

Simón Monterde, Laura¹; Martínez Ramos, David¹;
Losilla Pallarés, Dolors¹; Alcobilla Ferrara, Eduardo²

¹Clínica Martínez y Simón. Castellón, España.

²Universidad Jaume I. Castellón, España.

<https://www.seme.org/revista/autores/laura-simon-monterde>

Recepción: 06/02/24. Revisión: 12/03/24. Aceptación: 02/04/2024. Publicación: 12/04/2024



Dra. Laura Simón Monterde

Utilidad y seguridad de la terapia con LED de baja densidad de potencia después de cirugía cutánea menor. Estudio prospectivo, controlado y aleatorizado

Utility and Safety of Low Power Density LED Therapy after Minor Skin Surgery: A Prospective, Randomized, Controlled Study

RESUMEN

Introducción. El objetivo es analizar la utilidad, eficacia y seguridad de la terapia con LED (*Light emitting diode*) de baja densidad de potencia, aplicado al tratamiento de cicatrices cutáneas postcirugía para mejorar los resultados estéticos, teniendo en cuenta su efecto fotobiomolecular que actúa sobre la cicatrización, la inflamación y el dolor.

Materiales y método. Estudio controlado, aleatorizado y prospectivo de 60 pacientes. Los pacientes fueron asignados al azar a dos grupos: A y B (según recibieran o no tratamiento con LED después de la cirugía, respectivamente). Los pacientes del grupo A recibieron LED en los días 1, 7, 14, 21 y 28; a los pacientes del grupo B no se les administró LED. En el día 60 se evaluó la satisfacción de los pacientes y del observador mediante un cuestionario POSAS. Para el tratamiento LED se utilizó una plataforma de 2.000 LED, con las siguientes dosimetrías: luz roja con longitud de onda de 633 ± 10 nm, irradiancia de 80 mW/cm^2 y fluencia de 58 J/cm^2 .

Resultados. De los 60 pacientes, 5 no completaron el período de seguimiento. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes del grupo A (con tratamiento LED) y los del grupo B (sin tratamiento LED) en cuanto a edad, sexo, tabaquismo, longitud de la incisión, tipo de lesión, ubicación, tipo de sutura o satisfacción expresada en el cuestionario POSAS.

Conclusiones. La aplicación de LED es un procedimiento seguro para las cicatrices después de cirugía cutánea menor. Nuestro estudio no pudo demostrar diferencias significativas en los resultados estéticos después de la aplicación de LED en cirugía cutánea menor, que consideramos solo aplicables a la dosis y protocolo descritos. Se requiere más investigación sobre LED para cicatrices cutáneas después de cirugía menor.

Palabras clave. LED. Baja densidad de potencia. LLLT. Fotobiomodulación. Cirugía menor. Cicatrización.

ABSTRACT

Introduction. The aim of this study is to analyze the effectiveness, safety, and usefulness of low power density LED (*Light emitting diode*) therapy in treating post-surgery skin scars to improve aesthetic results. The study considers the photobiomodulation effect of LED therapy on scarring, inflammation, and pain.

Materials and Method. This is a prospective, randomized, controlled study of 60 patients. Patients were randomly assigned to two groups: Group A and Group B. Group A received LED treatment after surgery on days 1, 7, 14, 21, and 28, while Group B did not receive LED treatment. Patient and observer satisfaction were evaluated on day 60 using a POSAS questionnaire. The LED treatment employed a 2000-LED platform with the following dosimetry: red light with a wavelength of 633 ± 10 nm, irradiance of 80 mW/cm^2 , and fluence of 58 J/cm^2 .

Results. Out of the 60 patients, 5 did not complete the follow-up period. There were no statistically significant differences observed between patients in group A (with LED treatment) and group B (without LED treatment) in terms of age, sex, smoking, incision length, lesion type, location, suture type or satisfaction expressed in the POSAS questionnaire.

Conclusions. Our study found that LED application is a safe procedure for scars after minor skin surgery. However, we could not demonstrate significant differences in aesthetic outcomes after LED application for minor skin surgery, which we consider only applicable to the dose and protocol described. Further research is needed on LED for skin scars after minor surgery.

Keywords. LED. Low power density. LLLT. Photobiomodulation. Minor surgery. Healing.

INTRODUCCIÓN

La satisfacción del paciente es una consideración importante para cualquier práctica médica, pero el paciente es especialmente crítico cuando se trata de cirugía cutánea, ya que los resultados estéticos afectan directamente su percepción sobre el procedimiento. Entre los factores que contribuyen a la satisfacción del paciente después de la cirugía, la apariencia de la cicatriz es uno de los más relevantes; aún más cuando se tratan lesiones cutáneas benignas [1,2].

Una de las herramientas más utilizadas para valorar los resultados de las cicatrices postquirúrgicas es la Escala de Evaluación de Cicatrices del Paciente y el Observador (*Patient and Observer Scar Assessment Scale, POSAS*) [3]. Esta escala mide la calidad de la cicatriz, desde la perspectiva del paciente y la del clínico, en cualquiera de sus tipos y puede utilizarse tanto en entornos clínicos como de investigación.

La terapia con láser o LED de baja potencia (*Low-level laser (light) therapy, LLLT*) se ha utilizado por su efecto fotobio-modulador para promover la regeneración de tejidos y como coadyuvante en el cuidado de heridas y cicatrización [4-6]. Se ha informado de su utilidad en úlceras de pie diabético, úlceras por presión [7] y úlceras venosas [8], así como en cicatrices hipertróficas tras quemaduras [9,10]. La LLLT puede potenciar la reparación tisular, reducir el dolor y la inflamación, prevenir y promover la regeneración del daño tisular. Sin embargo, hasta donde llega el conocimiento de los autores, no hay estudios que analicen el efecto de LED después de una cirugía cutánea menor.

El objetivo de este estudio es analizar la utilidad, eficacia y seguridad de la aplicación de LED a cicatrices cutáneas secundarias a la práctica de cirugía menor, para mejorar los resultados estéticos mediante la evaluación del paciente y el observador utilizando la escala POSAS.

MATERIALES Y MÉTODO

Se realizó un estudio controlado, aleatorizado y prospectivo sobre la utilidad de la aplicación de LED en cicatrices de cirugía cutánea menor, tras obtener el correspondiente consentimiento informado por cada paciente intervenido. Se analizaron los resultados estéticos percibidos, tanto por el paciente como por el observador, y los efectos secundarios para determinar la seguridad del tratamiento.

Protocolo del estudio

Los 60 pacientes fueron incluidos de manera secuencial en el estudio al asistir a la clínica, asignándose aleatoriamente a dos grupos, A y B, que recibieron o no LED después de la

cirugía, respectivamente. La aleatorización se llevó a cabo mediante una secuencia de 30 números pseudoaleatorios. Los pacientes fueron asignados a uno de los grupos, justo antes de la cirugía, mediante un sobre cerrado. El cirujano no sabía a qué grupo se asignaba el paciente una vez finalizado el procedimiento (ciego simple).

Los pacientes del grupo A recibieron LED los días 1, 7, 14, 21 y 28 tras la cirugía. Los pacientes del grupo B no recibieron ningún tratamiento LED. A los 60 días después de la cirugía, se encuestó la satisfacción de todos los pacientes con la apariencia de la cicatriz. Se utilizó el mismo cuestionario POSAS, tanto para el paciente como para el observador [11]. El observador no sabía si el paciente había recibido LED o no, ya que el cuestionario POSAS se completó de manera doble ciego.

De los 60 pacientes, 5 no completaron el estudio, 3 en el grupo A y 2 en el grupo B; siendo el número final de pacientes incluidos de 27 en el grupo A y 28 en el grupo B. Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión.

- Pacientes mayores de 18 años y/o mayores de 16 años si estaban acompañados por su tutor legal.
- Se incluyeron lesiones cutáneas benignas, tales que lipomas, quistes epidérmicos, nevus y lesiones similares.
- El tamaño de la lesión tratada quirúrgicamente no debía exceder de 5 cm.
- El paciente debía estar dispuesto a completar el seguimiento.

Como criterios de exclusión se consideraron los que siguen:

- Enfermedades autoinmunitarias.
- Pacientes menores de 16 años.
- Discapacidad física o mental que impidiera recibir tratamientos.
- Embarazo o lactancia.
- Complicaciones después del procedimiento quirúrgico, como hematoma, seroma o infección.

Procedimiento quirúrgico

Todos los procedimientos quirúrgicos se llevaron a cabo bajo anestesia local en la Clínica Martínez-Simón (Castellón, España) por el mismo equipo quirúrgico. La cirugía se realizó siempre los lunes o miércoles por la tarde.

Las áreas de tratamiento se desinfectaron con clorhexidina antes de aplicar anestesia local inyectada, hidrocloreuro de articaína 40 mg/ml, y epinefrina 5 mcg/ml (Ultracain®, Normon, Madrid). Las incisiones quirúrgicas se realizaron con un bisturí número 15 y la exéresis de la lesión se llevó

a cabo sin usar bisturí eléctrico para evitar el efecto térmico en los tejidos. El tipo de cierre de la herida se decidió en función de la lesión, su profundidad y ubicación. El tejido celular subcutáneo se cerró con suturas interrumpidas de ácido poliglicólico trenzado 3/0 (Vicryl®) y se realizaron suturas intradérmicas con poligluconato monofilamento reabsorbible 4/0 (Maxon®); se utilizaron suturas de seda trenzada 4/0-6/0 interrumpidas en la piel cuando fue necesario.

No se utilizó ningún dispositivo de enfriamiento epidérmico ni compresas de hielo durante o después del tratamiento. No se administraron antibióticos profilácticos a ningún paciente. El cuidado postoperatorio consistió en limpiar la herida con agua y jabón, secándola con un secador de pelo. No se utilizaron parches reductores de cicatrices. Las suturas externas se retiraron 7 días después. Se obtuvieron imágenes clínicas de las lesiones cutáneas y las cicatrices postoperatorias en cada paciente para realizar comparaciones.

Tratamiento con LED

Se utilizó una plataforma de 2.000 LED (LLLT Led Medical Platform, Skymedic®, Terrassa, Barcelona). El protocolo de tratamiento se determinó según las recomendaciones del fabricante de la siguiente manera: 500 luces rojas con longitud de onda de 633 ± 10 nm, irradiancia de 80 mW/cm^2 , fluencia de 58 J/cm^2 . El tratamiento se inició inmediatamente después de la cirugía y se llevó a cabo semanalmente durante 4 semanas consecutivas. El tiempo de tratamiento fue de 12 minutos en cada sesión.

Evaluación de la satisfacción del paciente y del observador

Los resultados estéticos después de la cirugía se evaluaron mediante la escala POSAS, tanto por el observador como por el paciente. La escala POSAS del observador incluye vascularización, pigmentación, grosor, relieve y maleabilidad de la cicatriz; mientras que la del paciente incluye

		Grupo A (LED)	Grupo B (no LED)	p valor
Edad en años (media y rango)		47 (17-71)	43 (19-80)	p* = 0,82
Tamaño de la incisión en mm (media y rango)		11,04 (3-25)	12,89 (3-50)	p** = 0,90
Tamaño final del espécimen en mm (media y rango)		9,9 (3-25)	12,3 (4-39)	p** = 0,28
Sexo	Varón	15 (56%)	9 (32%)	p*** = 0,13
	Mujer	12 (44%)	19 (68%)	
Fumador/a	No	24 (89%)	25 (89%)	p**** = 1
	Sí	3 (11%)	3 (11%)	
Tipo de lesión	Quiste	12 (44%)	8 (29%)	p**** = 0,24
	Lipoma	0 (0%)	2 (7%)	
	Otras lesiones benignas	12 (44%)	14 (50%)	
	Lesión maligna	1 (4%)	3 (11%)	
	Cuerpo extraño	0 (0%)	1 (4%)	
	Otras	2 (7%)	0 (0%)	
Localización de la lesión	Cuero cabelludo	0 (0%)	4 (14%)	p**** = 0,09
	Cara	14 (52%)	8 (28%)	
	Cuello	0 (0%)	1 (3%)	
	Tronco	7 (25%)	6 (21%)	
	Espalda	1 (4%)	5 (17%)	
	Extremidades superiores	1 (4%)	2 (7%)	
	Extremidades inferiores	4 (15%)	2 (7%)	
Sutura 1	Cauterío	1 (4%)	4 (14%)	p**** = 0,58
	Monofilamento	16 (59%)	16 (57%)	
	Trenzado	10 (37%)	8 (29%)	
Sutura 2	Cauterío	1 (4%)	4 (14%)	p**** = 0,43
	Intradérmica	8 (30%)	5 (18%)	
	Puntos simples	18 (66%)	19 (68%)	
Complicaciones		0 (0%)	0 (0%)	

Tabla I. Características de la muestra. Se muestran los pacientes adscritos a cada grupo, A o B, mostrando que los valores de p no adquieren significación estadística independientemente del tipo de prueba. *Calculado mediante T-test; **Calculado mediante U Mann-Witney-Wilcoxon test; ***Calculado mediante Chi-cuadrado; ****Calculado mediante Fisher test.

dolor, picazón, color, rigidez, grosor e irregularidad. A efectos prácticos se utilizó una adaptación transcultural en español del cuestionario POSAS.

Análisis estadístico

Se utilizó el paquete estadístico R versión 4.0.5 para calcular todos los datos (*Shake and Throw*© 2021, *The R Foundation for Statistical Computing Platform*): i386-w64-mingw32/i386 (32-bit).

La hipótesis nula se definió de la siguiente manera: “La terapia con LED de baja potencia a una longitud de onda de 633±10 nm, irradiancia de 80 mW/cm², 12 minutos por sesión semanal durante 5 semanas es ineficaz en la cicatrización de heridas después de cirugía cutánea menor”.

Para las variables cuantitativas (edad, tamaño de la lesión y de la incisión), se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para analizar la distribución normal de las muestras (todas ellas menores en 50 sujetos). La prueba F de Snedecor se utilizó para analizar la homocedasticidad. Se utilizó la prueba t de Student para comparar ambos grupos si se confirmaba la distribución normal y la homocedasticidad; caso contrario, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney-Wilcoxon. Las variables categóricas se compararon utili-

zando la prueba chi-cuadrado (X²) de Pearson si algún valor era n < 5, con valor p simulado (basado en 2.000 réplicas).

En este estudio, al considerar múltiples hipótesis nulas (un total de 14), se utilizó la corrección de Bonferroni del valor p (valor p corregido = valor p estándar / número de hipótesis nulas) para establecer el nivel de significancia en 0,05 / 14 ≈ 0,004.

RESULTADOS

Completaron el estudio 55 pacientes, cuyas características se muestran en la Tabla I. Al comparar los grupos A y B no se observaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a edad, sexo, tamaño, hábito de fumar, tipo de lesión, ubicación o tipo de sutura. Además, no se observaron complicaciones en ningún grupo. Como consecuencia, puede asumirse que ambos grupos son comparables en todas estas variables.

Una vez confirmado que ambos grupos eran comparables, se procedió al análisis. Los resultados de las puntuaciones en la escala POSAS de cada pregunta se presentan en la Tabla II. No se observaron diferencias entre ambos grupos en ningún ítem del cuestionario. Tanto los pacientes como

		MEDIA		MEDIANA		MÍNIMO		MÁXIMO		p*
		Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B	Grupo A	Grupo B	
Opinión del paciente	POPS	9,6	9,6	8	8,5	6	6	23	22	0,67
	PPOO	1,9	1,9	2	2	1	1	4	5	0,82
	PPP	1	1,2	1	1	1	1	1	5	0,24
	PPI	1,5	1,6	1	1	1	1	5	2	0,72
	PPC	2,6	2,6	2	2	1	1	6	6	0,83
	PPS	1,4	1,6	1	1	1	1	6	6	0,62
	PPT	1,6	1,4	1	1	1	1	5	5	0,28
	PPIR	1,4	1,2	1	1	1	1	3	3	0,29
Opinión del observador	POOS	9,7	9,7	9	9	6	6	16	17	0,98
	POOO	2,1	2	2	2	1	1	4	4	0,73
	POV	2,6	2,9	2	3	1	1	5	5	0,18
	POP	1,3	1,5	1	1	1	1	4	4	0,65
	POT	1,6	1,3	1	1	1	1	5	4	0,24
	POS	1,4	1,2	1	1	1	1	4	2	0,39

Tabla II. Resultados de las valoraciones realizadas por los pacientes y el observador según la escala POSAS. Puede observarse que el valor de p no es estadísticamente significativo. *Calculada mediante la prueba U de Mann-Whitney-Wilcoxon para medidas no paramétricas. POPS: POSAS overall patient score. PPOO = POSAS patient overall opinion. PPP = POSAS patient pain. PPI = POSAS patient itching. PPC = POSAS patient color. PPS = POSAS patient stiff. PPT = POSAS patient thickness. PPIR = POSAS patient irregularity. POOS = POSAS observer overall score. POOO = POSAS observer overall opinion. POV = POSAS observer vascularity. POP = POSAS observer pigmentation. POT = POSAS observer thickness. POS = POSAS observer surface.

el observador consideraron, en su mayoría, que los resultados estéticos eran igualmente buenos para cualquier tipo de cirugía. A tal efecto, se presentan las imágenes clínicas de 4 pacientes, 2 del grupo A y 2 del B, incluyendo la puntuación POSAS de cada caso (Figuras 1-4). La aplicación de LED no tuvo efecto secundario alguno, tras ser aplicada siguiendo el protocolo recomendado por el fabricante.

DISCUSIÓN

La aplicación de LED/LLLT ha demostrado proporcionar beneficios en la cicatrización de diversas heridas, observándose que puede disminuir el tiempo de curación, prevenir riesgos de cicatrización, con menor inflamación, eritema y dolor postoperatorio. Estos efectos beneficiosos se han atribuido a una acción de fotobiomodulación sobre el tejido [2,12]. El LED produce una acción directa sobre el

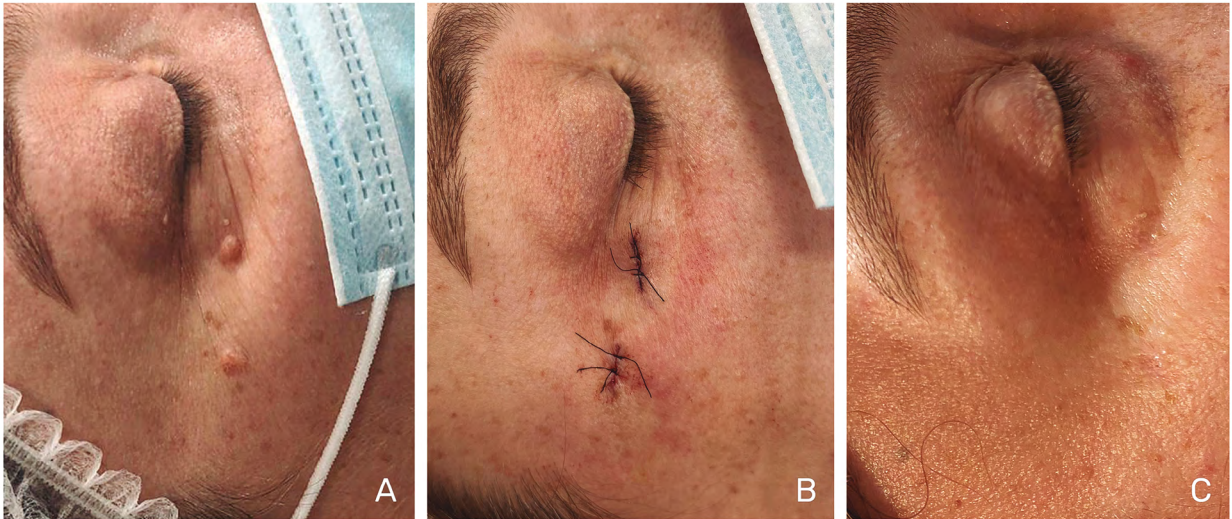


Figura 1. Resultados en el paciente 5, grupo A (LLLT). Mujer no fumadora de 48 años que 2 pequeños nevos melanocíticos en región orbitaria ínfero-externa. Tras evaluar la cicatriz cutánea mediante POSAS, 8 semanas después de la cirugía, las puntuaciones medias del paciente y del observador fueron de 1. A) Preoperatorio. B) Inmediatamente después de la cirugía. C) 8 semanas después de la cirugía.



Figura 2. Resultados en el paciente 15. Grupo A (LLLT). Hombre no fumador, de 59 años, resección de un quiste sinovial en la rodilla derecha. Las puntuaciones (POSAS) medias del paciente y del observador fueron de 1. A) Preoperatorio. B) Inmediatamente después de la cirugía. C) 8 semanas después de la cirugía.



Figura 3. Resultados en la paciente 32. Grupo B (sin LLLT). Mujer no fumadora, 72 años, resección de una verruga en el labio inferior. Las puntuaciones (POSAS) medias del observador y de la paciente fueron de 2. A) Preoperatorio. B) Inmediatamente después de la cirugía. C) 8 semanas después de la cirugía.

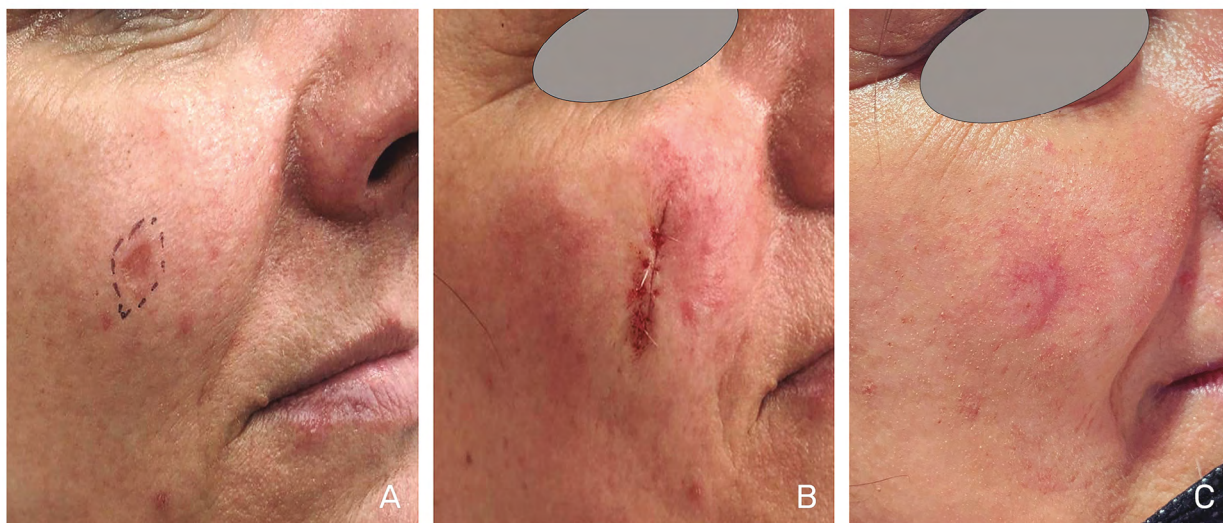


Figura 4. Resultados en la paciente 39. Grupo B (sin LLLT). Mujer no fumadora, 50 años, resección de un carcinoma de células basales en mejilla derecha. Las puntuaciones (POSAS) medias del observador y de la paciente fueron de 4. A) Preoperatorio. B) Inmediatamente después de la cirugía. C) 8 semanas después de la cirugía.

fibroblasto, responsable de la síntesis de material extracelular en la segunda fase de reparación y de remodelar las heridas en la tercera y última fase, estimulando su metabolismo y función de síntesis de proteínas, movilidad y diferenciación celular. También, se ha involucrado en la síntesis de colágeno, el aumento de la contracción de la herida, la reducción del tiempo de curación y del tamaño de la lesión [5,12-16].

Glass, en 2021, revisó las aplicaciones clínicas de la LLLT y concluyó que hay evidencia que respalda el papel de la LLLT como un método seguro y efectivo para el rejuvenecimiento de la piel, el tratamiento del acné vulgar y la alopecia, y la remodelación corporal [4].

En cuanto a la cicatrización de heridas, Taradaj *et al* realizaron un ensayo controlado internacional y demostraron que la curación efectiva de úlceras por presión

está relacionada con la irradiación láser a una longitud de onda de 658 nm, mientras que la terapia láser a longitudes de onda de 940 y 808 nm no afectó significativamente a los procesos de reparación [7]. En nuestro estudio, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, utilizamos una longitud de onda de 633 ± 10 nm, que podría ser comparable a la empleada por Taradaj *et al.* En 2018, Illescas-Montes *et al.* iniciaron una revisión Cochrane sobre la LLLT para el tratamiento de úlceras venosas en las piernas [17]. Sin embargo, este estudio fue retirado durante 2021 y los resultados no se llegaron a publicar [18]. Otra revisión sistemática tampoco encontró evidencia de beneficios asociados con la LLLT en la cicatrización de úlceras venosas en las piernas [18]. Como se puede ver, los resultados de la LLLT son inconsistentes en la literatura científica.

Hasta donde sabemos, no hay estudios que analicen el uso de LED en la cicatrización cutánea después de practicar cirugía cutánea menor. Según nuestros resultados, podemos afirmar que la aplicación de LED es un procedimiento seguro con la dosimetría utilizada en este estudio, ya que no se observaron complicaciones en ningún paciente; aunque tampoco se observaron diferencias en los resultados estéticos tras la aplicación de LED en el grupo A en contraste con el B.

Se definió una fluencia baja y segura (58 J/cm^2), que es la recomendación del fabricante. Sin embargo, esta fluencia podría haber sido mayor. Por ejemplo, Jagdeo *et al.* evaluaron la seguridad de la terapia láser con alta fluencia (por encima de 160 J/cm^2) en dos ensayos controlados y concluyeron que la LLLT es segura hasta 320 J/cm^2 para la piel de color y 480 J/cm^2 para individuos caucásicos no hispanos [16].

En cuanto a la falta de diferencias observadas entre los grupos A y B, se deben tener en cuenta algunas consideraciones. La primera es que la escala POSAS mide la calidad de la cicatriz en todo tipo de cicatrices mediante la evaluación de las características visuales, táctiles y sensoriales desde la perspectiva del observador y los pacientes. Es destacable que no se observaron diferencias significativas entre el grupo A y el B; una explicación podría ser que esta escala no es apropiada para evaluar este tipo de cicatrices cutáneas. Es posible que otro tipo de escala podría encontrar tales diferencias, aunque esto es especulativo.

La segunda se refiere al protocolo del estudio, ya que hay una falta de consenso sobre los parámetros de tratamiento estandarizados, como longitudes de onda, dosis y resultados terapéuticos en los estudios revisados. Esto impide la comparación directa y la recomendación de protocolos clínicos. Por ejemplo, se ha señalado que la terapia LED

debe administrarse inmediatamente después del procedimiento quirúrgico y diariamente o a días alternos en las próximas semanas [6,13,19,20]. Sin embargo, en nuestra experiencia, este protocolo podría no ser adecuado para cicatrices cutáneas menores porque no se garantizaba la adherencia del paciente. Por ello se decidió realizar una aplicación semanal de LED, lo que podría derivar en menor eficacia.

La tercera, se refiere a elegir un período de seguimiento de 2 meses porque asumimos que sería fácilmente cumplido por los pacientes. Sin embargo, la cicatrización de la piel es un proceso más largo, que puede durar incluso 1 año [1]. Es posible que se puedan observar diferencias después de un seguimiento más prolongado.

La cuarta, se confunde fácilmente LLLT con LED, cuando la baja potencia proviene de un láser, la fluencia a emplear es notablemente baja, del orden de 2 a 6 J/cm^2 , siguiendo las recomendaciones de la SAEF (*Spatial Average Energy Fluence*), aunque hay autores que la emplean en un rango mayor [21,22]. No obstante, hay autores que no comparten que los LED a baja potencia alcancen fluencias como las empleadas en el estudio, aunque pueden ser mayores que las empleadas en aparatos LLLT [23].

Finalmente, se sabe que los resultados estéticos de las cicatrices dependen significativamente de las regiones anatómicas. En este estudio, se trataron cicatrices asentadas preferentemente en la cara y el tronco. Sin embargo, aunque el número total de pacientes fue de 55, por cada región anatómica el número de cicatrices tratadas fue más bajo; lo que supone una limitación. También cuentan otras variables como el sexo, el tamaño o el tipo de sutura. En la medida que sea posible aumentar el número de pacientes en cada subgrupo, se podrían encontrar diferencias significativas.

CONCLUSIONES

El empleo de LED es un procedimiento seguro para las cicatrices después de realizar una cirugía cutánea menor. Sin embargo, nuestro estudio no pudo demostrar diferencias significativas en cuanto a resultados estéticos se refiere después de la aplicación del protocolo y dosimetrías descritas, lo que está en relación con las consideraciones antes mencionadas.

Consideramos que la aplicación de LED para las cicatrices cutáneas secundarias a cirugía menor, siendo un campo de reciente aplicación, requiere de nuevas investigaciones clínicas, definiendo bien los ajustes dosimétricos, contando con mayor número de pacientes y períodos de seguimiento más largos.

BIBLIOGRAFÍA

- (1). Reinke JM, Sorg H. Wound repair and regeneration. *Eur Surg Res.* 2012;49(1):35-43. <https://doi.org/10.1159/000339613>
- (2). Perry DM, McGrouther DA, Bayat A. Current tools for noninvasive objective assessment of skin scars. *Plast Reconstr Surg.* 2010 Sep;126(3):912-923. <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e3181e6046b>
- (3). van de Kar AL, Corion LU, Smeulders MJ, Draaijers LJ, van der Horst CM, van Zuijlen PP. Reliable and feasible evaluation of linear scars by the Patient and Observer Scar Assessment Scale. *Plast Reconstr Surg.* 2005 Aug;116(2):514-22. <https://doi.org/10.1097/01.prs.0000172982.43599.d6>
- (4). Glass GE. Photobiomodulation: The Clinical Applications of Low-Level Light Therapy. *Aesthet Surg J.* 2021 May 18;41(6):723-738. Erratum in: *Aesthet Surg J.* 2022 Apr 12;42(5):566. <https://doi.org/10.1093/asj/sjab025>
- (5). Arjmand B, Khodadost M, Jahani Sherafat S, Rezaei Tavirani M, Ahmadi N, Hamzeloo Moghadam M, Okhovatian F, Rezaei Tavirani S, Rostami-Nejad M. Low-Level Laser Therapy: Potential and Complications. *J Lasers Med Sci.* 2021 Aug 4;12:e42. <https://doi.org/10.34172/jlms.2021.42>
- (6). Kurtti A, Nguyen JK, Weedon J, Mamalis A, Lai Y, Masub N, Geisler A, Siegel DM, Jagdeo JR. Light emitting diode-red light for reduction of post-surgical scarring: Results from a dose-ranging, split-face, randomized controlled trial. *J Biophotonics.* 2021 Jul;14(7):e202100073. <https://doi.org/10.1002/jbio.202100073>
- (7). Taradaj J, Shay B, Dymarek R, Sopel M, Walewicz K, Beeckman D, Schoonhoven L, Gefen A, Rosińczuk J. 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 Jul 13;15(11):1105-1112. <https://doi.org/10.7150/ijms.25651>
- (8). Romanelli M, Piaggese A, Scapagnini G, Dini V, Janowska A, Iacopi E, Scarpa C, Fauverghe S, Bassetto F. EUREKA study - the evaluation of real-life use of a biophotonic system in chronic wound management: an interim analysis. *Drug Des Devel Ther.* 2017 Dec 11;11:3551-3558. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S142580>
- (9). Avci P, Gupta A, Sadasivam M, Vecchio D, Pam Z, Pam N, Hamblin MR. Low-level laser (light) therapy (LLLT) in skin: stimulating, healing, restoring. *Semin Cutan Med Surg.* 2013 Mar;32(1):41-52.
- (10). Freitas CP, Melo C, Alexandrino AM, Noites A. Efficacy of low-level laser therapy on scar tissue. *J Cosmet Laser Ther.* 2013 Jun;15(3):171-6. <https://doi.org/10.3109/14764172.2013.769272>
- (11). Rodríguez CT, Sanguineti MA, Moreno NB, Carrillo KG, Hasbún AN, López SN. Adaptación transcultural del cuestionario POSAS (Patient and Observer Scar Assessment) para valoración de cicatrices. *Rev. Cir.* 2019;71(5):385-391. <https://doi.org/10.35687/s2452-45492019005409>
- (12). Chung H, Dai T, Sharma SK, Huang YY, Carroll JD, Hamblin MR. The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. *Ann Biomed Eng.* 2012 Feb;40(2):516-33. <https://doi.org/10.1007/s10439-011-0454-7>

- (13). Wanitphakdeedecha R, Iamphonrat T, Phothong W, Eimpunth S, Manuskiatti W. Local and systemic effects of low-level light therapy with light-emitting diodes to improve erythema after fractional ablative skin resurfacing: a controlled study. *Lasers Med Sci.* 2019 Mar;34(2):343-351. <https://doi.org/10.1007/s10103-018-2599-1>
- (14). Mamalis A, Siegel D, Jagdeo J. Visible Red Light Emitting Diode Photobiomodulation for Skin Fibrosis: Key Molecular Pathways. *Curr Dermatol Rep.* 2016;5:121-128. <https://doi.org/10.1007/s13671-016-0141-x>
- (15). Masub N, Austin E, Huang A, Jagdeo J. High-fluence light emitting diode-red light inhibits cell cycle progression in human dermal fibroblasts. *J Biophotonics.* 2021 Feb;14(2):e202000359. <https://doi.org/10.1002/jbio.202000359>
- (16). Jagdeo J, Nguyen JK, Ho D, Wang EB, Austin E, Mamalis A, Kaur R, Kraeva E, Schulman JM, Li CS, Hwang ST, Wun T, Maverakis E, Isseroff RR. Safety of light emitting diode-red light on human skin: Two randomized controlled trials. *J Biophotonics.* 2020 Mar;13(3):e201960014. <https://doi.org/10.1002/jbio.201960014s>
- (17). Flemming KA, Cullum NA, Nelson EA. A systematic review of laser therapy for venous leg ulcers. *J Wound Care.* 1999 Mar;8(3):111-4. <https://doi.org/10.12968/jowc.1999.8.3.25848>
- (18). Flemming K, Cullum N. Laser therapy for venous leg ulcers. *Cochrane Database Syst Rev.* 2000;(2):CD001182. Update in: *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;7:CD001182. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001182>
- (19). Rodríguez JS, Castillo ZF. Low power laser therapy in the post operative bloody zone. *Multimed* 2010;14(1).
- (20). Vélez M, Calderhead GR, Trelles MA. Terapia con luz LED en enfermedades cutáneas y en Dermocosmética. En: *Láser en Dermatología y Dermocosmética.* Cisneros JL, Camacho FM, Trelles MA, Eds. Madrid. Aula Medica 2ª ed. 2008: 403-412.
- (21). Zein R, Selting W, Hamblin MR. Review of light parameters and photobiomodulation efficacy: dive into complexity. *J Biomed Opt.* 2018 Dec;23(12):1-17. <https://doi.org/10.1117/1.JBO.23.12.120901>
- (22). Lima AC, Fernandes GA, Gonzaga IC, de Barros Araújo R, de Oliveira RA, Nicolau RA. Low-Level Laser and Light-Emitting Diode Therapy for Pain Control in Hyperglycemic and Normoglycemic Patients Who Underwent Coronary Bypass Surgery with Internal Mammary Artery Grafts: A Randomized, Double-Blind Study with Follow-Up. *Photomed Laser Surg.* 2016 Jun;34(6):244-51. <https://doi.org/10.1089/pho.2015.4049>
- (23). Vélez M, Rigau J, Planas M. Láseres a baja densidad de potencia en Dermatología. En: *Láser en Dermatología y Dermocosmética.* Cisneros JL, Camacho FM, Trelles MA, Eds. Madrid. Aula Medica 2ª ed. 2008: 509-520.