

Láser en cicatrización patológica postquemadura: revisión sistemática y valoración de protocolos existentes

Laser in post-burn pathological healing: systematic review and assessment of existing protocols



Jara R.

Rocía JARA*, Consuelo VALDÉS**
Matías NOVA**, Ricardo ROA***

Resumen

Introducción y objetivo. Una de las complicaciones más frecuentes en grandes quemados es la cicatrización hipertrófica. Son múltiples los tratamientos que se aplican, pero hasta la fecha no hay claridad respecto a la eficacia de uno sobre otro para el manejo de las secuelas de quemaduras.

El objetivo de este trabajo es analizar la evidencia acerca del uso del láser de CO₂ en cicatrices secundarias a quemaduras.

Material y método. Para la búsqueda bibliográfica en LILACS y PubMed utilizamos los términos MESH: *Laser therapy and/or burns or scars* seleccionando metaanálisis, series prospectivas, revisiones sistemáticas y revisiones de ensayos clínicos.

Resultados. Tras agrupar todas las publicaciones de los artículos y eliminar los duplicados, analizamos un total de 24 publicaciones.

Conclusiones. Respecto a la evidencia analizada, el uso de láser CO₂ en cicatrices postquemaduras, parece ser prometedor y seguro, sin embargo, no todos los artículos son de buena calidad y no todos los protocolos de uso de láser son extrapolables a todos los pacientes, por lo que falta evidencia de mejor calidad para concluir respecto a los verdaderos alcances de esta terapia. En relación a los protocolos analizados, estos varían en duración, factores evaluados y cantidad de sesiones realizadas.

Abstract

Background and objective. One of the most frequent complications in major burns is hypertrophic scarring. There are multiple treatments that are applied, but to date, there is no clarity regarding the efficacy of one over the other for the management of burn sequelae.

The objective of this work is to analyze the evidence of laser CO₂ in scars secondary to burns.

Methods. For the search in LILACS and PubMed, the MESH terms used were: *Laser therapy and/or burns or scars*, selecting meta-analysis, prospective series, systematic reviews and reviews of clinical trials.

Results. After grouping all the publications of the articles and eliminating the duplicates, an analysis of a total of 24 publications was carried out.

Conclusions. Regarding the analyzed evidence, the use of CO₂ laser in post-burn scars seems to be promising and safe, however, not all articles are of good quality and not all laser protocols can be extrapolated to all patients, so there is a lack of better quality evidence to conclude regarding the true scope of this therapy.

In relation to the protocols analyzed, these vary in duration, factors evaluated and number of sessions performed.

Palabras clave Laser, Quemaduras, Cicatrices.

Nivel de evidencia científica 5c Terapéutico
Recibido (esta versión) 25 marzo / 2023
Aceptado 5 septiembre / 2023

Key words Laser therapy, Burns, Scars.

Level of evidence 5c Therapeutic
Received (this version) March 25 / 2023
Accepted September 5 / 2023

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún interés financiero relacionado con el contenido de este artículo.
Financiación: No hubo fuentes externas de financiación para este trabajo.

* Cirujano Plástico, Universidad de Chile.

** Médico Residente de Cirugía Plástica, Universidad de Chile.

*** Cirujano Plástico, Hospital del Trabajador.
Servicio de Cirugía Plástica y Quemados, Hospital del Trabajador, Santiago, Chile.

Introducción

La complicación más frecuente en pacientes que sobreviven a grandes quemaduras es la cicatrización hipertrófica, con una tasa que ronda el 30 al 60%.⁽¹⁾ Como consecuencia, estos pacientes presentan síntomas tales como enrojecimiento, dolor, prurito, impotencia funcional, que afectan considerablemente su rehabilitación y calidad de vida.⁽²⁾ El tratamiento habitual para las cicatrices hipertróficas sintomáticas posteriores a una quemadura incluye agentes humectantes, masajes, prendas de compresión, gel o láminas de silicona, inyección intralesional de triamcinolona o 5-fluoracilo y cirugía, siendo algunas de estas terapias dependientes de la adherencia al tratamiento de los pacientes o de difícil acceso además de costosas.⁽³⁾ Hasta la fecha, la evidencia sobre la eficacia en los distintos tratamientos es variable, lo que ha provocado aplicar distintos protocolos de uso sin que ninguno de estos resulte completamente útil y con una respuesta óptima al tratamiento. Esto a su vez produce un aumento del costo y del tiempo empleado en los tratamientos aplicados.

El láser (del inglés *laser*, acrónimo de *light amplification by stimulated emission of radiation* - amplificación de luz mediante la emisión estimulada de radiación) es una luz que tiene como características principales ser monocromática: con una sola longitud de onda de un solo color; colimada: unidireccional, donde cada rayo de luz se considera paralelo a los demás; y coherente: todas las ondas están acopladas en longitud, amplitud y número, estando todas en una misma fase de tiempo y espacio.⁽⁴⁾ Su uso es amplio en el campo de la Medicina, específicamente en Dermatología, donde es útil en el tratamiento de lesiones vasculares, telangiectasias, hemangiomas, depilación o en enfermedades como el acné o foliculitis; también tiene utilidad en enfermedades cardiovasculares y en procedimientos de cardiocirugía.^(4,5)

Existen diversos estudios que señalan una mejoría y regresión de la cicatrización patológica de heridas, incluidas aquellas producidas por quemaduras, con el uso de láser en sus distintos formatos pero sin que esté disponible un uso protocolizado del mismo, por lo que los resultados son dispares y no estadísticamente significativos.⁽⁶⁾ Ha sido probado como tratamiento único y asociado a otros tratamientos, por ejemplo la lipoinyección o la radiofrecuencia.^(7,8)

El láser actúa provocando una termólisis de la dermis profunda de un área determinada, induciendo la remodelación y reorganización del colágeno.⁽⁹⁾ Se sabe que cerca de una temperatura crítica se produce una coagulación rápida y, al mismo tiempo, la energía producida por los tejidos se convierte en calor que por conducción se di-

funde a los tejidos circundantes. Para que un cromóforo específico, ya sea la hemoglobina, la melanina o el agua, sea destruido preservando los tejidos que se encuentran alrededor, se requiere que la duración de pulso del rayo de energía sea más corta o igual que el tiempo de relajación térmica de dicha estructura. El tiempo de relajación térmica es aquel requerido para que el tejido pierda la mitad del calor que adquirió con el impulso del láser.⁽⁴⁾

Actualmente, el uso de láser dermatológico incluye diversos formatos, entre los cuales destacan: el láser Nd:YAG (Neodimio:Itrio-aluminio-granate), el láser CO₂ 10600-nm, el PDL 585-nm (*pulsed dye lasers*), el IPL (*intense pulsed light*) y el LLL 670-nm (*low levellaser*).⁽⁶⁾

Los tejidos se pueden ablacionar superficialmente, para lograr una superficie más lisa, o de forma profunda, para liberar la tensión y estimular la remodelación dérmica. Por ejemplo, la elección de diferentes modalidades de láser CO₂ (superficial, profunda o combinada) y la selección de configuraciones, permiten al médico que lo emplea adaptar el tratamiento a las necesidades individuales de cada paciente.

Están descritas diversas escalas validadas para evaluar la respuesta al tratamiento en cicatrices hipertróficas sintomáticas, de las que las más comúnmente usadas son la VSS (*Vancouver scar scale* - Escala Vancouver de cicatrización), que evalúa flexibilidad, grosor, color y vascularización de las cicatrices⁽¹⁰⁾; y la escala POSAS (*Patient and observer subjective assessment scale* - Evaluación de cicatrices por paciente y observador), que valora desde el punto de vista del clínico y del paciente vascularización, grosor, pigmentación, flexibilidad, dolor y prurito de la cicatriz.⁽¹¹⁾

La revisión de la literatura que llevamos a cabo en el presente trabajo tiene como objetivo analizar los artículos disponibles, tanto en su validez interna como externa, a fin de intentar conocer si en la actualidad existe un protocolo válido de uso de láser en cicatrices hipertróficas postquemadura que muestre con suficientes evidencias su validez sobre los demás.

Material y método

Realizamos una revisión bibliográfica de artículos relevantes publicados en LILACS y PubMed empleando los términos MESH: "*Laser Therapy*" and/or "*Burns*" or "*Scars*" seleccionando metaanálisis, series prospectivas, revisiones sistemáticas y revisiones de estudios clínicos prospectivos. Excluimos artículos donde las cicatrices correspondieran a otras causas, ya que cada tipo de cicatriz tiene consideraciones particulares en su diagnóstico y tratamiento.

Resultados

Encontramos 870 artículos en PubMed y 225 artículos en LILACS con los términos de búsqueda seleccionados, descartando los que incluían cicatrices hipertróficas y otras cicatrices o que se referían a cicatrices por acné o queloides (Fig. 1).

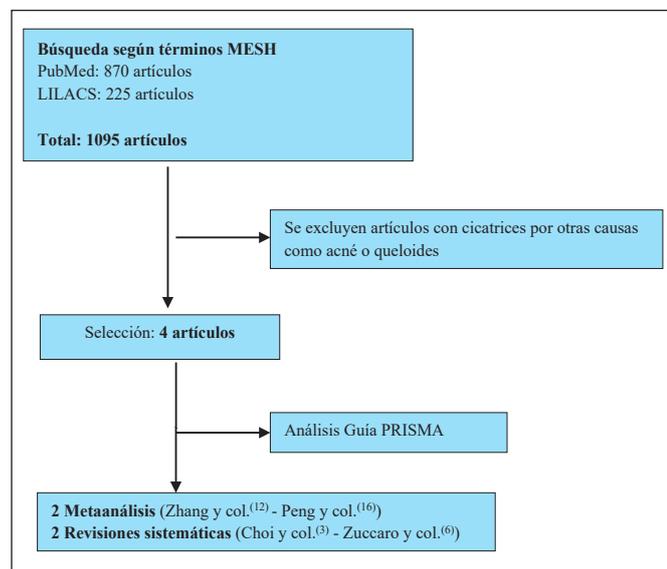


Figura 1. Modelo de revisión y selección de artículos

Seleccionamos finalmente 4 estudios de mejor calidad: 2 metaanálisis y 2 revisiones sistemáticas (Tabla I). Dentro de estos 4 artículos principales se agrupan pu-

blicaciones desde 1998 a la fecha, los cuales fueron analizados de acuerdo a las Guías PRISMA (*Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis*) considerando que todos cumplían con los estándares solicitados.

A su vez, analizamos todos los trabajos incluidos en estos metaanálisis y revisiones sistemáticas con el fin de comparar protocolos de láser aplicado, número de sesiones e intervalos entre estas. Destaca durante el análisis, que el artículo de Choi y col.,⁽³⁾ etiquetado como metaanálisis, corresponde realmente a una revisión sistemática dado que no contiene análisis estadístico para responder a una pregunta como corresponde a un verdadero metaanálisis (Tabla II).

Tras agrupar todas las publicaciones de los artículos y eliminar los duplicados, llevamos a cabo el análisis de un total de 24 publicaciones.

Discusión

Los artículos revisados, publicados desde 2017 a 2021, agrupan publicaciones heterogéneas en los protocolos presentados tanto en el tipo de láser utilizado, como en el tiempo de aplicación, en el periodo de seguimiento y el resultado esperado.

En el metaanálisis de Zhang y col.,⁽¹²⁾ el uso de láser CO₂ mejora significativamente los resultados en relación

Tabla I. Artículos seleccionados según revisión bibliográfica

Artículo	Autor	Revista	Año	Intervención	Cantidad de publicaciones incluidas
Metaanálisis	Peng y col. ⁽¹⁶⁾	<i>Burns</i>	2021	CO ₂ laser	20
Metaanálisis	Zhang y col. ⁽¹²⁾	<i>Journal of Dermatological Treatment</i>	2019	CO ₂ láser	14
Revisión sistemática	Zuccaro y col. ⁽⁶⁾	<i>Clinics of Plastic Surgery</i>	2017	CO ₂ láser, IPL láser, 585-nm PDL, 670 LLL.	15
Revisión sistemática	Choi y col. ⁽³⁾	<i>Burns</i>	2020	CO ₂ laser	12

Tabla II. Artículos analizados de acuerdo a guías PRISMA

Artículo	Autor	Revista	Año	Intervención	Evaluación de calidad de estudios	Evaluación calidad
Metaanálisis	Peng y col. ⁽¹⁶⁾	<i>Burns</i>	2021	CO ₂ laser	6 Cohorte de moderada o alta calidad. 2 RCT (bajo y alto riesgo de sesgo)	Cochrane
Metaanálisis	Zhang y col. ⁽¹²⁾	<i>Journal of Dermatological Treatment</i>	2019	CO ₂ láser	Calidad de los estudios moderada a buena	Ottawa
Revisión sistemática	Zuccaro y col. ⁽⁶⁾	<i>Clinics of Plastic Surgery</i>	2017	CO ₂ láser, IPL láser, 585-nm PDL, 670 LLL.	11/12 Alto riesgo de sesgo - Baja o incierta calidad	ROBINS - STROBE Análisis cualitativo
Revisión sistemática	Choi y col. ⁽³⁾	<i>Burns</i>	2020	CO ₂ Láser	No reportado	?

a la pigmentación, maleabilidad, vascularización y altura de la cicatriz, así como los síntomas asociados a cicatrices postquemaduras evaluadas con las escalas VSS y POSAS, tales como dolor y prurito. El número de sesiones varía significativamente entre los 14 estudios analizados, siendo desde 3 a 10 sesiones, al igual que el intervalo de las sesiones que varía de 4 a 12 semanas. El seguimiento en los estudios revisados es de 4 semanas a 8 meses.

Choi y col.⁽³⁾ incluyen en su revisión 15 estudios y todos encontraron una mejora estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en las puntuaciones generales y de los componentes VSS de pigmentación, vascularización, flexibilidad y altura al comparar los grupos de tratamiento y control, excepto Zadkowski y col.⁽¹³⁾ que no encontraron mejoría significativa en el componente de vascularización antes y después del tratamiento ($p > 0.05$). La escala POSAS tiene una mejora estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en las puntuaciones generales y de componentes de vascularización, pigmentación, espesor, alivio, flexibilidad, dolor y prurito al comparar pacientes antes y después del tratamiento y comparando tratamiento frente a control, excepto 2 estudios: el de Poetschke y col.⁽¹⁴⁾ que no encuentra una mejora estadísticamente significativa ($p > 0.05$) en todas las puntuaciones de los componentes individuales de la escala POSAS del paciente al comparar el tratamiento con el control, y el de Miletta y col.⁽¹⁵⁾ que no encontró significación estadística (p no informado) en los componentes de dolor y picazón de la escala POSAS. También destaca la heterogeneidad en la duración del tratamiento, número de sesiones y seguimiento.

El estudio de Peng y col.⁽¹⁶⁾ incluye 20 artículos. Los resultados sugirieron que la terapia con láser de CO₂ fraccionado mejoraron significativamente la puntuación de la escala VSS ($p < 0.001$), la escala POSAS del paciente ($p = 0.001$) y del observador ($p < 0.001$). El láser de CO₂ fraccionado redujo significativamente el grosor de la cicatriz medido con ultrasonografía ($p < 0.001$). Solo la medida del cutómetro R2 (elasticidad de la cicatriz) ($p = 0.023$) mejoró significativamente con la terapia con láser, pero las medidas del cutómetro R0 (firmeza de la cicatriz) no lo hicieron. Los efectos secundarios y las complicaciones inducidas por el láser CO₂ fraccionado fueron leves y tolerables. También varió entre los estudios el número de sesiones, intervalos y seguimiento.

De acuerdo al estudio de Zuccaro y col.⁽⁶⁾ no es posible sacar conclusiones con estudios de baja calidad y riesgo indeterminado de sesgo.

Según los estándares y criterios PRISMA pocos estudios destacaron los sesgos contenidos en ellos, por lo que su validez disminuye al momento del análisis.

De toda la evidencia analizada en nuestra revisión, deducimos que el uso de láser CO₂ en cicatrices postquemaduras parece ser prometedor y seguro, sin embargo, no todos los artículos analizados son de buena calidad, no todos los protocolos láser encontrados son extrapolables a todos los pacientes ya que tenemos que considerar etnia, fenotipo de piel o comorbilidades, y varían en duración, factores evaluados, cantidad de sesiones, etc. Por lo tanto, falta evidencia de mejor calidad para concluir definitivamente respecto a los verdaderos alcances de esta terapia.

Dada esta heterogeneidad surge la interrogante ¿qué protocolo de láser CO₂ (número de sesiones, intervalos y parámetros de la máquina) mejora significativamente los resultados a largo plazo en pacientes con cicatrices postquemaduras?, interrogante que en nuestra opinión, y tras la revisión de la literatura realizada, no obtiene respuesta.

Conclusiones

Tras la revisión sistemática de la literatura llevada a cabo sobre uso de láser CO₂ en el tratamiento de las cicatrices patológicas producidas por quemaduras, podemos concluir que si bien esta tecnología ha demostrado ser eficaz en este tipo de lesiones, la gran variedad de protocolos disponibles y el hecho de que en su mayoría no son extrapolables a las diferentes etnias y características particulares de los pacientes, hace que, hoy por hoy, no exista evidencia de alta calidad para disponer o recomendar un solo protocolo de láser CO₂ y que se necesiten más estudios comparativos que puedan en un futuro facilitar el desarrollo de protocolos terapéuticos que ayuden en su aplicación.

Mientras tanto, consideramos que sigue siendo necesaria una aplicación personalizada de esta terapia ajustada al tipo de lesión, características del paciente y posibilidades técnicas de cada centro.

Dirección del autor

Dra. Rocío Jara Contreras
Servicio de Cirugía Plástica y Quemados
Hospital del Trabajador
Providencia, Santiago, Chile
Correo electrónico: r.jaracontreras@gmail.com

Bibliografía

1. Bombaro KM, Engrav LH, Carrougheer GJ, Wiechman SA, Faucher L, Costa BA, et al. What is the prevalence of hypertrophic scarring following burns? *Burns*. 2003;29(4):299-302.
2. Finnerty CC, Jeschke MG, Branski LK, Barret JP, Dziewulski P, Herndon DN. Hypertrophic scarring: the greatest unmet challenge after burn injury. *Lancet*. 2016;388(10052):1427-1436.
3. Choi KJ, Williams EA, Pham CH, Collier ZJ, Dang J, Yenikomshian HA, et al. Fractional CO₂ laser treatment for burn scar improvement: A systematic review and meta-analysis. *Burns*. 2021;47(2):259-269.
4. Arredondo MI, Vásquez LA, Arroyave JE, Molina V, Del Río DY, Herrera J. Láser en dermatología. *Rev Asoc Colombiana de Dermatol y Cir Dermatol*. 2014;22(2):111-125.
5. Karvandi M. Review of Laser Therapy in Cardiovascular Diseases. *J Lasers Med Sci*. 2021;26,12:e52.
6. Zuccaro J, Ziolkowski N, Fish J. A Systematic Review of the Effectiveness of Laser Therapy for Hypertrophic Burn Scars. *Clin Plast Surg*. 2017;44(4):767-779.
7. Onur Erol O, Agaoglu G, Jawad MA. Combined Non-Ablative Laser and Microfat Grafting for Burn Scar Treatment. *Aesthet Surg J*. 2019;39(4):NP55-67.
8. Khedr MM, Mahmoud WH, Sallam FA, Elmelegy N. Comparison of Nd:YAG Laser and Combined Intense Pulsed Light and Radiofrequency in the Treatment of Hypertrophic Scars: A Prospective Clinico-Histopathological Study. *Ann Plast Surg*. 2020;84(5):518-524.
9. Issler-Fisher AC, Waibel JS, Donelan MB. Laser Modulation of Hypertrophic Scars. *Clin in Plast Surg*. 2017;44:757-766.
10. Sullivan T, Smith J, Kermod J, McIver E, Courtemanche DJ. Rating the Burn Scar. *J. of Burn Care & Rehabilitation*. 1990;11:256-260.
11. Draaijers LJ, Tempelman FRH, Botman YAM, Tuinebreijer WE, Middelkoop E, Kreis RW, et al. The patient and observer scar assessment scale: a reliable and feasible tool for scar evaluation. *Plast Reconstr Surg*. 2004;113(7):1960-1965; discussion 1966-1967.
12. Cong Zhang, Kai Yin & Yu-ming Shen. Efficacy of fractional carbon dioxide laser therapy for burn scars: a meta-analysis. *J. of Dermatol. Treat*. 2021;32(7):845-850.
13. Żądkowski T, Nachulewicz P, Mazgaj M, Woźniak M, Cielecki C, Wiczorek AP, Beń Skowronek I. A new CO₂ laser technique for the treatment of pediatric hypertrophic burn scars: An observational study. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(42):e5168.
14. Poetschke J, Dornseifer U, Clementoni MT, Reinholz M, Schwaiger H, Steckmeier S, Ruzicka T, Gauglitz GG. Ultrapulsed fractional ablative carbon dioxide laser treatment of hypertrophic burn scars: evaluation of an in-patient controlled, standardized treatment approach. *Lasers Med Sci*. 2017;32(5):1031-1040.
15. Miletta N, Siwy K, Hivnor C, Clark J, Shofner J, Zurakowski D, Anderson RR, Lee K, Donelan M. Fractional Ablative Laser Therapy is an Effective Treatment for Hypertrophic Burn Scars: A Prospective Study of Objective and Subjective Outcomes. *Ann Surg*. 2021;274(6):e574-e580.
16. Peng W, Zhang X, Kong X, Shi K. The efficacy and safety of fractional CO₂ laser therapy in the treatment of burn scars: A meta-analysis. *Burns*. 2021;47(7):1469-1477.

