970-0358.146642>

40. Hode L, Tunér J. Laser Phototherapy: clinical practice and scientific background [Internet]. Grängesbergs Prima Books Ab; 2014 [cited 2024 Jan 15]. Available from: <https://www.fourleg.com/media/LaserPhototherapy-Hode&Tuner2014small-compressed.pdf>

Contribución de los autores

Concepción y dibujo de la pesquisa: Alexsandra Martins da Silva. **Obtención de datos:** Alexsandra Martins da Silva. **Análisis e interpretación de los datos:** Alexsandra Martins da Silva, Gabriela Machado Silva, Jerusa Celi Martins, Taline Bavaresco, Maria Elena Echevarría-Guanilo. **Ánalisis estadístico:** Alexsandra Martins da Silva. **Obtención de financiación:** Alexsandra Martins da Silva, Maria Elena Echevarría-Guanilo. **Redacción del manuscrito:** Alexsandra Martins da Silva, Gabriela Machado Silva, Jerusa Celi Martins, Taline Bavaresco, Maria Elena Echevarría-Guanilo. **Revisión crítica del manuscrito en cuanto al contenido intelectual importante:** Alexsandra Martins da Silva, Gabriela Machado Silva, Jerusa Celi Martins, Taline Bavaresco, Maria Elena Echevarría-Guanilo. **Otros (Contribución al diseño del estudio – metodología.):** Alexsandra Martins da Silva, Gabriela Machado Silva, Jerusa Celi Martins, Taline Bavaresco, Maria Elena Echevarría-Guanilo. **Otros (Aprobación de la versión final a publicar):** Alexsandra Martins da Silva, Gabriela Machado Silva, Jerusa Celi Martins, Taline Bavaresco, Maria Elena Echevarría-Guanilo.

Todos los autores aprobaron la versión final del texto.

Conflicto de intereses: los autores han declarado que no existe ningún conflicto de intereses.

Recibido: 04.05.2024
Aceptado: 15.10.2024

Editora Asociada:
Maria Lúcia Zanetti

Copyright © 2025 Revista Latino-Americana de Enfermagem
Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY.

Esta licencia permite a otros distribuir, mezclar, ajustar y construir a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre que le sea reconocida la autoría de la creación original. Esta es la licencia más servicial de las ofrecidas. Recomendada para una máxima difusión y utilización de los materiales sujetos a la licencia.