



ID del documento: SMed-Vol.4.N.2.002.2026

Tipo de artículo: Investigación

## Fisiopatología de la cicatrización y avances en cirugía estética reconstructiva postquemadura: una revisión narrativa

### *Pathophysiology of Healing and Advances in Post-Burn Reconstructive Aesthetic Surgery: A Narrative Review*

Autores:

José Ángel Angulo Camacho<sup>1</sup>, Alfredo Ibarra Sánchez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Sinaloa, México, [jaacnine@gmail.com](mailto:jaacnine@gmail.com),  
<https://orcid.org/0000-0002-5710-8544>

<sup>2</sup>Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Ciudad de México, México,  
[aibarra@cinvestav.mx](mailto:aibarra@cinvestav.mx), <https://orcid.org/0000-0003-1195-1808>

Corresponding Author: Alfredo Ibarra Sánchez, [aibarra@cinvestav.mx](mailto:aibarra@cinvestav.mx)

Reception: 05-february-2026    Acceptance: 19-march-2026    Publication: 02-may-2026

#### How to cite this article:

Angulo Camacho J Ángel, Ibarra Sánchez A. Fisiopatología de la cicatrización y avances en cirugía estética reconstructiva postquemadura: una revisión narrativa. Sapiens in Medicine Journal [Internet]. 2026 May 2 [cited 2026 May 9];4(2):1-22. Available from: <https://sapiensjournal.ec/index.php/sim/article/view/630>



©2026 por los Autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0. (CC BY 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

#### Resumen

Las quemaduras constituyen una entidad clínica compleja que genera secuelas funcionales y estéticas significativas, derivadas principalmente de alteraciones en los procesos de cicatrización. La cicatrización postquemadura se caracteriza por una respuesta inflamatoria prolongada, proliferación fibroblástica excesiva y remodelación anómala del colágeno, lo que favorece la formación de cicatrices patológicas, contracturas y deformidades. Estas alteraciones impactan negativamente la movilidad,



la calidad de la piel y la calidad de vida de los pacientes. El abordaje de estas secuelas requiere una evaluación integral que considere el estado metabólico, la calidad tisular, la vascularización y los aspectos psicológicos del paciente. En este contexto, los principios quirúrgicos se orientan a la liberación de contracturas, la restauración funcional y la mejora estética mediante técnicas como Z-plastias, colgajos, injertos cutáneos y expansión tisular. Asimismo, el lipoinjerto y otros enfoques regenerativos han demostrado beneficios en la mejora de la elasticidad y calidad del tejido cicatricial. A pesar de los avances, estos pacientes presentan un mayor riesgo de complicaciones, incluyendo alteraciones en la cicatrización, necrosis tisular y recurrencia de contracturas. En respuesta a estas limitaciones, la medicina regenerativa ha introducido nuevas estrategias como la terapia celular, el uso de matrices dérmicas acelulares y tecnologías láser, que buscan modular los procesos biológicos de reparación tisular. Finalmente, el manejo del paciente quemado debe integrar consideraciones éticas y psicosociales, incluyendo la percepción de la imagen corporal, la calidad de vida y el consentimiento informado. En conjunto, el tratamiento de las secuelas por quemaduras requiere un enfoque multidisciplinario que combine conocimientos fisiopatológicos, técnicas quirúrgicas avanzadas y apoyo integral al paciente.

**Palabras clave:** Cicatrización patológica; Contracturas postquemadura; Cirugía reconstructiva; Medicina regenerativa; Cicatrices hipertróficas.

## Abstract

Burn injuries represent a complex clinical condition that leads to significant functional and aesthetic sequelae, primarily due to alterations in the wound healing process. Post-burn healing is characterized by prolonged inflammation, excessive fibroblast proliferation, and abnormal collagen remodeling, which contribute to the development of pathological scars, contractures, and tissue deformities. These changes negatively affect mobility, skin quality, and overall patient quality of life. The management of these sequelae requires a comprehensive preoperative evaluation, including metabolic status, tissue quality, vascularization, and psychological assessment. Surgical principles focus on contracture release, functional restoration, and aesthetic improvement through techniques such as Z-plasty, local and regional flaps, skin grafts, and tissue expansion. In addition, regenerative approaches such as fat grafting have demonstrated benefits in improving tissue elasticity and scar quality. Despite advances, post-burn patients present an increased risk of complications, including impaired healing, tissue necrosis, and recurrence of contractures. Emerging therapies in regenerative medicine, including cellular therapy, acellular dermal matrices, and laser-based treatments, aim to modulate the biological processes involved in tissue repair and enhance clinical outcomes. Finally, ethical and psychosocial aspects play a crucial role in patient management, particularly regarding body image, quality of life, and informed consent. Overall, the treatment of post-burn sequelae requires a multidisciplinary approach that integrates pathophysiological knowledge, advanced surgical techniques, and patient-centered care.

**Keywords:** Pathological scarring; Post-burn contractures; Reconstructive surgery; Regenerative medicine; Hypertrophic scars.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las quemaduras representan una de las lesiones traumáticas más complejas debido a su impacto tanto local como sistémico, así como a las secuelas funcionales y estéticas que generan a largo plazo. A pesar de los avances en el manejo agudo, que han permitido mejorar significativamente la supervivencia, un número considerable de pacientes desarrolla secuelas cicatriciales que



afectan su calidad de vida. Estas secuelas incluyen contracturas, deformidades y alteraciones en la textura y pigmentación de la piel, lo que convierte a la reconstrucción postquemadura en un desafío clínico relevante dentro de la cirugía plástica y estética<sup>9,11</sup>.

El proceso de cicatrización en pacientes quemados difiere de la reparación fisiológica normal, ya que frecuentemente evoluciona hacia una cicatrización patológica caracterizada por fibrosis excesiva y desorganización de la matriz extracelular. Este fenómeno se asocia con una respuesta inflamatoria prolongada, una actividad fibroblástica aumentada y una alteración en la regulación de mediadores celulares y moleculares. Como resultado, se desarrollan cicatrices hipertróficas y queloides que no solo afectan la apariencia estética, sino que también limitan la movilidad y la función, especialmente cuando comprometen áreas articulares o regiones expuestas<sup>5,19</sup>.

En este contexto, la cirugía estética y reconstructiva adquiere un papel fundamental en el manejo integral del paciente quemado. Su objetivo principal es restaurar tanto la función como la apariencia, mediante la liberación de contracturas, la reposición de tejido y la mejora de la calidad cutánea. Para lograr resultados óptimos, es indispensable una comprensión profunda de la fisiopatología de la cicatrización, así como de las propiedades biomecánicas del tejido cicatricial. Además, la incorporación de nuevas tecnologías, como los sustitutos dérmicos, la terapia celular y las técnicas de medicina regenerativa, ha ampliado las posibilidades terapéuticas, permitiendo intervenciones más eficaces y con mejores resultados estéticos<sup>1</sup>.

Finalmente, el impacto de las quemaduras trasciende el ámbito físico, afectando de manera significativa la esfera psicológica y social del paciente. Las alteraciones en la imagen corporal, el estigma social y las limitaciones funcionales pueden influir negativamente en la autoestima y en la reintegración social. Por ello, el abordaje del paciente con secuelas de quemaduras debe ser integral y multidisciplinario, incorporando no solo intervenciones quirúrgicas, sino también apoyo psicológico y social. En este sentido, la presente revisión tiene como propósito analizar los fundamentos fisiopatológicos, las estrategias quirúrgicas y los avances actuales en el tratamiento estético de las secuelas postquemadura, con el fin de contribuir a una atención más completa y centrada en el paciente.

## 2. METODOLOGÍA

El presente estudio corresponde a una revisión narrativa de la literatura con enfoque integrador, orientada al análisis de los fundamentos fisiopatológicos y las estrategias quirúrgicas empleadas en el tratamiento estético y reconstructivo de pacientes con secuelas por quemaduras. Este tipo de revisión permitió sintetizar información científica relevante proveniente de diferentes áreas del conocimiento, incluyendo cirugía plástica reconstructiva, fisiopatología de la cicatrización y medicina regenerativa.

La búsqueda bibliográfica se realizó en bases de datos científicas indexadas de alto impacto, entre ellas Scopus, PubMed, Web of Science y Google Scholar. Para



la identificación de estudios relevantes se utilizaron palabras clave en inglés y español, tales como “burn injury”, “pathological scarring”, “post-burn contractures”, “reconstructive surgery”, “regenerative medicine”, “quemaduras”, “cicatrización patológica” y “cirugía reconstructiva”, combinadas mediante operadores booleanos AND y OR.

Se incluyeron artículos científicos publicados entre los años 2000 y 2024, priorizando revisiones sistemáticas, revisiones narrativas, ensayos clínicos, estudios observacionales y textos de referencia relacionados con fisiopatología de las quemaduras, cicatrización, contracturas postquemadura, técnicas reconstructivas y terapias regenerativas. Asimismo, se consideraron publicaciones en idioma inglés y español con relevancia clínica y científica para el objetivo del estudio.

Como criterios de exclusión se descartaron publicaciones duplicadas, documentos sin revisión por pares, estudios con información insuficiente y trabajos que no abordaban de manera directa la relación entre fisiopatología de la cicatrización y manejo quirúrgico reconstructivo postquemadura. La información recopilada fue organizada en ejes temáticos relacionados con respuesta inflamatoria, reparación tisular, deformidades postquemadura, evaluación preoperatoria, principios quirúrgicos, complicaciones y enfoques innovadores en medicina regenerativa.

Finalmente, el análisis de la información se realizó de manera descriptiva y crítica, permitiendo integrar los principales avances científicos y clínicos relacionados con el tratamiento estético reconstructivo en pacientes quemados, con énfasis en la correlación entre los mecanismos fisiopatológicos y las estrategias terapéuticas actuales.

### 3. DESARROLLO

#### Fisiopatología de la quemadura

##### Respuesta inflamatoria sistémica y local

La quemadura es una lesión traumática que provoca destrucción tisular inmediata y desencadena una compleja cascada de respuestas inflamatorias locales y sistémicas. El daño térmico, químico o eléctrico genera desnaturalización de proteínas, alteración de membranas celulares y compromiso de la microcirculación, lo que activa mecanismos inmunológicos orientados a contener la lesión, pero que también pueden amplificar el daño inicial. Esta respuesta depende de la extensión y profundidad de la quemadura, siendo más intensa cuando la superficie corporal afectada es mayor, lo que incrementa el riesgo de complicaciones sistémicas<sup>11</sup>.

A nivel local, la fisiopatología se explica clásicamente mediante las tres zonas descritas por Jackson: coagulación, estasis e hiperemia. La zona de coagulación corresponde al área central con necrosis irreversible; la zona de estasis presenta isquemia potencialmente reversible si se restituye la perfusión; y la zona de hiperemia se caracteriza por vasodilatación e inflamación transitoria. La progresión del daño en la zona de estasis está relacionada con alteraciones



microvasculares, formación de microtrombos y aumento de la permeabilidad capilar, lo que favorece edema y compromiso tisular adicional<sup>8</sup>.

En quemaduras extensas, la respuesta inflamatoria se generaliza y da lugar a alteraciones hemodinámicas significativas. La liberación masiva de mediadores inflamatorios produce vasodilatación sistémica y fuga capilar, con pérdida de líquidos hacia el espacio intersticial. Este fenómeno puede conducir a hipovolemia y choque si no se instaura una reanimación hídrica adecuada durante las primeras horas posteriores a la lesión<sup>6</sup>. Así, la respuesta inflamatoria sistémica constituye un componente central en la morbilidad del paciente quemado.

### Fases de la lesión por quemadura

La evolución clínica de la quemadura comprende una fase aguda inicial caracterizada por inestabilidad hemodinámica y activación intensa de la respuesta inflamatoria, seguida de una fase hipermetabólica prolongada. Durante la fase aguda predominan la pérdida de volumen intravascular, el edema generalizado y el riesgo de disfunción orgánica. Posteriormente, el paciente puede desarrollar un estado hipermetabólico sostenido con aumento del gasto energético, proteólisis y resistencia a la insulina, lo que impacta en la cicatrización y recuperación funcional<sup>4</sup>.

### Liberación de citocinas y mediadores inflamatorios

La liberación de citocinas proinflamatorias como TNF- $\alpha$ , IL-1 e IL-6 desempeña un papel fundamental en la amplificación de la respuesta inflamatoria. Estas moléculas promueven fiebre, activación endotelial y reclutamiento leucocitario, además de estimular la producción de otros mediadores como prostaglandinas y óxido nítrico, responsables de la vasodilatación y del aumento de la permeabilidad vascular. La magnitud de esta respuesta se correlaciona con la severidad de la quemadura y el riesgo de complicaciones sistémicas<sup>11</sup>.

### Síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SIRS)

Cuando la respuesta inflamatoria se desregula, puede desarrollarse el síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SIRS), caracterizado por fiebre o hipotermia, taquicardia, taquipnea y alteraciones leucocitarias. En el paciente quemado, el SIRS puede presentarse incluso sin infección, como consecuencia directa de la liberación masiva de mediadores inflamatorios. La persistencia de este estado aumenta el riesgo de sepsis y falla orgánica múltiple, por lo que su reconocimiento temprano es esencial en el manejo integral del paciente<sup>6</sup>.

### Alteraciones microvasculares y tisulares

Las alteraciones microvasculares constituyen uno de los componentes centrales en la fisiopatología de la quemadura, ya que determinan la progresión del daño tisular más allá del insulto térmico inicial. Tras la agresión, se produce una disrupción inmediata de la integridad vascular, acompañada de cambios en la permeabilidad capilar y en la regulación del flujo sanguíneo local. Estos eventos comprometen la oxigenación tisular y favorecen la expansión de la lesión en las



horas posteriores al trauma, especialmente en quemaduras de espesor parcial profundo y total<sup>8</sup>.

## Daño endotelial

El endotelio vascular desempeña un papel fundamental en la homeostasis microcirculatoria, regulando el tono vascular, la coagulación y la respuesta inflamatoria. En la quemadura, el calor directo y los mediadores inflamatorios inducen lesión endotelial, lo que altera la función de barrera y promueve la extravasación de líquidos y proteínas hacia el intersticio. Este aumento en la permeabilidad capilar contribuye al edema local y sistémico, así como a la hemoconcentración y reducción del volumen intravascular efectivo<sup>6</sup>.

Además, la activación endotelial favorece la expresión de moléculas de adhesión que facilitan la migración de neutrófilos, intensificando el daño inflamatorio. La lesión del endotelio también activa la cascada de la coagulación y el sistema del complemento, promoviendo la formación de microtrombos en la circulación dérmica. Estos fenómenos tromboticos agravan la obstrucción vascular y limitan el aporte de oxígeno a los tejidos viables circundantes. La combinación de inflamación, trombosis y disfunción endotelial constituye un mecanismo clave en la progresión de la zona de estasis hacia necrosis irreversible<sup>11</sup>.

## Isquemia y necrosis progresiva

La isquemia secundaria es un proceso dinámico que puede extender el daño más allá del área inicialmente afectada. La reducción del flujo sanguíneo, asociada al edema intersticial y la formación de microtrombos, genera hipoxia tisular sostenida. Si esta situación persiste, se desencadenan mecanismos de muerte celular por necrosis y apoptosis, ampliando la profundidad de la lesión en las primeras 24 a 72 horas posteriores a la quemadura<sup>4</sup>.

Este fenómeno explica por qué algunas quemaduras aparentemente superficiales pueden evolucionar hacia lesiones más profundas si no se manejan adecuadamente. La necrosis progresiva no solo implica destrucción estructural, sino también liberación adicional de mediadores inflamatorios y radicales libres, lo que perpetúa el ciclo de daño microvascular. La producción excesiva de especies reactivas de oxígeno contribuye al estrés oxidativo y a la disfunción mitocondrial, exacerbando la pérdida de viabilidad celular en los tejidos periféricos a la lesión principal<sup>11</sup>.

## Alteraciones en la perfusión

Las alteraciones en la perfusión tisular son consecuencia directa de la combinación de vasodilatación inicial, aumento de la permeabilidad capilar y posterior vasoconstricción refleja. En fases tempranas puede observarse hiperemia transitoria; sin embargo, el edema progresivo y la presión intersticial elevada pueden colapsar capilares, reduciendo significativamente el flujo sanguíneo local. En quemaduras circunferenciales profundas, esta alteración puede conducir a síndrome compartimental, comprometiendo aún más la irrigación distal<sup>6</sup>.



A nivel sistémico, la pérdida masiva de líquidos y proteínas contribuye a la disminución del gasto cardíaco y a la hipoperfusión orgánica. La reanimación hídrica adecuada busca restaurar el volumen intravascular y mejorar la perfusión tisular, limitando así la progresión del daño microvascular. Comprender estas alteraciones resulta esencial para establecer intervenciones tempranas que preserven la viabilidad tisular y mejoren el pronóstico funcional del paciente quemado<sup>8</sup>.

## Reparación tisular y cicatrización patológica

La reparación tisular es un proceso biológico complejo que tiene como objetivo restaurar la integridad estructural y funcional de la piel tras una lesión, como ocurre en pacientes con quemaduras. Este proceso se lleva a cabo mediante una serie de fases dinámicas y superpuestas que incluyen la inflamación, proliferación y remodelación. Cada una de estas etapas está regulada por una interacción coordinada entre células, citocinas y factores de crecimiento, los cuales determinan la calidad final de la cicatriz<sup>7,3</sup>.

### Fase inflamatoria

La reparación tisular es un proceso biológico complejo que busca restablecer la integridad de la piel tras una lesión, como ocurre en pacientes con quemaduras. La fase inflamatoria inicia inmediatamente después del daño tisular y se caracteriza por la hemostasia y la activación de la respuesta inmune. Durante esta etapa, se forma un coágulo de fibrina que actúa como matriz provisional, mientras que neutrófilos y macrófagos migran al sitio de la lesión para eliminar detritos y microorganismos.

Además, estas células liberan citocinas y factores de crecimiento como el factor de crecimiento transformante beta (TGF- $\beta$ ) y el factor derivado de plaquetas (PDGF), los cuales regulan la progresión hacia la siguiente fase. Una respuesta inflamatoria prolongada o desregulada puede favorecer la aparición de cicatrices patológicas<sup>7,17</sup>.

### Fase proliferativa (fibroproliferación)

La fase proliferativa, también conocida como fase de fibroproliferación, se caracteriza por la formación de tejido de granulación, angiogénesis y proliferación de fibroblastos. Estos últimos desempeñan un papel fundamental al sintetizar colágeno tipo III y otros componentes de la matriz extracelular que proporcionan soporte estructural al tejido en reparación.

Paralelamente, ocurre la reepitelización, proceso mediante el cual las células epiteliales migran y proliferan para restaurar la barrera cutánea. La actividad fibroproliferativa es esencial para la cicatrización adecuada; sin embargo, una regulación inadecuada puede conducir a una producción excesiva de matriz extracelular, sentando las bases para cicatrices anómalas<sup>3</sup>.

### Fase de remodelación

La fase de remodelación puede prolongarse durante meses o incluso años y se caracteriza por la reorganización del colágeno y la maduración del tejido



cicatricial. En esta etapa, el colágeno tipo III es reemplazado progresivamente por colágeno tipo I, lo que incrementa la resistencia tensil de la piel. Asimismo, disminuye la vascularización y se reorganizan las fibras colágenas en función de las líneas de tensión.

En condiciones normales, existe un equilibrio entre la síntesis y degradación de la matriz extracelular; sin embargo, cuando este balance se altera, pueden desarrollarse cicatrices patológicas<sup>7</sup>.

Cicatrización patológica: cicatriz hipertrófica y queloide

Las alteraciones en el proceso de cicatrización pueden dar lugar a cicatrices patológicas, principalmente cicatrices hipertróficas y queloides. Las cicatrices hipertróficas se caracterizan por una proliferación excesiva de fibroblastos y colágeno que permanece confinada a los límites de la herida original, mientras que los queloides presentan un crecimiento descontrolado que se extiende más allá de dichos límites.

Ambas condiciones se asocian con una respuesta fibroproliferativa persistente y una sobreexpresión de factores como TGF- $\beta$ , lo que perpetúa la inflamación y la producción de matriz extracelular. Estas alteraciones representan un reto importante en la cirugía estética reconstructiva en pacientes con quemaduras, debido a su impacto tanto funcional como estético<sup>16</sup>.

Bases fisiopatológicas de la deformidad postquemadura

Las deformidades postquemadura representan una consecuencia directa de la alteración en los procesos normales de reparación tisular, donde la interacción entre factores celulares, moleculares y biomecánicos conduce a una cicatrización anómala. Estas secuelas no solo implican cambios estructurales visibles, sino también comprometen la función de la piel, especialmente cuando afectan zonas articulares o regiones de alta movilidad.

Desde el punto de vista fisiopatológico, la fibrosis excesiva, la desorganización de la matriz extracelular y la pérdida de estructuras cutáneas especializadas son elementos clave en el desarrollo de estas deformidades, lo que plantea importantes desafíos en el contexto de la cirugía estética y reconstructiva en pacientes con quemaduras<sup>7,3</sup>.

Contracturas cicatriciales

Las contracturas cicatriciales constituyen una de las manifestaciones más frecuentes y discapacitantes en pacientes con quemaduras, y se originan a partir de una contracción excesiva del tejido cicatricial durante el proceso de reparación. Estas contracturas generan limitación del movimiento, deformidad funcional y alteraciones estéticas significativas, especialmente cuando se localizan en cuello, manos o grandes articulaciones.

Su desarrollo está estrechamente relacionado con la profundidad de la quemadura, el tiempo de cicatrización y la ausencia de intervenciones oportunas, como la cobertura temprana con injertos cutáneos<sup>4</sup>.



## Mecanismos biomecánicos

Desde una perspectiva biomecánica, las contracturas cicatriciales resultan de la interacción entre las fuerzas tensiles generadas durante la cicatrización y la rigidez del tejido cicatricial. La piel normal posee propiedades viscoelásticas que le permiten adaptarse a la tensión; sin embargo, en la cicatriz postquemadura estas propiedades se encuentran disminuidas debido a la alteración en la composición de la matriz extracelular.

La disposición desorganizada de las fibras colágenas y la disminución de elastina favorecen la transmisión de fuerzas de contracción sin una adecuada compensación, lo que conduce a retracción progresiva del tejido. Este fenómeno se ve agravado en zonas sometidas a movimiento constante, donde las fuerzas mecánicas perpetúan la deformidad<sup>16</sup>.

## Rol del miofibroblasto

El miofibroblasto es una célula clave en la fisiopatología de las contracturas cicatriciales, ya que combina características de fibroblastos y células musculares lisas. Estas células expresan actina de músculo liso alfa ( $\alpha$ -SMA), lo que les permite generar fuerzas contráctiles sobre la matriz extracelular.

Durante la cicatrización normal, los miofibroblastos desaparecen por apoptosis una vez que se ha logrado el cierre de la herida; sin embargo, en la cicatrización patológica persisten de manera prolongada, manteniendo la contracción del tejido. Esta actividad sostenida contribuye a la formación de cicatrices rígidas y retraídas, características de las secuelas postquemadura<sup>10</sup>.

## Alteraciones en la elasticidad y composición dérmica

La piel afectada por quemaduras presenta cambios significativos en su elasticidad y composición estructural, lo que repercute directamente en su funcionalidad. Estas alteraciones son consecuencia de una remodelación anómala de la matriz extracelular, en la cual se pierde el equilibrio entre los componentes estructurales, afectando la capacidad de la piel para resistir y adaptarse a las fuerzas mecánicas. Como resultado, el tejido cicatricial se vuelve más rígido, menos distensible y propenso a la formación de contracturas<sup>3</sup>.

## Cambios en colágeno I y III

En condiciones fisiológicas, el proceso de cicatrización implica una transición del colágeno tipo III, presente en etapas tempranas, hacia el colágeno tipo I, que proporciona mayor resistencia tensil. Sin embargo, en las cicatrices patológicas este proceso se encuentra alterado, con una sobreproducción de colágeno tipo I que se deposita de manera desorganizada. Este exceso de colágeno denso contribuye a la rigidez del tejido y a la pérdida de elasticidad, además de dificultar la correcta alineación de las fibras en función de las líneas de tensión de la piel<sup>7</sup>.

## Remodelación anómala



La remodelación anómala se caracteriza por un desequilibrio entre la síntesis y degradación de la matriz extracelular, mediado por alteraciones en la actividad de metaloproteinasas y sus inhibidores. Este desbalance favorece la acumulación excesiva de componentes fibróticos, lo que perpetúa la rigidez del tejido cicatricial.

Asimismo, la persistencia de señales profibróticas, como el TGF- $\beta$ , contribuye a mantener un estado de activación fibroblástica prolongada, lo que impide la adecuada maduración de la cicatriz y favorece la aparición de deformidades<sup>16</sup>.

### Cambios en pigmentación y anexos cutáneos

Las quemaduras también generan alteraciones importantes en la pigmentación de la piel y en sus estructuras anexas, lo que impacta significativamente el resultado estético final. Estas alteraciones son consecuencia del daño directo a los melanocitos y a las células madre localizadas en los anexos cutáneos, así como de la alteración en los mecanismos de regeneración tisular<sup>4</sup>.

### Alteraciones melanocíticas

Las alteraciones en la pigmentación pueden manifestarse como hiperpigmentación o hipopigmentación, dependiendo del grado de daño a los melanocitos y de su capacidad de recuperación. La hiperpigmentación suele estar asociada a una estimulación inflamatoria persistente, mientras que la hipopigmentación ocurre cuando existe una destrucción significativa de estas células.

Estas variaciones afectan de manera importante la apariencia estética, especialmente en pacientes con fototipos altos, y representan un desafío terapéutico en el manejo postquemadura<sup>16</sup>.

### Pérdida de glándulas y folículos

Finalmente, la destrucción de anexos cutáneos como folículos pilosos, glándulas sebáceas y glándulas sudoríparas tiene implicaciones funcionales relevantes. La pérdida de estas estructuras compromete la termorregulación, la hidratación y la protección de la piel, generando un tejido más seco, frágil y susceptible a lesiones.

Además, la ausencia de folículos pilosos limita la capacidad regenerativa de la piel, ya que estos actúan como reservorios de células madre, lo que dificulta la reparación adecuada y contribuye a la formación de cicatrices de menor calidad<sup>3</sup>.

### Evaluación preoperatoria en cirugía estética postquemadura

La evaluación preoperatoria en pacientes con secuelas de quemaduras es un componente fundamental para optimizar los resultados en cirugía estética y reconstructiva. Estos pacientes presentan alteraciones sistémicas y locales que pueden influir significativamente en la cicatrización, la integración de injertos o colgajos y el resultado funcional y estético final. Por ello, una valoración integral que incluya aspectos metabólicos, vasculares, tisulares y psicológicos permite



individualizar el tratamiento, reducir complicaciones y mejorar la satisfacción del paciente<sup>4,7</sup>.

#### Estado metabólico y nutricional

Los pacientes con quemaduras, especialmente aquellos con lesiones extensas, suelen presentar un estado hipermetabólico persistente que puede prolongarse incluso después de la fase aguda. Este estado se caracteriza por un aumento del gasto energético, catabolismo proteico y pérdida de masa muscular, lo que compromete la cicatrización y la respuesta inmunológica.

La evaluación nutricional debe incluir parámetros como albúmina sérica, prealbúmina, índice de masa corporal y balance nitrogenado. Una adecuada intervención nutricional preoperatoria es esencial para favorecer la síntesis de colágeno, la angiogénesis y la reparación tisular, reduciendo el riesgo de dehiscencia y complicaciones infecciosas<sup>4</sup>.

#### Evaluación vascular y calidad tisular

La calidad del lecho receptor es determinante en el éxito de los procedimientos reconstructivos. Las cicatrices postquemadura presentan alteraciones en la vascularización, con áreas de hipoperfusión y fibrosis que pueden comprometer la viabilidad de injertos y colgajos.

La evaluación clínica debe complementarse, en algunos casos, con estudios como Doppler o angiografía para valorar la perfusión tisular. Asimismo, es importante analizar la elasticidad, grosor, adherencias y grado de fibrosis del tejido cicatricial, ya que estos factores influyen en la planificación quirúrgica y en la selección de la técnica más adecuada<sup>7,3</sup>.

#### Valoración psicológica y expectativas del paciente

El impacto psicológico de las quemaduras es significativo y puede incluir ansiedad, depresión, trastorno de estrés postraumático y alteraciones en la imagen corporal. Por ello, la evaluación preoperatoria debe considerar el estado emocional del paciente, su grado de adaptación a las secuelas y sus expectativas respecto al resultado quirúrgico.

Es fundamental establecer objetivos realistas y asegurar una adecuada comunicación médico-paciente, ya que expectativas irreales pueden afectar la percepción del resultado y la satisfacción postoperatoria. En algunos casos, es recomendable la intervención de un equipo multidisciplinario que incluya apoyo psicológico o psiquiátrico<sup>12</sup>.

#### Tiempo óptimo para intervención

La determinación del momento adecuado para realizar una intervención estética o reconstructiva es crucial en pacientes postquemadura. Generalmente, se recomienda esperar a que la cicatriz haya alcanzado una fase de maduración, lo cual puede tomar entre 6 y 18 meses, dependiendo de la extensión y profundidad de la lesión.



Intervenir de forma prematura puede aumentar el riesgo de recurrencia de contracturas y resultados subóptimos debido a la actividad fibroproliferativa persistente. No obstante, en casos de contracturas severas que comprometen la función, puede ser necesaria una intervención temprana. La decisión debe individualizarse, considerando el equilibrio entre la maduración cicatricial y la necesidad funcional del paciente<sup>16</sup>.

## Principios quirúrgicos en el paciente quemado

El manejo quirúrgico del paciente con secuelas de quemaduras se fundamenta en principios reconstructivos orientados a restaurar la función, mejorar la estética y optimizar la calidad de vida. A diferencia de otros escenarios en cirugía estética, estos pacientes presentan alteraciones complejas en la vascularización, elasticidad y composición tisular, lo que obliga a una planificación quirúrgica cuidadosa e individualizada.

El abordaje reconstructivo debe considerar la maduración de la cicatriz, la disponibilidad de tejidos sanos, la localización anatómica y las necesidades funcionales del paciente. Asimismo, es fundamental aplicar el concepto de “reconstrucción escalonada”, priorizando la liberación de contracturas y la restauración funcional antes de abordar refinamientos estéticos<sup>7,4</sup>.

## Manejo del tejido cicatricial

El tejido cicatricial postquemadura se caracteriza por fibrosis, disminución de elasticidad, alteraciones en la vascularización y desorganización de la matriz extracelular. Su manejo quirúrgico implica la resección parcial o total de la cicatriz patológica, especialmente cuando esta limita la función o produce deformidad significativa.

Sin embargo, la simple escisión no es suficiente, ya que puede dar lugar a recurrencia si no se acompaña de una adecuada reconstrucción. Es esencial evaluar la calidad del tejido circundante y planificar la cobertura con técnicas que aporten tejido sano, bien vascularizado y con características similares a la zona afectada.

Además, deben considerarse medidas adyuvantes como la terapia compresiva, láser o infiltración con esteroides para modular la respuesta cicatricial<sup>16</sup>.

## Técnicas de liberación de contracturas

La liberación de contracturas constituye uno de los pilares en la cirugía reconstructiva del paciente quemado, ya que permite restaurar la movilidad y corregir deformidades. Estas técnicas deben adaptarse a la localización y severidad de la contractura, así como a la disponibilidad de tejido adyacente.

Las Z-plastias son una técnica clásica y ampliamente utilizada que permite alargar la cicatriz y cambiar su orientación mediante la transposición de colgajos triangulares. Este procedimiento redistribuye las fuerzas de tensión y mejora la funcionalidad, siendo especialmente útil en contracturas lineales o en zonas como cuello y extremidades.



Su principal ventaja es la simplicidad técnica y la preservación de tejido local, aunque su efectividad puede ser limitada en contracturas extensas o profundas<sup>14</sup>.

Los colgajos locales y regionales representan una opción más robusta cuando existe déficit de tejido o cuando las contracturas son severas. Estos colgajos aportan tejido bien vascularizado, lo que mejora la cicatrización y reduce el riesgo de recurrencia.

Los colgajos locales, como los de avance o rotación, son útiles en defectos pequeños a moderados, mientras que los colgajos regionales permiten cubrir áreas más extensas. La selección del colgajo depende de la anatomía vascular, la disponibilidad de tejido y los requerimientos funcionales de la zona afectada<sup>7</sup>.

La expansión tisular es una técnica que permite generar tejido adicional mediante la colocación de expansores subcutáneos que se llenan progresivamente con solución salina. Este método es especialmente útil en reconstrucción estética, ya que el tejido expandido presenta características similares en color, textura y grosor al área circundante.

Además, permite obtener cobertura suficiente para defectos amplios sin necesidad de recurrir a zonas donadoras distantes. Sin embargo, requiere múltiples procedimientos y un adecuado seguimiento, además de presentar riesgos como infección o exposición del expansor<sup>15</sup>.

#### Injertos cutáneos y sustitutos dérmicos

Los injertos cutáneos continúan siendo una herramienta fundamental en la reconstrucción del paciente quemado. Estos pueden clasificarse en injertos de espesor parcial y total, dependiendo de la cantidad de dermis incluida.

Los injertos de espesor parcial son más fáciles de integrar y permiten cubrir grandes superficies, aunque presentan mayor riesgo de retracción secundaria. Por otro lado, los injertos de espesor total ofrecen mejores resultados estéticos y menor contracción, siendo preferibles en áreas funcionales y visibles.

En los últimos años, los sustitutos dérmicos han cobrado relevancia como alternativa o complemento a los injertos tradicionales. Estos materiales, como las matrices dérmicas acelulares, favorecen la regeneración tisular al proporcionar un andamiaje para la migración celular y la neovascularización.

Su uso ha demostrado mejorar la calidad de la cicatriz, disminuir la contractura y optimizar los resultados funcionales, especialmente en quemaduras profundas o en reconstrucciones complejas<sup>13</sup>.

#### Transferencia de grasa y lipoinjerto regenerativo

La transferencia de grasa autóloga, también conocida como lipoinjerto, ha emergido como una técnica innovadora en el manejo de secuelas postquemadura. Más allá de su función como relleno volumétrico, el tejido adiposo contiene células madre mesenquimales y factores de crecimiento que promueven la regeneración tisular.



Estos componentes contribuyen a mejorar la calidad de la piel cicatricial, aumentando la elasticidad, reduciendo la fibrosis y favoreciendo la vascularización.

El lipoinjerto regenerativo se ha utilizado con éxito en el tratamiento de cicatrices rígidas, deprimidas o adheridas, así como en la corrección de irregularidades del contorno. Además, puede combinarse con otras técnicas reconstructivas para potenciar los resultados.

No obstante, su efectividad depende de factores como la técnica de obtención, procesamiento e infiltración de la grasa, así como de la viabilidad del tejido receptor<sup>2,18</sup>.

En conjunto, los principios quirúrgicos en el paciente quemado requieren un enfoque integral que combine técnicas tradicionales y avances en medicina regenerativa. La correcta selección de la estrategia quirúrgica, basada en una evaluación individualizada, permite no solo restaurar la función, sino también mejorar significativamente la apariencia estética y la calidad de vida del paciente.

#### Complicaciones y riesgos aumentados

Los pacientes con secuelas de quemaduras presentan un riesgo incrementado de complicaciones quirúrgicas debido a las alteraciones estructurales y funcionales de la piel cicatricial. Factores como la disminución de la vascularización, la fibrosis, la alteración de la matriz extracelular y el estado inflamatorio persistente condicionan una respuesta tisular diferente a la de la piel sana.

En este contexto, la cirugía estética y reconstructiva en estos pacientes requiere una valoración cuidadosa y un seguimiento estrecho, ya que las complicaciones pueden comprometer tanto el resultado funcional como el estético. La comprensión de estos riesgos permite implementar estrategias preventivas y optimizar los resultados quirúrgicos<sup>4,7</sup>.

#### Alteraciones en cicatrización

Las alteraciones en la cicatrización son una de las complicaciones más frecuentes en pacientes postquemadura, debido a la desregulación de las fases normales de reparación tisular. La persistencia de un estado inflamatorio, la actividad fibroproliferativa excesiva y la alteración en la síntesis de colágeno contribuyen a una cicatrización deficiente o retardada.

Clínicamente, esto puede manifestarse como dehiscencia de la herida, cicatrización prolongada o formación de cicatrices de mala calidad. Además, factores sistémicos como la desnutrición, infecciones o comorbilidades pueden agravar este problema, incrementando el riesgo de complicaciones postoperatorias<sup>3</sup>.

#### Necrosis tisular

La necrosis tisular representa una complicación grave que puede comprometer la viabilidad de injertos, colgajos o tejidos intervenidos. En la piel cicatricial



postquemadura, la vascularización suele estar comprometida debido a la fibrosis y a la alteración de la microcirculación, lo que reduce el aporte de oxígeno y nutrientes.

Esto incrementa la susceptibilidad a la isquemia, especialmente en procedimientos que implican movilización de tejidos o tensión excesiva en las suturas. La necrosis puede manifestarse como pérdida parcial o total del tejido intervenido, lo que puede requerir reintervenciones y prolongar significativamente la recuperación del paciente<sup>7</sup>.

#### Recurrencia de contracturas

La recurrencia de contracturas es una complicación frecuente en la cirugía reconstructiva postquemadura y se asocia principalmente a la persistencia de los mecanismos fisiopatológicos subyacentes, como la actividad prolongada de los miofibroblastos y la remodelación anómala del colágeno.

Aunque las técnicas quirúrgicas permiten liberar la contractura, la falta de un manejo integral que incluya rehabilitación, terapia física y medidas preventivas puede favorecer la reaparición de la deformidad. Asimismo, la intervención en etapas tempranas de la cicatrización o en tejidos aún inmaduros incrementa el riesgo de recurrencia, lo que subraya la importancia de una adecuada selección del momento quirúrgico<sup>16</sup>.

#### Hipertrofia cicatricial secundaria

La hipertrofia cicatricial secundaria puede desarrollarse tras procedimientos quirúrgicos en pacientes con predisposición a cicatrización patológica. Esta complicación se caracteriza por una proliferación excesiva de fibroblastos y depósito desorganizado de colágeno, lo que da lugar a cicatrices elevadas, eritematosas y, en ocasiones, sintomáticas.

Factores como la tensión mecánica, la inflamación persistente y la predisposición genética influyen en su aparición. La prevención y manejo de esta complicación incluyen estrategias como el uso de láminas de silicona, terapia compresiva, infiltraciones con corticosteroides y, en algunos casos, tratamiento con láser, con el objetivo de modular la respuesta cicatricial y mejorar el resultado estético<sup>4</sup>.

#### Enfoques innovadores y medicina regenerativa

En los últimos años, el manejo de las secuelas postquemadura ha evolucionado significativamente gracias al desarrollo de terapias basadas en la medicina regenerativa. Estos enfoques buscan no solo reparar el tejido dañado, sino también restaurar sus propiedades funcionales y estéticas mediante la modulación de los procesos celulares y moleculares involucrados en la cicatrización.

La integración de terapias avanzadas con técnicas quirúrgicas tradicionales ha permitido mejorar la calidad de la piel cicatricial, reducir la fibrosis y optimizar los resultados a largo plazo en pacientes con quemaduras<sup>3,7</sup>.

#### Terapia celular y factores de crecimiento



La terapia celular ha emergido como una estrategia prometedora en la regeneración tisular, particularmente mediante el uso de células madre mesenquimales derivadas de médula ósea o tejido adiposo. Estas células tienen la capacidad de diferenciarse en múltiples líneas celulares y, además, secretan factores de crecimiento y citocinas que modulan la inflamación, estimulan la angiogénesis y favorecen la regeneración de la matriz extracelular.

Entre los factores de crecimiento más relevantes se encuentran el factor de crecimiento transformante beta (TGF- $\beta$ ), el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) y el factor derivado de plaquetas (PDGF), los cuales participan activamente en la proliferación celular y la reparación tisular.

Estas terapias han demostrado mejorar la calidad de las cicatrices, aumentar la elasticidad de la piel y disminuir la fibrosis, aunque aún se requieren más estudios para estandarizar sus indicaciones y protocolos<sup>18,3</sup>.

### Matrices dérmicas acelulares

Las matrices dérmicas acelulares representan una alternativa innovadora en la reconstrucción de defectos cutáneos complejos. Estos biomateriales actúan como un andamiaje biológico que permite la migración celular, la neovascularización y la regeneración del tejido dérmico.

Su uso es particularmente útil en quemaduras profundas y en áreas con déficit de tejido, donde los injertos tradicionales pueden no ofrecer resultados óptimos. Las matrices dérmicas contribuyen a mejorar la calidad de la cicatriz, disminuir la contractura y favorecer una mejor integración con los tejidos circundantes.

Además, pueden combinarse con injertos cutáneos o terapias celulares para potenciar sus efectos regenerativos<sup>13</sup>.

### Láser y remodelación cicatricial

El uso de tecnologías láser ha revolucionado el tratamiento de cicatrices postquemadura, al permitir una remodelación controlada del tejido cicatricial. Los láseres fraccionados, tanto ablativos como no ablativos, actúan mediante la inducción de microlesiones térmicas que estimulan la reorganización del colágeno y la regeneración tisular.

Este proceso mejora la textura, elasticidad y apariencia de la cicatriz, además de reducir síntomas como prurito y dolor. El tratamiento con láser también puede combinarse con otras terapias, como el uso de corticosteroides o factores de crecimiento, para optimizar los resultados.

Su aplicación requiere una adecuada selección del paciente y del tipo de cicatriz, así como un seguimiento continuo para evaluar la respuesta terapéutica<sup>16</sup>.

### Consideraciones éticas y psicosociales

El abordaje de pacientes con secuelas de quemaduras no debe limitarse únicamente a los aspectos físicos, sino que debe integrar consideraciones éticas y psicosociales que influyen directamente en la toma de decisiones y en los resultados del tratamiento.



Las quemaduras generan un impacto profundo en la vida del paciente, afectando su identidad, autoestima y relaciones sociales. Por ello, es fundamental adoptar un enfoque centrado en el paciente que contemple no solo la reconstrucción física, sino también el bienestar emocional y social<sup>12</sup>.

### Imagen corporal

Las alteraciones en la imagen corporal son una de las principales consecuencias psicológicas en pacientes con quemaduras. Las cicatrices visibles, las deformidades y la pérdida de características anatómicas pueden generar sentimientos de vergüenza, rechazo social y disminución de la autoestima.

La cirugía estética reconstructiva juega un papel importante en la mejora de la percepción corporal; sin embargo, es esencial evaluar las expectativas del paciente y promover una adaptación psicológica adecuada, evitando generar falsas expectativas sobre los resultados<sup>12</sup>.

### Calidad de vida

La calidad de vida en pacientes postquemadura se ve afectada tanto por las limitaciones físicas como por el impacto emocional de las secuelas. Factores como el dolor crónico, la restricción funcional, el estigma social y las dificultades en la reintegración laboral pueden influir negativamente en el bienestar general del paciente.

Las intervenciones quirúrgicas y no quirúrgicas deben orientarse a mejorar no solo la apariencia estética, sino también la funcionalidad y la calidad de vida, mediante un enfoque integral y multidisciplinario<sup>4</sup>.

### Consentimiento informado en pacientes vulnerables

El consentimiento informado adquiere una relevancia particular en pacientes con quemaduras, quienes pueden encontrarse en una situación de vulnerabilidad física y emocional. Es fundamental garantizar que el paciente comprenda plenamente los objetivos, riesgos, beneficios y limitaciones de los procedimientos propuestos.

Asimismo, debe respetarse su autonomía y asegurar que la decisión sea tomada de manera libre y sin coerción. En algunos casos, puede ser necesario involucrar a familiares o a un equipo interdisciplinario para apoyar el proceso de toma de decisiones, especialmente cuando existen alteraciones psicológicas o expectativas poco realistas<sup>7</sup>.

## 4. DISCUSIÓN

La cirugía estética y reconstructiva en pacientes con secuelas de quemaduras representa un campo complejo en el que convergen la fisiopatología de la cicatrización, la respuesta inflamatoria crónica y la aplicación de técnicas quirúrgicas especializadas. La comprensión profunda de los mecanismos biológicos subyacentes, como la inflamación persistente, la actividad prolongada de los miofibroblastos y la remodelación anómala del colágeno, resulta fundamental para seleccionar y adaptar las estrategias terapéuticas más



adecuadas. En este contexto, la integración entre fisiopatología y técnica quirúrgica permite no solo corregir deformidades visibles, sino también intervenir sobre los procesos celulares y moleculares responsables de la perpetuación de la cicatrización patológica, optimizando así los resultados funcionales y estéticos<sup>7,16</sup>.

Desde esta perspectiva, procedimientos como la liberación de contracturas, el uso de colgajos, injertos cutáneos y expansión tisular deben comprenderse como intervenciones capaces de modificar el entorno biomecánico y biológico del tejido cicatricial. La liberación de contracturas disminuye las fuerzas tensiles que estimulan la actividad fibroproliferativa, mientras que los colgajos vascularizados mejoran la perfusión tisular y reducen el riesgo de necrosis y recurrencia. Asimismo, el empleo de injertos cutáneos y sustitutos dérmicos contribuye a restablecer parcialmente la arquitectura de la piel y disminuir la rigidez cicatricial. En concordancia con Eming et al. y Rigotti et al., las terapias regenerativas han ampliado el enfoque reconstructivo tradicional al incorporar estrategias dirigidas a modular la inflamación y favorecer la regeneración tisular<sup>3,18</sup>.

De igual manera, el lipoinjerto regenerativo y las matrices dérmicas acelulares representan avances relevantes dentro de la cirugía reconstructiva postquemadura. Estas terapias no solo actúan como herramientas de cobertura o relleno, sino que también ejercen efectos biológicos mediante la liberación de factores de crecimiento y la estimulación de procesos angiogénicos y reparativos. En consecuencia, se observa una transición progresiva desde un enfoque exclusivamente reconstructivo hacia uno regenerativo, orientado a restaurar las propiedades funcionales y biomecánicas del tejido dañado. Sin embargo, aunque los resultados clínicos reportados son prometedores, aún existe variabilidad en cuanto a protocolos, técnicas y criterios de evaluación, lo que dificulta establecer recomendaciones universales<sup>3,13</sup>.

A pesar de los avances científicos y tecnológicos alcanzados en los últimos años, persisten importantes vacíos en la literatura relacionados con el manejo integral de las secuelas postquemadura. Uno de los principales desafíos corresponde a la falta de estandarización de los protocolos terapéuticos, particularmente en terapias regenerativas basadas en células madre, biomateriales y factores de crecimiento. La heterogeneidad metodológica de los estudios, el tamaño reducido de las muestras y la ausencia de seguimientos prolongados limitan la comparación de resultados y dificultan la construcción de guías clínicas fundamentadas en evidencia robusta<sup>4</sup>.

Asimismo, persiste una comprensión limitada de los mecanismos moleculares específicos que regulan la transición entre una cicatrización fisiológica y una cicatrización patológica. Aunque se reconoce el papel central de mediadores como TGF- $\beta$  y de la actividad fibroblástica persistente, todavía no se han identificado completamente los factores que determinan la progresión hacia fibrosis excesiva y contracturas severas. Esta limitación restringe el desarrollo de terapias dirigidas y evidencia la necesidad de profundizar en investigaciones



translacionales orientadas a comprender los procesos celulares implicados en la reparación tisular<sup>16</sup>.

Otro aspecto relevante corresponde a la limitada integración de variables psicosociales dentro de la evaluación de los resultados quirúrgicos. La mayoría de los estudios prioriza parámetros clínicos y estéticos, dejando en segundo plano elementos como la percepción corporal, la adaptación emocional, la autoestima y la calidad de vida del paciente. Sin embargo, las secuelas de las quemaduras generan un impacto psicológico significativo que influye directamente en la satisfacción postoperatoria y en la reintegración social. En este sentido, la incorporación de instrumentos estandarizados para evaluar calidad de vida y bienestar emocional permitiría obtener una visión más integral de los resultados terapéuticos<sup>12</sup>.

En relación con las líneas futuras de investigación, se evidencia un creciente interés en el desarrollo de terapias personalizadas sustentadas en medicina regenerativa e ingeniería de tejidos. La combinación de células madre mesenquimales, biomateriales y factores de crecimiento podría favorecer la creación de sustitutos cutáneos más funcionales, con mejor integración tisular y menor riesgo de fibrosis. Del mismo modo, el estudio de moduladores moleculares dirigidos a inhibir vías profibróticas, como TGF- $\beta$  y otros reguladores de la actividad fibroblástica, podría abrir nuevas posibilidades terapéuticas orientadas a prevenir la formación de cicatrices hipertróficas y contracturas patológicas<sup>18</sup>.

Además, tecnologías emergentes como la bioimpresión tridimensional de tejidos, la fabricación de biomateriales inteligentes y la aplicación de inteligencia artificial para planificación reconstructiva representan áreas de alto potencial en el tratamiento postquemadura. Estas herramientas podrían optimizar la selección de técnicas quirúrgicas, mejorar la predicción de resultados y favorecer tratamientos más individualizados. No obstante, su implementación clínica aún requiere validación mediante estudios prospectivos y ensayos clínicos controlados que demuestren su eficacia y seguridad a largo plazo.

Finalmente, el abordaje de pacientes con secuelas de quemaduras debe consolidarse desde una perspectiva multidisciplinaria e integral. La interacción entre cirugía reconstructiva, rehabilitación física, apoyo psicológico, terapia ocupacional y medicina regenerativa constituye un elemento esencial para mejorar no solo los resultados estéticos y funcionales, sino también la calidad de vida y reintegración social del paciente. En consecuencia, el futuro de la cirugía estética reconstructiva postquemadura dependerá de la capacidad de integrar avances biotecnológicos con estrategias terapéuticas centradas en las necesidades físicas, emocionales y sociales de cada individuo.

## 5. CONCLUSIONES

La cirugía estética y reconstructiva en pacientes con secuelas de quemaduras constituye un campo complejo que requiere la integración de conocimientos fisiopatológicos, habilidades quirúrgicas avanzadas y un enfoque multidisciplinario centrado en el paciente. A lo largo de esta revisión, se ha



evidenciado que las alteraciones en la cicatrización, caracterizadas por inflamación persistente, actividad fibroproliferativa desregulada y remodelación anómala del colágeno, son la base del desarrollo de deformidades postquemadura. Estas alteraciones no solo condicionan el resultado estético, sino que también impactan de manera significativa la funcionalidad y la calidad de vida de los pacientes. El abordaje quirúrgico debe fundamentarse en principios que prioricen la restauración funcional mediante la liberación de contracturas, el uso adecuado de injertos y colgajos, y la optimización de la calidad tisular. En este contexto, técnicas como la expansión tisular y el lipoinjerto han ampliado las posibilidades reconstructivas, permitiendo resultados más armónicos y personalizados. Asimismo, la adecuada evaluación preoperatoria, que incluya el estado metabólico, la calidad del tejido y las expectativas del paciente, es esencial para minimizar complicaciones y mejorar los resultados a largo plazo.

Por otra parte, los avances en medicina regenerativa han abierto nuevas perspectivas en el tratamiento de las cicatrices postquemadura. El uso de terapias celulares, matrices dérmicas acelulares y tecnologías como el láser ha demostrado potencial para mejorar la calidad de la cicatriz y modular los procesos de reparación tisular. Sin embargo, aún existen limitaciones en cuanto a la estandarización de estas terapias y la evidencia clínica disponible, lo que resalta la necesidad de investigaciones adicionales que permitan consolidar su aplicación en la práctica clínica. Finalmente, es fundamental reconocer la dimensión ética y psicosocial en el manejo de estos pacientes. La afectación de la imagen corporal y la calidad de vida requiere un abordaje integral que incluya apoyo psicológico y una adecuada comunicación médico-paciente. El establecimiento de expectativas realistas y el respeto al consentimiento informado son pilares esenciales para garantizar una atención ética y centrada en el bienestar del paciente. En conjunto, el manejo integral de las secuelas por quemaduras debe orientarse no solo a la reconstrucción física, sino también a la rehabilitación funcional y emocional, con el objetivo de lograr una reintegración plena del paciente a su entorno social.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Herndon DN. Total Burn Care. 5th ed. Elsevier; 2018.
2. Jeschke MG, van Baar ME, Choudhry MA, et al. Burn injury. Nat Rev Dis Primers. 2020;6(1):11. doi:10.1038/s41572-020-0145-5
3. Gauglitz GG, Korting HC, Pavicic T, et al. Hypertrophic scarring and keloids. Mol Med. 2011;17(1-2):113-125. doi:10.2119/molmed.2009.00153
4. Wallace HJ, Fear MW, Crowe MM. Scar outcome prediction. Burns. 2017;43(6):1190-1198.
5. Branski LK, Herndon DN, Pereira C, et al. Longitudinal assessment of hypertrophic scar formation after burn injury. Ann Surg. 2009;249(5):770-776. doi:10.1097/SLA.0b013e3181a38c30
6. Gurtner GC, Werner S, Barrandon Y, Longaker MT. Wound repair and regeneration. Nature. 2008;453(7193):314-321. doi:10.1038/nature07039



7. Eming SA, Martin P, Tomic-Canic M. Wound repair and regeneration. *Sci Transl Med.* 2014;6(265):265sr6. doi:10.1126/scitranslmed.3009337
8. Finnerty CC, Jeschke MG, Branski LK, et al. Hypertrophic scarring. *Lancet.* 2016;388(10052):1427-1436. doi:10.1016/S0140-6736(16)31406-4
9. Hettiaratchy S, Dziewulski P. Pathophysiology and types of burns. *BMJ.* 2004;328(7453):1427-1429.
10. Greenhalgh DG. Management of burns. *N Engl J Med.* 2019;380(24):2349-2359.
11. Reinke JM, Sorg H. Wound repair. *Eur Surg Res.* 2012;49(1):35-43.
12. Ogawa R. Keloid and hypertrophic scars. *Int J Mol Sci.* 2017;18(3):606.
13. Hinz B. The role of myofibroblasts. *Curr Res Transl Med.* 2016;64(4):171-177.
14. Lawrence JW, Rosenberg L, Mason ST, Fauerbach JA. Stigmatizing behavior in burn patients. *Body Image.* 2012;9(1):70-73.
15. Mustoe TA, Cooter RD, Gold MH, et al. Scar management. *Plast Reconstr Surg.* 2002;110(2):560-571.
16. Neumann CG. Skin expansion. *Plast Reconstr Surg.* 1957;19(2):124-130.
17. Moiemens NS, Yarrow J, Hodgson E. Dermal replacement in burns. *BMJ.* 2011;343:d5344.
18. Coleman SR. Structural fat grafting: More than a permanent filler. *Plast Reconstr Surg.* 2006;118(3 Suppl):108S-120S. doi:10.1097/01.prs.0000234610.81672.e7
19. Rigotti G, Marchi A, Galiè M, et al. Lipoaspirate transplant. *Plast Reconstr Surg.* 2007;119(5):1409-1422.

**Conflicto de Intereses:** Los autores aseguran que no existen conflictos de intereses vinculados a este estudio y que todos los procedimientos realizados cumplen con los estándares éticos exigidos por la revista. Además, certifican que este trabajo es original y no ha sido publicado previamente, ni en parte ni en su totalidad, en ninguna otra fuente.

**Financiación:** Los autores declaran que este estudio no recibió ningún tipo de financiación externa por parte de agencias públicas, privadas, ni de organizaciones sin ánimo de lucro. Todas las actividades de investigación, análisis y desarrollo fueron realizadas con recursos propios.

#### CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA:

Autor: José Ángel Angulo Camacho (JAAC), Alfredo Ibarra Sánchez (AIS)

Conceptualización: (JAAC)

Curación de datos: (AIS)

Análisis formal: (JAAC)

Adquisición de fondos: (AIS)

Investigación: (JAAC) (AIS)

Metodología: (AIS)

Administración del proyecto: (JAAC)

Recursos: (JAAC) (AIS)

Software: (AIS)

Supervisión: (JAAC)

Validación: (AIS)

Visualización: (JAAC)

Redacción - borrador original: (JAAC) (AIS)

Redacción - revisión y edición: (JAAC) (AIS)