

<https://doi.org/10.24245/dermatolrevmex.v70i1.10947>

Terapia con tejido adiposo para la reparación y regeneración de tejidos afectados por quemaduras térmicas: revisión bibliográfica de su potencial curativo

Adipose tissue therapy for the repair and regeneration of tissues affected by thermal burns: A literature review of its healing potential.

Pamela Lizbeth Toapanta Maisanche,¹ Zenia Batista Castro²

Resumen

ANTECEDENTES: Las quemaduras resultan en la destrucción del tejido debido a la transferencia de energía; las diversas causas pueden desencadenar diferentes respuestas fisiológicas y fisiopatológicas en el cuerpo humano. Alrededor del 85% de todas las quemaduras son lesiones térmicas y resultan complejas por su efecto funcional, estético y emocional. En los últimos años la terapia con tejido adiposo ha mostrado un gran potencial en la regeneración de tejidos. La terapia celular con células madre mesenquimales adultas ha surgido como opción terapéutica.

OBJETIVO: Analizar el potencial curativo del tejido adiposo en la reparación y regeneración de tejidos afectados por quemaduras térmicas, explorando su mecanismo de acción, beneficios clínicos y limitaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS: Revisión estructurada del uso de tejido adiposo en quemaduras térmicas; mediante términos MeSH y DeCS se hizo una búsqueda de la bibliografía en PubMed, Cochrane, ScienceDirect y Scielo.

RESULTADOS: Después de tres fases de selección y evaluación con el formulario del Instituto Joanna Briggs, se incluyeron cinco estudios relevantes y de calidad científica. La mayor parte de las investigaciones reportó una mejoría en la regeneración tisular y la cicatrización en pacientes con quemaduras térmicas tratados con tejido adiposo autólogo. Además, se observó una adecuada tolerancia al tratamiento, sin eventos adversos graves reportados.

CONCLUSIONES: La terapia con tejido adiposo muestra un potencial clínico como estrategia complementaria en la reparación de lesiones por quemaduras térmicas.

PALABRAS CLAVE: Tejido adiposo; quemaduras; grasa subcutánea; tratamiento.

Abstract

BACKGROUND: Burns result in tissue destruction due to energy transfer, the various causes can trigger different physiological and pathophysiological responses in the human body. Approximately 85% of all burns are thermal injuries, and are complex because of their functional, esthetic and emotional impact. In recent years, adipose tissue therapy has shown great potential for tissue regeneration. Based on this, cell therapy using adult mesenchymal stem cells has emerged as a therapeutic option.

¹ Estudiante de la carrera de Medicina.

² Profesor titular agregado 3, carrera de Medicina. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

ORCID

<https://orcid.org/0000-0001-7530-500X>
<https://orcid.org/0000-0002-8083-2805>

Recibido: marzo 2025

Aceptado: mayo 2025

Correspondencia

Pamela Lizbeth Toapanta Maisanche
ptoapanta7415@uta.edu.ec

Este artículo debe citarse como:

Toapanta-Maisanche PL, Batista-Castro Z. Terapia con tejido adiposo para la reparación y regeneración de tejidos afectados por quemaduras térmicas: revisión bibliográfica de su potencial curativo. Dermatol Rev Mex 2026; 70 (1): 28-41.

OBJECTIVE: To analyze the healing potential of adipose tissue in the repair and regeneration of tissues affected by thermal burns, exploring its mechanism of action, clinical benefits, and limitations.

MATERIALS AND METHODS: A structured review was conducted on the use of adipose tissue in thermal burns; by using MeSH and DeCS terms a bibliographic search was done in PubMed, Cochrane, ScienceDirect, and SciELO.

RESULTS: After three phases of selection and evaluation using the Joanna Briggs Institute checklist, five relevant and scientifically sound studies were included. Most investigations reported improvements in tissue regeneration and wound healing in patients with thermal burns treated with autologous adipose tissue. Furthermore, good treatment tolerance was observed, with no serious adverse events reported.

CONCLUSIONS: Adipose tissue therapy shows clinical potential as a complementary strategy in the repair of thermal burn injuries.

KEYWORDS: Adipose tissue; Burns; Subcutaneous fat; Treatment.

ANTECEDENTES

Las quemaduras térmicas son lesiones comunes y graves causadas, principalmente, por fuentes de calor como líquidos, fuego u objetos sólidos. Todas generan destrucción tisular, pero el tipo de agente desencadena respuestas fisiológicas y fisiopatológicas distintas.¹ Las quemaduras por líquidos penetran más profundamente y las químicas provocan daño corrosivo adicional.² El modelo de Jackson clasifica la quemadura en zonas de coagulación, estasis e hiperemia, diferenciando tejidos necróticos, isquémicos y viables.¹

Estas lesiones varían por su profundidad: primer grado (epidermis), segundo (dermis), tercer y cuarto grado (tejido subcutáneo y estructuras profundas). El tratamiento depende de esta clasificación y puede requerir antibióticos tópicos, analgesia o cirugía (**Cuadro 1**).^{1,3} Las lesiones térmicas representan el 85% de las quemaduras, con severidad relacionada con la temperatura y el tiempo de exposición.⁴ Las

causadas por calor seco, como llamas, suelen ser más profundas y se asocian con complicaciones respiratorias.⁵

En 2023 la OMS⁶ estimó 180,000 muertes por quemaduras, concentradas en países de bajos ingresos. La mortalidad global fue del 18.2%; África ocupó el primer lugar (23.5%), seguida de Europa (12.4%), América Latina (10.6%), Australia (7.5%), Asia (6.7%) y América del Norte (5%). Las principales complicaciones fueron infección (75%), hiperglucemia (65.6%), anemia (62.5%) y deshidratación (50%). El sangrado digestivo y el tromboembolismo pulmonar fueron menos comunes (3.1%).⁷

En Ecuador hay más de 45,000 casos anuales; el 92% de ellos corresponde a quemaduras térmicas, afectan sobre todo a hombres entre 15 y 49 años.⁸ En Quito las quemaduras por líquidos calientes representan el 70% y las eléctricas requieren mayor hospitalización. La mortalidad llega al 1% cuando afecta más del 50% de la superficie corporal o la vía aérea.⁹

Cuadro 1. Resumen de la clasificación de quemaduras, clínica y tratamiento

Tipo de quemadura	Profundidad del daño	Clínica	Tratamiento
Superficial (primer grado)	Los queratinocitos podrían haber sido afectados por el daño, pero las capas más profundas de la piel, como la dermis y los tejidos subyacentes, no están afectadas	Dolor a menudo seguido por descamación. No hay formación significativa de ampollas	Vendaje para cobertura. Medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) para el control del dolor. Por lo general, no son necesarios los antibióticos tópicos
Espesor parcial superficial (segundo grado)	Afecta la epidermis y la dermis superior. Se ven afectados los queratinocitos, los fibroblastos, los vasos sanguíneos, los nervios y los folículos pilosos	A menudo menos doloroso. Eritematoso. Palidez a la presión. Las quemaduras profundas de espesor parcial pueden ser de color pálido. Se caracteriza por la formación de ampollas	Antibióticos tópicos como la sulfadiazina de plata. Vendaje para cobertura. Medicamentos antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) para el control del dolor combinados con opioides de rescate
Espesor parcial profundo (segundo grado)	Fibroblastos. Células inmunitarias como macrófagos y linfocitos. Glándulas sudoríparas y sebáceas. Fibras de colágeno y elastina. Vasos sanguíneos más grandes y nervios. Células adiposas		
Espesor total (tercer grado)	Epidermis, dermis, tejido celular subcutáneo	Sensación de presión. Aspecto blanco y carbonizado con formación de escaras. La formación de ampollas no es común. Exposición de estructuras profundas como tendones, músculos o huesos	Desbridamiento quirúrgico seguido de la aplicación de injerto de piel. Aplicación de antibióticos tópicos, que deben administrarse con una supervisión atenta para detectar posibles signos de infección sistémica. Control más agresivo del dolor, incluida la administración de opioides
Profundo de espesor total (cuarto grado)	Epidermis. Dermis. Tejido celular subcutáneo. Estructuras como músculos, tendones, ligamentos o huesos		

Fuente: información tomada de la referencia 3.

Los tratamientos modernos priorizan el enfriamiento inmediato y la escisión temprana para evitar complicaciones y acelerar la recuperación.^{10,11} La oxigenoterapia hiperbárica reduce edema y preserva el metabolismo celular. En cuanto al dolor, se administran AINEs y opioides, según la severidad.¹² Las infecciones se previenen con antibióticos tópicos, como la sulfadiazina de plata, aunque ésta puede retardar la cicatrización.¹² Para el tratamiento de infecciones sistémicas se recomiendan cefazolina o vancomicina.¹³

El enfoque regenerativo ha cobrado fuerza desde que Egro y Coleman propusieron el uso de grasa autóloga en quemaduras¹⁴ y Zahorec y su grupo aislaron por primera vez células madre derivadas del tejido adiposo.¹⁵ La fracción vascular estromal del tejido adiposo es rica en células regenerativas, fáciles de obtener, con alto rendimiento y mínimo riesgo.

El objetivo principal de este estudio fue analizar el potencial curativo de la terapia con tejido

adiposo en la reparación y regeneración de tejidos afectados por quemaduras térmicas. Para lograrlo, se plantea explicar el mecanismo de acción del tejido adiposo en la regeneración celular y la mejoría de la vascularización en los tejidos afectados por quemaduras. Además, se busca determinar los beneficios y limitaciones de esta terapia en aspectos decisivos como la cicatrización, la función cutánea y la calidad de vida de los pacientes quemados.

METODOLOGÍA

Revisión bibliográfica simple de la efectividad de la terapia autóloga con tejido adiposo en la curación de quemaduras térmicas.

Criterios de inclusión: artículos publicados desde el 1 de enero de 2020 hasta el 31 de julio de 2024, con disponibilidad gratuita del texto completo en las bases de datos PubMed, Cochrane, ScienceDirect y SciELO, y que estuvieron disponibles en idioma inglés y español.

Criterios de exclusión: estudios duplicados en las bases de datos mencionadas; estudios que incluyeron pacientes en edad pediátrica y trabajos experimentales en animales y cultivos celulares.

Estrategias de búsqueda

Se llevó a cabo una búsqueda con los términos MeSH (*Medical Subject Headings*) y DeCS (*Descriptores en Ciencias de la Salud*), relacionados con el uso de tejido adiposo en el tratamiento de quemaduras térmicas. La estrategia de búsqueda se diseñó utilizando una combinación de palabras clave relacionadas con el tema. En inglés los términos fueron *adipose tissue, subcutaneous fat, burns, thermal injuries, treatment, efficacy, safety, adipose stromal, stem cells*. En español: *tejido adiposo, grasa subcutánea, quemaduras, lesiones térmicas, tratamiento, eficacia, seguridad, estroma adiposo y células madre*. Se utilizaron los operadores booleanos AND y OR

para combinar los términos clave, lo que aseguró la búsqueda.

Calidad de los trabajos

La revisión bibliográfica se llevó a cabo mediante un proceso estructurado dividido en tres fases que garantizaron la calidad de los artículos seleccionados. En la primera fase, mediante una búsqueda preliminar, se obtuvieron todos los artículos potencialmente relevantes en las bases de datos PubMed, Cochrane, ScienceDirect y SciELO.

De éstos, se excluyeron los estudios que no cumplían con los criterios de inclusión establecidos. Esta fase inicial aseguró que sólo se consideraran estudios pertinentes y aplicables al tema de investigación.

En la segunda fase se llevó a cabo un análisis más detallado de los artículos restantes, se evaluó cada uno según los criterios de interés específicos establecidos para la revisión y se excluyeron los que no cumplían completamente con estos criterios, lo que permitió refinar aún más la selección hacia los más relevantes y prometedores.

Finalmente, en la tercera fase, se hicieron análisis adicionales para profundizar en la relevancia y utilidad de los artículos seleccionados. Se identificaron y seleccionaron los estudios que proporcionaron la información más pertinente y significativa para la revisión sistemática.

Estos artículos se evaluaron minuciosamente utilizando el formulario del Instituto Joanna Briggs (JBI) para la revisión sistemática,¹⁶ que considera el nivel de evidencia y el grado de recomendación según estándares internacionales reconocidos. Esta evaluación garantizó que los estudios incluidos aportaran datos confiables para analizar la efectividad de la terapia autóloga con tejido adiposo en el tratamiento de quemaduras térmicas.

RESULTADOS

En la primera fase del estudio se obtuvieron 858 artículos potencialmente relevantes. De éstos, se excluyeron 531 estudios que no cumplieran con los criterios de inclusión establecidos. Los motivos de exclusión fueron estudios duplicados ($n = 314$), sujetos de edad pediátrica ($n = 115$) y trabajos experimentales en animales y cultivos celulares ($n = 102$).

En la segunda fase se llevó a cabo un análisis más detallado de los 327 artículos restantes, en el que se excluyeron 321 trabajos que no cumplieran completamente con los criterios de interés específicos establecidos para la revisión.

En la tercera fase se identificaron y seleccionaron 5 estudios que proporcionaron la información más pertinente y significativa para la revisión sistemática. **Figura 1 y Cuadro 2**

Artículos incluidos en la revisión de la bibliografía

Los cinco estudios revisados ofrecen una visión integral del uso del tejido adiposo y las células madre en el tratamiento de quemaduras y cicatrices relacionadas. La investigación de Abouzaid y su grupo¹⁷ es un ensayo clínico aleatorizado controlado, nivel de evidencia IA, que destaca la efectividad del injerto de grasa autóloga en el tratamiento de heridas por quemaduras. Asimismo, las revisiones sistemáticas efectuadas por Lesmanawati y su grupo y Piccolo y colaboradores, con un nivel de evidencia alto (IA e IB, respectivamente), proporcionan una base sólida para la evaluación de la eficacia del injerto de grasa en quemaduras y cicatrices, así como el uso de células madre mesenquimales en la regeneración cutánea.

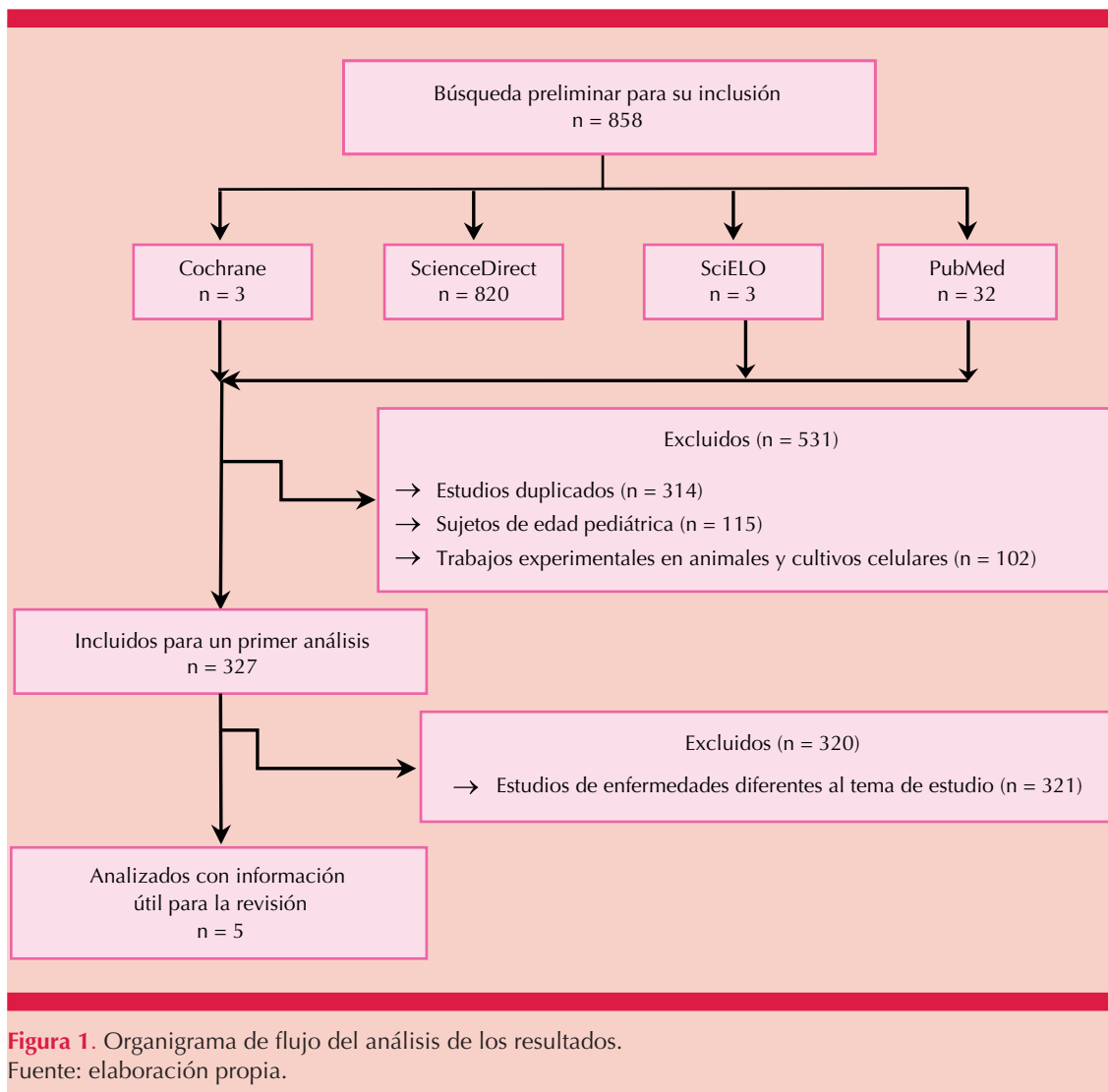
Aparicio y su grupo demostraron, mediante un estudio cuasiexperimental (nivel de evidencia IIIC) que las inyecciones perilesionales de gra-

sa autóloga pueden acelerar la epitelización y mejorar la calidad estética de las cicatrices dérmicas. De manera complementaria, Pellon explora las características moleculares del tejido adiposo en el tratamiento de quemaduras agudas y sus secuelas (nivel de evidencia IVB), resaltando su potencial regenerativo y la importancia de preservar su actividad metabólica.

En términos de mejoría de la vascularización y el tiempo de curación de las heridas tratadas con células madre derivadas del tejido adiposo, Lesmanawati y colaboradores y Aparicio y su grupo destacaron beneficios en la vascularización de las áreas tratadas. Aparicio y colaboradores demostraron una reducción en el tiempo requerido para la epitelización de las heridas. Estos efectos promovieron la producción de colágeno y fibras elásticas, decisiva para la regeneración de la piel.

Pellon y su grupo hicieron un análisis detallado de la biología molecular y microanatómica del tejido adiposo en el tratamiento de quemaduras, destacando resultados positivos a corto y largo plazo en pacientes con quemaduras de diferentes tipos y severidades. En relación con esto, el estudio de Abouzaid y colaboradores¹⁷ también aporta evidencia relevante al demostrar que el trasplante de grasa autóloga no sólo redujo significativamente el tiempo de estancia hospitalaria, sino que también disminuyó la necesidad de injertos adicionales y mejoró el aspecto de las cicatrices.

La mejoría en el proceso de cicatrización y el aspecto resultante se han investigado en varios estudios recientes. Lesmanawati y su grupo encontraron que el uso de células madre derivadas del tejido adiposo mejoró la cicatrización de heridas, así como las características estructurales del tejido cicatricial. También, Piccolo y colaboradores observaron una reducción notable o, incluso, ausencia de cicatrices hipertróficas en pacientes tratados con injertos de grasa autóloga, lo que resultó en mejorías evidentes en el aspecto



y disminución del volumen de las cicatrices. Además, Aparicio y su grupo reportaron una reducción en la aparición de cicatrices antiestéticas, junto con mejoría en la vascularización, pigmentación, grosor, relieve, elasticidad y superficie de las cicatrices tratadas.

La investigación titulada "Autologous fat grafting and adipose-derived stem cells therapy for acute burns and burn-related scar: A systematic review"¹⁸ tuvo como objetivo analizar la aplica-

ción del injerto de grasa autóloga y células madre derivadas del tejido adiposo en el tratamiento de quemaduras agudas y cicatrices relacionadas con quemaduras. Los autores llevaron a cabo una búsqueda sistemática y seleccionaron seis estudios que incluyeron ensayos clínicos aleatorizados, cohortes retrospectivas y estudios experimentales. En total, los estudios analizados incluyeron 1641 pacientes. El intervalo de tratamiento fue de 3 a 1000 participantes por intervención.

Cuadro 2. Artículos incluidos en la revisión de la bibliografía

Núm.	Nivel de evidencia y grado de recomendación	Tipo de trabajo	Título	Año	Autores	Revista
1	IA	Revisión sistemática	Autologous fat grafting and adipose-derived stem cells therapy for acute burns and burn-related scar: A systematic review	2024	Lesmanawati FE, Windura CA, Saputro ID, et al.	Tzu Chi Medical Journal
2	IA	Estudio controlado con distribución al azar	Effect of autologous fat transfer in acute burn wound management	2022	Abouzaid AM, El Mokadem ME, Aboubakr AK, et al.	Burns
3	IB	Revisión sistemática	Fat grafting for treatment of facial burns and burn scars	2020	Piccolo NS, Piccolo MS, de Paula Piccolo N, et al.	Clinical Plastic Surgery
4	IIIC	Estudio cuasiexperimental, sin distribución al azar	Inyecciones perilesionales de injertos de grasa autóloga en la cicatrización de las quemaduras	2023	Estévez A, Arazoza B, Noriega D, et al.	Revista Cubana de Medicina Militar
5	IVB terapéutico	Estudio observacional	Características moleculares y microanatómicas de la grasa y su aplicación en el tratamiento de quemaduras agudas y secuelas	2020	Pellón MA	Cirugía Plástica Iberolatinoamericana

Fuente: elaboración propia.

Los resultados mostraron mejoría en las características de las cicatrices y la arquitectura del tejido en un 80% de los estudios porque cuatro de los cinco estudios reportaron resultados positivos en estos aspectos. En particular, el 60% de los estudios mostraron mejoría en la cicatrización de heridas y la vascularización. Concluyeron que el injerto de grasa autóloga y las células madre derivadas del tejido adiposo son opciones valiosas para el tratamiento de cicatrices relacionadas con quemaduras, pero se recomendó la realización de más ensayos clínicos para evaluar su eficacia en quemaduras agudas.¹⁸

El estudio “Effect of autologous fat transfer in acute burn wound management: A randomized controlled study”¹⁷ evaluó el efecto del trasplante de grasa autóloga en el tratamiento de heridas por quemaduras agudas. Este estudio tuvo como objetivo comparar la eficacia del trasplante de grasa autóloga frente a los métodos convencionales de tratamiento de quemaduras, desde el punto de vista clínico e histológico. Lo efectuaron en un único centro con un diseño de ensayo clínico aleatorizado controlado, que incluyó a 100 pacientes con quemaduras dérmicas superficiales y profundas.

Los resultados mostraron una reducción en los días de estancia hospitalaria ($p < 0.001$), menor necesidad de injertos adicionales ($p = 0.003$) y mejoría en la textura de las cicatrices ($p < 0.001$) en el grupo A en comparación con el B. Además, el análisis citométrico confirmó la existencia de marcadores de células madre mesenquimales en la nanograsa. Los autores concluyeron que el uso de grasa autóloga redujo de manera significativa el tiempo de hospitalización, disminuyó la necesidad de injertos adicionales y mejoró la apariencia de las cicatrices.¹⁷

El trabajo "Fat grafting for treatment of facial burns and burn scars"¹⁹ se centró en el uso del injerto de grasa para tratar quemaduras faciales y cicatrices relacionadas. El objetivo fue evaluar los efectos del injerto de grasa en la cicatrización de heridas y la remodelación de cicatrices en 27 pacientes con heridas agudas o subagudas debido a quemaduras en la cara y 84 pacientes con cicatrices faciales. En el tratamiento de cicatrices de quemaduras faciales mediante injertos de grasa, se observó que, de los 84 pacientes tratados, el 31% (26 pacientes) requirió un segundo procedimiento y el 10% (8 pacientes) necesitó un tercer procedimiento.

Los pacientes con quemaduras agudas y subagudas desarrollaron un lecho de tejido de granulación saludable después de dos o tres procedimientos de injerto-administración de grasa y en los pacientes con cicatrices se identificó una reducción o ausencia de cicatrices hipertróficas tras el tratamiento con injertos de grasa, lo que mejoró el aspecto y redujo el volumen de las cicatrices tratadas. Los autores observaron que el uso del injerto de grasa había cambiado las prácticas clínicas, especialmente en el tratamiento de cicatrices hipertróficas secundarias a quemaduras. Recomendaron considerar el injerto de grasa en las fases agudas y secuelas de las quemaduras faciales para mejorar los resultados estéticos.¹⁹

En la investigación titulada "Inyecciones perilesionales de injertos de grasa autóloga en la cicatrización de las quemaduras"²⁰ se analizó el uso de inyecciones perilesionales de injerto de grasa autóloga en la cicatrización de quemaduras dérmicas. El objetivo fue determinar los resultados de estas inyecciones en pacientes con quemaduras dérmicas, utilizando un diseño cuasiexperimental sin aleatorización. La muestra se dividió en dos grupos de 20 pacientes cada uno: el grupo I recibió inyecciones de grasa autóloga además del tratamiento tradicional para quemaduras, y el grupo II sólo recibió el tratamiento convencional para quemaduras. Las variables estudiadas fueron tiempo medio de epitelización, existencia de cicatrices antiestéticas y la aparición de queloides. En el grupo I, el tiempo medio de epitelización fue de 10 días, mientras que en el grupo II fue de 14 días ($p = 0.0059$). Además, el grupo I mostró menos cicatrices antiestéticas ($p = 0.018$) y obtuvo mejores resultados en la escala *Patient and Observer Scar Assessment Scale* (POSAS; $p = 0.0018$).

Encontraron que las inyecciones de grasa autóloga redujeron el tiempo de epitelización y la aparición de cicatrices antiestéticas y mejoraron la vascularización, la pigmentación, el grosor, el relieve, la elasticidad y la superficie de la cicatriz. Se concluyó que estas inyecciones podrían ser benéficas para mejorar los resultados estéticos y funcionales en pacientes con quemaduras dérmicas. Recomendaron implementar las inyecciones de grasa autóloga en los casos en que se busca acelerar la epitelización y mejorar las características estéticas y funcionales de las cicatrices.²⁰

El estudio denominado "Características moleculares y microanatómicas de la grasa y su aplicación en el tratamiento de quemaduras agudas y secuelas"²¹ analizó las características moleculares y microanatómicas del tejido adiposo y su aplicación en el tratamiento de

quemaduras agudas y secuelas. El objetivo fue explorar la biología molecular del tejido adiposo y su capacidad regenerativa en diferentes fases y tipos de quemaduras.

La investigación se efectuó en 12 pacientes, que representaban diferentes grupos de edad y tenían varios tipos de quemaduras: agudas, subagudas y secuelas de quemaduras previas, tratados en la Unidad de Tratamiento de Quemaduras de la Clínica São Vicente en Río de Janeiro, Brasil. Los resultados a corto y largo plazo mostraron mejoras en la cicatrización y regeneración del tejido cutáneo mediante el uso de grasa. Además, se observó que, en pacientes con quemaduras tratados con injertos de grasa, hubo mejoría en la revascularización en un 95% de los casos después de cinco días de tratamiento. Insistieron en la importancia de preservar la actividad metabólica del tejido adiposo para lograr resultados regenerativos óptimos.²¹

En el artículo se recomendó reducir al máximo la manipulación del tejido, acortar el intervalo entre su extracción y transferencia, enfocar el uso en la fracción líquida de la grasa debido a sus propiedades regenerativas, y aprovechar la activación celular que ocurre durante el proceso de extracción.²¹

DISCUSIÓN

El tejido adiposo tiene la capacidad de impulsar la regeneración celular, principalmente gracias a las células madre mesenquimales, que tienen una notable habilidad para transformarse en diferentes tipos de células.²² Estas células facilitan la reparación de tejidos dañados mediante la liberación de factores de crecimiento, como el factor de crecimiento endotelial vascular y el factor de crecimiento transformante beta (TGF- β).²³

La investigación de Piccolo y su grupo¹⁹ menciona que las células madre mesenquimales del tejido adiposo son capaces de promover la

síntesis de fibras de colágeno y elastina, componentes decisivos para recuperar la integridad y funcionalidad de la piel. Por otro lado, Aparicio y su grupo²⁰ evidenciaron que las aplicaciones de grasa autóloga no sólo aceleran el cierre de heridas, sino que también mejoran la calidad de las cicatrices, lo que sugiere un efecto a largo plazo en la regeneración dérmica.

El tejido adiposo ha demostrado ser una fuente importante de regeneración celular, especialmente por las células madre mesenquimales que contiene. Estas células tienen la capacidad de transformarse en diferentes tipos de tejidos, y liberan factores de crecimiento que ayudan a la regeneración de zonas específicas afectadas. El uso de grasa autóloga es una técnica prometedora porque, al ser del mismo paciente, disminuye el riesgo de rechazo.

Por otro lado, en cuanto a la vascularización, las células madre mesenquimales del tejido adiposo secretan factores angiogénicos que estimulan la creación de nuevos vasos sanguíneos, favoreciendo el transporte de oxígeno y nutrientes a las áreas lesionadas.²⁴ La vascularización mejorada es intrínseca a las células estromales mesenquimales en condiciones hipóxicas, debido a que las células secretan más factor de crecimiento endotelial vascular en comparación con condiciones normóxicas.²⁵

Lesmanawati y su grupo¹⁸ reportaron un incremento en la densidad de vasos sanguíneos tras el uso de células madre derivadas del tejido adiposo, lo que permitió una recuperación más eficiente de las heridas. Asimismo, Pellon y su grupo²¹ destacaron que el 95% de los pacientes tratados con injertos de grasa mostraron mejorías significativas en la vascularización en menos de una semana, lo que subraya el potencial para prevenir complicaciones como la necrosis tisular.

La capacidad de las células madre mesenquimales del tejido adiposo para estimular la

formación de nuevos vasos sanguíneos es un aspecto importante en la regeneración de tejidos. La secreción de factores angiogénicos es útil en situaciones de baja oxigenación porque el tejido dañado necesita un aporte constante de oxígeno y nutrientes para su recuperación. Esta mejoría en la vascularización no sólo acelera el proceso de curación, sino que también reduce el riesgo de complicaciones graves, como la necrosis.

La aplicación de tejido adiposo autólogo ha demostrado ser eficaz en la aceleración de la cicatrización en quemaduras. Este método combina la capacidad regenerativa de las células madre mesenquimales con las propiedades estructurales del tejido adiposo, que actúa como un soporte para la regeneración cutánea.²² Las células madre mesenquimales del tejido adiposo son capaces de generar un secretoma, mediante el que se produce la proliferación y diferenciación celular, la migración y mejoría en la protección del microambiente. Este secretoma corresponde a un panel de factores tróficos: citocinas, factores de crecimiento y quimiocinas, que permiten que estas células actúen como herramientas paracrinas, que tienen más probabilidades de reemplazo celular.²⁶

Abouzaid y colaboradores¹⁷ encontraron que los injertos de grasa reducen el tiempo necesario para el cierre de heridas y minimizan la necesidad de intervenciones adicionales. Por otro lado, Aparicio y su grupo²⁰ reportó una disminución en el tiempo de epitelización en pacientes tratados con grasa autóloga, en comparación con los tratados con métodos convencionales.

Como tratamiento para la cicatrización, estas células desempeñan un papel importante en la regulación de los daños morfológicos asociados con déficits estructurales. La explicación de este proceso se relaciona con la proliferación y diferenciación en células cutáneas, para reparar las células dañadas o muertas, pero también actúan

por una vía autocrina y paracrina para activar la cicatrización y el proceso de curación.

Los beneficios del injerto de grasa autóloga se extienden a la mejoría de la funcionalidad cutánea, que incluyen elasticidad, pigmentación y textura de las cicatrices.²⁷ Las células madre mesenquimales ayudan en todo el proceso de recuperación de heridas. En relación con los procesos terapéuticos de la piel puede mejorar la función del tejido cutáneo y reducir las cicatrices, debido a que migran al lugar de la lesión cutánea, inhiben la inflamación y elevan el potencial de proliferación y diferenciación de los fibroblastos, las células epidérmicas y las células endoteliales.²⁸

Piccolo y su grupo¹⁹ observaron una reducción en las cicatrices hipertróficas y mejoría en la uniformidad de la piel en pacientes tratados con esta técnica. Aparicio y su grupo²⁰ corroboró estos hallazgos mediante mejores puntajes en las escalas de evaluación cutánea, que evidencian una restauración más completa de la funcionalidad dérmica.

Previo al desarrollo de estas investigaciones, se creía que el tejido adiposo era incapaz de generar nueva actividad biológica. Se consideraba que su función principal era el almacenamiento de energía. En cuanto a medicina regenerativa, se informó que el tejido adiposo es rico en células madre estromales adultas. Los estudios efectuados han demostrado que son células pluripotenciales y alteran la biología de los tejidos, estimulan las células madre residentes en los tejidos, cambian la actividad de las células inmunitarias y median en los resultados terapéuticos.

El efecto de la terapia con tejido adiposo en la calidad de vida de los pacientes es un aspecto destacado. Según Lesmanawati y su grupo¹⁸ la reducción de cicatrices hipertróficas y la mejoría estética aumentaron la autoestima y el bienestar emocional de los pacientes. Abouzaid y cola-

boradores¹⁷ reportaron una disminución en el tiempo de hospitalización y una recuperación más rápida, lo que facilitó una reintegración más temprana a las actividades cotidianas.

La satisfacción del paciente posterior al procedimiento es un punto importante relacionado con este tratamiento, pero persisten barreras económicas y logísticas que podrían restringir el acceso a esta terapia en poblaciones vulnerables. Es necesario implementar políticas que faciliten el acceso a estas técnicas para generalizar sus beneficios a toda la población.

El uso de productos derivados de tejido adiposo, en particular células madre adiposas (ASC), para la cicatrización de quemaduras ofrece un potencial terapéutico sustancial. Sin embargo, es fundamental reconocer y atender las limitaciones y los desafíos que se encuentran en este campo de rápido avance.

Una de las limitaciones para el uso de células madre adiposas en medicina regenerativa es la variabilidad de factores relacionados con la edad de los pacientes que reciben la terapia, el índice de masa corporal y la coexistencia de enfermedades crónicas. Las capacidades inmunomoduladoras de estas células tienden a disminuir con la edad del individuo. Un índice de masa corporal elevado afecta negativamente la proliferación y el potencial de diferenciación, lo que lo convierte en un criterio crítico en aplicaciones clínicas. Las enfermedades crónicas, como la diabetes, también pueden afectar la potencia para la cicatrización de heridas.²⁹

En el estudio de Lesmanawati y su grupo¹⁸ se recomendó considerar varias desventajas, como la posibilidad de morbilidad en el sitio donante durante la recolección de tejido adiposo para el injerto con aparición de infección, sangrado o contornos irregulares. Además, Abouzaid y colaboradores¹⁷ mencionaron el requisito de técnicas especializadas y experiencia para la

administración, que conducen a una mayor complejidad y costo, así como el problema de la longevidad y los resultados a largo plazo de las modalidades derivadas de tejido adiposo en el tratamiento de quemaduras.

Además, la seguridad a largo plazo y el potencial de tumorigenicidad de las células madre adiposas deben investigarse antes de su implementación clínica generalizada. Los informes de resultados adversos, incluida la aparición de lesiones neoplásicas, hacen necesarias regulaciones estrictas de la terapia con células madre purificadas para la seguridad del paciente.²⁹ Debido a la complejidad, los riesgos y las dudas de la seguridad a largo plazo de la terapia con tejido adiposo, es necesario establecer regulaciones estrictas y llevar a cabo más investigaciones antes de su aplicación clínica generalizada.

CONCLUSIONES

La terapia con tejido adiposo, mediante el uso de injertos de grasa autóloga y células madre mesenquimales derivadas del tejido adiposo, representa una alternativa prometedora en el tratamiento de quemaduras térmicas. El uso de esta terapia ha demostrado mejorar significativamente la cicatrización de heridas, acelerar el tiempo de epitelización y reducir la formación de cicatrices hipertróficas, lo que mejora notablemente los resultados funcionales y estéticos. Además, se observó un efecto positivo en la calidad de vida de los pacientes tratados con tejido adiposo, con mejoría en la autoestima, reducción del tiempo de hospitalización y una reintegración más rápida a sus actividades diarias. Sin embargo, existen riesgos potenciales relacionados con la morbilidad del sitio donante, infecciones, irregularidades estéticas, así como dudas acerca de la seguridad a largo plazo de las células madre, por lo que se requiere vigilancia clínica estricta y estudios adicionales que evalúen su inocuidad. Si bien los resultados son alentadores, es imprescindible continuar con en-

sayos clínicos rigurosos que evalúen la eficacia, seguridad y viabilidad del uso de tejido adiposo en diferentes contextos clínicos, así como políticas de salud que garanticen su accesibilidad.

DECLARACIONES

Uso de IA

Se hizo uso de IA para la elaboración de las preguntas.

Permisos

La figura y los cuadros de este artículo son originales.

REFERENCIAS

- Jeschke MG, van Baar ME, Choudhry MA, et al. Burn injury. *Nat Rev Dis Primers* 2020. <https://doi.org/10.1038/S41572-020-0145-5>
- Young AW, Dewey WS, King BT. Rehabilitation of burn injuries: An update. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2019; 30: 111-132. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2018.08.004>
- Noorbakhsh SI, Bonar EM, Polinski R, et al. Educational case: Burn injury-pathophysiology, classification, and treatment. *Acad Pathol* 2021; 8. <https://doi.org/10.1177/23742895211057239>
- Stanojcic M, Abdullahi A, Rehou S, et al. Pathophysiological response to burn injury in adults. *Ann Surg* 2018; 267: 576-584. <https://doi.org/10.1097/SLA.0000000000002097>
- Żwieretło W, Piorun K, Skórka-Majewicz M, et al. Burns: Classification, pathophysiology, and treatment: A review. *Int J Mol Sci*; 2023; 24. <https://doi.org/10.3390/IJMS24043749>
- OMS. Quemaduras. Organización Mundial de la Salud, <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/burns> (2023, accessed 12 May 2024).
- Opriessnig E, Luze H, Smolle C, et al. Epidemiology of burn injury and the ideal dressing in global burn care - Regional differences explored. *Burns* 2023; 49: 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2022.06.018>
- Pulgar-Haro D, Baculima-Cumbe A. Quemaduras desde un enfoque médico-legal en Ecuador. *Dominio de las Ciencias* 2022; 8: 1181-1194.
- Rubio F. Realidad de las unidades de quemados en Ecuador. *Atención de las Quemaduras en Ibero-latinoamérica* 2021; 2: 3-4.
- Legemate CM, Spronk I, Mokkink LB, et al. Evaluation of measurement properties of health-related quality of life instruments for burns: A systematic review. *J Trauma Acute Care Surg* 2020; 88: 555-571. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000002584>
- Spronk I, Van Loey NEE, Sewalt C, et al. Recovery of health-related quality of life after burn injuries: An individual participant data meta-analysis. *PLoS One* 2020; 15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226653>
- Legrand M, Barraud D, Constant I, et al. Management of severe thermal burns in the acute phase in adults and children. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2020; 39: 253-267. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2020.03.006>
- Ladhani HA, Yowler CJ, Claridge JA. Burn wound colonization, infection, and sepsis. *Surg Infect (Larchmt)* 2021; 22: 44-48. <https://doi.org/10.1089/sur.2020.346>
- Egro FM, Coleman SR. Facial fat grafting: The past, present, and future. *Clin Plast Surg* 2020; 47: 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.cps.2019.08.004>
- Zahorec P, Sarkozyova N, Ferancikova N, et al. Autologous mesenchymal stem cells application in post-burn scars treatment: a preliminary study. *Cell Tissue Bank* 2021; 22: 39-46. <https://doi.org/10.1007/s10561-020-09862-z>
- Santos WM Dos, Secoli SR, Püschel VA de A. The Joanna Briggs Institute approach for systematic reviews. *Rev Lat Am Enfermagem* 2018; 26: e3074. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.2885.3074>
- Abouzaid AM, El Mokadem ME, Aboubakr AK, et al. Effect of autologous fat transfer in acute burn wound management: A randomized controlled study. *Burns* 2022; 48: 1368-1385. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2021.10.011>
- Lesmanawati FE, Windura CA, Saputro ID, et al. Autologous fat grafting and adipose-derived stem cells therapy for acute burns and burn-related scar: A systematic review. *Tzu Chi Med J* 2024; 36: 203-211. https://doi.org/10.4103/tcmj.tcmj_189_23
- Piccolo NS, Piccolo MS, de Paula Piccolo N, et al. Fat grafting for treatment of facial burns and burn scars. *Clin Plast Surg* 2020; 47: 119-130. <https://doi.org/10.1016/j.cps.2019.08.015>
- Estévez A, Arazoza B, Noriega D, et al. Inyecciones perilesionales de injertos de grasa autóloga en la cicatrización de las quemaduras. *Rev Cubana Med Militar* 2023; 4-12.
- Pellon MA. Características moleculares y microanatómicas de la grasa y su aplicación en el tratamiento de quemaduras agudas y secuelas. *Cir Plast Ibero-latinoam* 2020; 46: 53-62. <https://dx.doi.org/10.4321/s0376-78922020000200011>
- Fan D, Xia Q, Wu S, et al. Mesenchymal stem cells in the treatment of Cesarean section skin scars: Study protocol for a randomized, controlled trial. *Trials* 20018; 19. <https://doi.org/10.1186/S13063-018-2478-X>
- Pérez-Soto WA, Yance-Morales M, Pérez-Willis WA. Técnica de aislamiento de la fracción vascular estromal derivada del tejido adiposo: obtención de células madre adultas para diversas aplicaciones. *Cirugía Plástica* 2019; 29: 202-209.

24. Si Z, Wang X, Sun C, et al. Adipose-derived stem cells: Sources, potency, and implications for regenerative therapies. *Biomed Pharmacother* 2019; 114: 108765.
25. Kamat P, Frueh FS, McLuckie M, et al. Adipose tissue and the vascularization of biomaterials: Stem cells, microvascular fragments and nanofat—a review. *Cytotherapy* 2020; 22: 400-411. <https://doi.org/10.1016/j.jcyt.2020.03.433>
26. Mazini L, Rochette L, Admou B, et al. Hopes and limits of adipose-derived stem cells (ADSCs) and mesenchymal stem cells (MSCs) in wound healing. *Int J Mol Sci* 2020; 21: 1306. <https://doi.org/10.3390/ijms21041306>
27. Mohamed-Ahmed S, Fristad I, Lie SA, et al. Adipose-derived and bone marrow mesenchymal stem cells: A donor-matched comparison. *Stem Cell Res Ther* 2018; 9: 1-15. <https://doi.org/10.1186/s13287-018-0914-1>
28. Jo H, Brito S, Kwak BM, et al. Applications of mesenchymal stem cells in skin regeneration and rejuvenation. *Int J Mol Sci* 2021; 22: 2410. <https://doi.org/10.3390/ijms22052410>
29. Tirmizi Z, Arellano JA, Egro FM, et al. Application of adipose-tissue derived products for burn wound healing. *Pharmaceuticals* 2023; 16: 1302. <https://doi.org/10.3390/ph16091302>

EVALUACIÓN

1. ¿Cuál es la profundidad afectada en una quemadura de primer grado?
 - a) epidermis y dermis
 - b) sólo la epidermis
 - c) dermis profunda
 - d) tejido subcutáneo
2. ¿Cuál es un criterio clínico para sospechar una quemadura de segundo grado profunda?
 - a) eritema y sensibilidad aumentada
 - b) ampollas claras con curación rápida
 - c) palidez, menor dolor y curación lenta
 - d) coloración roja brillante con vesículas
3. En quemaduras de espesor total (tercer grado), el tratamiento inicial debe incluir:
 - a) AINEs únicamente
 - b) antibióticos orales
 - c) injertos cutáneos y desbridamiento
 - d) hidratación tópica simple
4. ¿Cuál es una ventaja de las células madre derivadas del tejido adiposo en el tratamiento de quemaduras?
 - a) bajo rendimiento celular
 - b) procedimientos de extracción altamente invasivos
 - c) potencial para mejorar la vascularización y cicatrización
 - d) alta inmunogenicidad
5. ¿Cuál fue uno de los beneficios clínicos del injerto de grasa autóloga en quemaduras agudas?
 - a) mayor riesgo de infección
 - b) reducción del tiempo de hospitalización
 - c) aumento en la necesidad de injertos secundarios
 - d) peor apariencia de las cicatrices
6. ¿Qué técnica se mencionó como útil para preservar la actividad regenerativa del tejido adiposo?
 - a) aumento de la temperatura durante la manipulación
 - b) fraccionamiento mecánico agresivo
 - c) minimizar la manipulación y acortar el tiempo entre extracción y uso
 - d) almacenamiento prolongado en frío
7. ¿Qué tipo de células del tejido adiposo son responsables de liberar factores de crecimiento angiogénicos?
 - a) fibroblastos
 - b) linfocitos
 - c) células madre mesenquimales
 - d) queratinocitos
8. ¿Qué ventaja ofrece el uso de células madre derivadas del tejido adiposo frente a otros tratamientos de regeneración dérmica?
 - a) baja concentración celular

- b) procedimientos costosos y agresivos
 - c) alta capacidad de diferenciación y efecto inmunomodulador
 - d) larga latencia terapéutica
9. ¿Cuál fue uno de los beneficios estéticos observados tras el uso de grasa autóloga en cicatrices por quemaduras?
- a) aumento de relieve cicatricial
 - b) mayor pigmentación irregular
 - c) mejoría en la textura, elasticidad y coloración
 - d) formación de úlceras en la cicatriz
10. ¿Qué conclusión general se obtuvo acerca de la grasa autóloga y las células madre derivadas del tejido adiposo en la mayor parte de los estudios analizados?
- a) ineficacia comprobada para la cicatrización
 - b) resultados limitados a pacientes pediátricos
 - c) alta eficacia en la regeneración y mejoría del aspecto de las cicatrices
 - d) necesidad de combinarlas con injertos óseos

El Consejo Mexicano de Dermatología, A.C. otorgará dos puntos con validez para la recertificación a quienes envíen correctamente contestadas las evaluaciones que aparecen en cada número de *Dermatología Revista Mexicana*.

El lector deberá enviar todas las evaluaciones de 2026 a la siguiente dirección electrónica: articulos@nietoeditores.com.mx

Cada evaluación debe ser personalizada y única.

Fecha límite de recepción de evaluaciones: 15 de enero de 2027