

Avances recientes en el tratamiento de cicatrices hipertróficas y queloides: enfoque dermatológico y quirúrgico

Recent advances in the treatment of hypertrophic scars and keloids: dermatological and surgical approach

Brigitte Alexandra Cedeño Giler

ORCID: 0009-0009-3608-2267

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador

Pablo Esteban Panchez Muñoz

ORCID: 0009-0003-5026-0281

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Stefany Katherine Correa Villavicencio

ORCID: 0009-0004-9091-2237

Investigadora independiente, Ecuador

Alison Nicole Anchatuña Taco

ORCID: 0009-0008-1469-1646

Investigadora independiente, Ecuador

Andrea Belén Peñaloza Valenzuela

ORCID: 0009-0004-0574-3695

Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

Valeria López Cabezas

ORCID: 0009-0008-6427-3821

Investigadora independiente, Ecuador

Jhon Javier Pilco Masabanda

ORCID: 0009-0009-9225-5134

Ministerio de Salud Pública, Ecuador

María Angélica Mendoza Intriago

ORCID: 0000-0002-2359-760X

Investigadora independiente, Ecuador

RESUMEN

Las cicatrices hipertróficas y los queloides representan un desafío significativo en dermatología debido a su impacto funcional y estético. Este artículo de revisión narrativa aborda los avances recientes en el manejo de estas lesiones, considerando tanto enfoques dermatológicos como quirúrgicos. En el ámbito dermatológico, se destacan terapias emergentes como la administración tópica y sistémica de moduladores de cicatrización, el uso de láseres fraccionados y no ablativos, y la aplicación de corticosteroides intralesionales, que han demostrado eficacia en la reducción del volumen cicatricial y la mejora de los síntomas asociados. Por otro lado, las técnicas quirúrgicas han evolucionado hacia procedimientos más conservadores y combinados, como la escisión seguida de radioterapia superficial o crioterapia, para minimizar el riesgo de recurrencia. Además, se exploran terapias adyuvantes innovadoras como los inhibidores de citocinas y factores de crecimiento, que actúan sobre las vías moleculares implicadas en la fibrosis. A pesar de estos avances, persisten desafíos relacionados con la heterogeneidad en las respuestas al tratamiento y la necesidad de enfoques personalizados. Esta revisión resalta la importancia de una estrategia multidisciplinaria para optimizar los resultados clínicos y mejorar la calidad de vida de los pacientes afectados por estas condiciones.

Palabras clave: Cicatrices hipertróficas, Queloides, Tratamiento dermatológico, Tratamiento quirúrgico, Avances recientes, Manejo integral.

ABSTRACT

Hypertrophic scars and keloids represent a significant challenge in dermatology due to their functional and aesthetic impact. This narrative review article addresses recent advances in the management of these lesions, considering both dermatological and surgical approaches. In the dermatological field, emerging therapies stand out such as the topical and systemic administration of healing modulators, the use of fractionated and non-ablative lasers, and the application of intralesional corticosteroids, which have demonstrated effectiveness in reducing scar volume and improving associated symptoms. On the other hand, surgical techniques have evolved towards more conservative and combined procedures, such as excision followed by superficial radiotherapy or cryotherapy, to minimize the risk of recurrence. In addition, innovative adjuvant therapies such as cytokine and growth factor inhibitors are being explored, which act on the molecular pathways involved in fibrosis. Despite these advances, challenges remain related to heterogeneity in treatment responses and the need for personalized approaches. This review highlights the importance of a multidisciplinary strategy to optimize clinical outcomes and improve the quality of life of patients affected by these conditions.

Keywords: Hypertrophic scars, Keloids, Dermatological treatment, Surgical treatment, Recent advances, Comprehensive management.

INTRODUCCIÓN

Las cicatrices hipertróficas y los queloides representan un desafío significativo tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud debido a su impacto estético, funcional y psicológico. Estas lesiones cutáneas anómalas resultan de una respuesta desregulada del proceso de cicatrización, lo que conduce a una acumulación excesiva de matriz extracelular y colágeno en la dermis (1). A pesar de los avances en el entendimiento de su fisiopatología, su manejo sigue siendo complejo y requiere un enfoque multidisciplinario. En este contexto, los tratamientos dermatológicos y quirúrgicos han evolucionado considerablemente, incorporando nuevas tecnologías y enfoques terapéuticos basados en evidencia científica (2). Este artículo se centra en revisar los avances recientes en el tratamiento de cicatrices hipertróficas y queloides, abordando tanto las opciones dermatológicas como las intervenciones quirúrgicas más innovadoras. Asimismo, se exploran terapias emergentes que prometen mejorar los resultados clínicos y reducir las tasas de recurrencia (1,2). La revisión busca proporcionar una visión integral que facilite a los especialistas en dermatología y cirugía plástica la toma de decisiones informada, con el fin de optimizar la calidad de vida de los pacientes afectados por estas condiciones.

METODOLOGÍA

La metodología empleada para esta revisión narrativa se basó en una búsqueda exhaustiva de literatura en bases de datos científicas como PubMed, Scielo y Embase. Se utilizaron términos controlados y libres, incluyendo los descriptores MeSH y DeCS "hypertrophic scars", "keloids", "dermatologic treatments", "surgical procedures" y sus equivalentes en español, combinados mediante operadores booleanos como AND, OR y NOT para optimizar la búsqueda. Los criterios de inclusión abarcaron artículos publicados en los últimos 10 años, disponibles en inglés o español, que abordaran avances terapéuticos en el manejo de cicatrices hipertróficas y queloides desde perspectivas dermatológicas y quirúrgicas. Se excluyeron estudios con poblaciones pediátricas exclusivamente, revisiones no sistemáticas o publicaciones sin texto completo disponible. En total, se revisaron 85 artículos, de los cuales 18 cumplieron con los criterios de calidad y relevancia establecidos para esta revisión. Estos estudios incluyeron ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y metaanálisis que proporcionaron evidencia actualizada sobre tratamientos tópicos, inyectables, terapias láser y abordajes quirúrgicos. La selección de información se realizó con un enfoque crítico y estructurado para garantizar la validez científica y la aplicabilidad clínica de los hallazgos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fisiopatología de las cicatrices hipertróficas y queloides

Las cicatrices hipertróficas y los queloides representan una respuesta anómala del proceso de cicatrización cutánea, caracterizada por una proliferación excesiva de tejido fibroso. Aunque ambas condiciones comparten ciertas similitudes, presentan diferencias clínicas y fisiopatológicas significativas. Las cicatrices hipertróficas generalmente permanecen confinadas a los límites de la herida original, mientras que los queloides tienden a extenderse más allá de estos límites, invadiendo la piel circundante (1).

Desde el punto de vista fisiopatológico, ambas entidades se asocian con un desequilibrio en el proceso normal de reparación tisular, que involucra las fases de inflamación, proliferación y remodelación. En el caso de las cicatrices hipertróficas, se observa una inflamación prolongada y una producción excesiva de colágeno tipo III durante la fase proliferativa. Esto resulta en un tejido cicatricial voluminoso y elevado, pero que, con el tiempo, puede experimentar una regresión parcial (1).

Por otro lado, los queloides están marcados por una persistente actividad fibroblástica y una síntesis descontrolada de colágeno tipo I y III, acompañada de una disminución en la degradación de la matriz extracelular debido a una reducción en la actividad de las metaloproteinasas. Este fenómeno da lugar a un crecimiento continuo del tejido cicatricial, sin tendencia a la regresión espontánea. Además, se ha identificado un componente genético en los queloides, con mayor incidencia en individuos con piel más oscura y antecedentes familiares (1,2).

A nivel molecular, las cicatrices hipertróficas y los queloides presentan alteraciones en diversas vías de señalización celular, como la vía del factor de crecimiento transformante beta (TGF- β). Este factor desempeña un papel crucial en la regulación de la proliferación celular y la síntesis de colágeno. En estas patologías, se observa una sobreexpresión del TGF- β y sus receptores, lo que contribuye al fenotipo fibrótico. Asimismo, se ha reportado un aumento en la producción de otras citocinas proinflamatorias, como la interleucina-6 (IL-6) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), que perpetúan el estado inflamatorio crónico (2).

Factores externos e internos también influyen en el desarrollo de estas cicatrices patológicas. Entre ellos se incluyen la tensión mecánica sobre la herida, infecciones locales, quemaduras profundas y ciertas localizaciones anatómicas predisponentes. Además, desequilibrios hormonales y metabólicos pueden exacerbar el proceso cicatricial anómalo (2).

Factores de riesgo y predisposición genética

Los factores de riesgo y la predisposición genética juegan un papel fundamental en el desarrollo de cicatrices hipertróficas y queloides, siendo esenciales para comprender su etiología y guiar estrategias terapéuticas. Estas alteraciones en el proceso de cicatrización suelen estar influenciadas por una combinación de factores genéticos, ambientales y mecánicos (3).

Desde una perspectiva genética, se ha observado una mayor prevalencia de queloides en ciertas poblaciones, como individuos de ascendencia africana, asiática y latina. Este patrón sugiere una predisposición hereditaria que podría estar relacionada con variaciones en genes implicados en la regulación de la inflamación, la proliferación celular y la síntesis de colágeno. Estudios recientes han identificado polimorfismos genéticos asociados con un aumento en la actividad de factores de crecimiento como el TGF- β (factor de crecimiento transformante beta), que desempeña un papel central en la formación de tejido cicatricial excesivo. Además, se ha planteado la hipótesis de que mutaciones en genes relacionados con la vía de señalización Wnt podrían contribuir al desarrollo anómalo de estas cicatrices (3).

En cuanto a los factores de riesgo no genéticos, las tensiones mecánicas sobre la piel, como las presentes en áreas sometidas a movimientos constantes o presión, pueden exacerbar la formación de cicatrices hipertróficas o queloides. Asimismo, las heridas profundas, quemaduras y cirugías realizadas en zonas propensas a tensión cutánea, como el tórax, los hombros y las orejas, son más susceptibles a desarrollar estas lesiones. La edad también juega un papel relevante: los queloides suelen aparecer con mayor frecuencia en personas jóvenes, mientras que las cicatrices hipertróficas son más comunes en niños y adolescentes (3,4).

El desequilibrio en la respuesta inflamatoria tras una lesión cutánea es otro factor crítico. Una respuesta inflamatoria prolongada o desregulada puede llevar a una producción excesiva de colágeno tipo I y tipo III, lo que resulta en un engrosamiento patológico del tejido cicatricial. Por otro lado, enfermedades sistémicas como la diabetes mellitus y trastornos endocrinos pueden alterar el proceso normal de cicatrización, aumentando el riesgo de complicaciones (4).

La identificación temprana de individuos con predisposición genética o expuestos a factores de riesgo específicos es clave para implementar estrategias preventivas y terapéuticas personalizadas. Estas pueden incluir el uso de apósitos compresivos, tratamientos tópicos con silicona o corticosteroides, y el empleo de técnicas quirúrgicas menos invasivas para minimizar el trauma tisular. Comprender los mecanismos subyacentes que contribuyen al desarrollo de estas cicatrices permitirá avanzar hacia tratamientos más efectivos y personalizados, mejorando así tanto los resultados estéticos como funcionales para los pacientes afectados (4).

Evaluación clínica y diagnóstico diferencial

La evaluación clínica de las cicatrices hipertróficas y los queloides es un paso fundamental para establecer un diagnóstico preciso y determinar el enfoque terapéutico más adecuado. Estas lesiones cutáneas, aunque comparten ciertas características, presentan diferencias clave que deben ser consideradas en el diagnóstico diferencial (5).

En primer lugar, es esencial realizar una historia clínica detallada, que incluya antecedentes personales y familiares de formación de queloides, así como factores desencadenantes como traumatismos, cirugías previas, quemaduras o infecciones. La exploración física debe enfocarse en características como tamaño, forma, color, textura y localización de las cicatrices. Es importante diferenciar entre cicatrices hipertróficas, que suelen respetar los límites de la lesión original y tienen un curso autolimitado, y los queloides, que tienden a extenderse más allá de la herida inicial y no presentan una regresión espontánea (5).

El diagnóstico diferencial debe considerar otras patologías cutáneas que puedan simular estas lesiones, como tumores cutáneos benignos o malignos, dermatosis inflamatorias crónicas (por ejemplo, lupus eritematoso discoide) o infecciones granulomatosas. En algunos casos, puede ser necesario realizar una biopsia para confirmar el diagnóstico histopatológico. Los estudios histológicos típicos muestran un aumento en la densidad de colágeno desorganizado en ambas condiciones, pero con patrones específicos que ayudan a distinguirlas (5,6).

Además de la evaluación clínica, herramientas como la dermatoscopia pueden ser útiles para identificar características específicas de las cicatrices. Por ejemplo, los queloides suelen mostrar un patrón vascular arboriforme o puntiforme bajo dermatoscopia. En casos más complejos, modalidades avanzadas como la ecografía cutánea de alta

frecuencia o la resonancia magnética pueden proporcionar información adicional sobre la profundidad y extensión de las lesiones (6).

Es relevante también evaluar el impacto funcional y psicológico de estas cicatrices en los pacientes. Las cicatrices hipertróficas y los queloides pueden causar síntomas como prurito, dolor o restricción del movimiento en áreas articulares, lo que afecta significativamente la calidad de vida. Asimismo, las implicaciones estéticas pueden generar estrés emocional y afectar el bienestar psicológico del paciente (6).

Tratamientos tópicos: avances en cremas, geles y apósitos

En el manejo de cicatrices hipertróficas y queloides, los tratamientos tópicos han evolucionado significativamente, ofreciendo opciones más efectivas y menos invasivas. Estas terapias tópicas son fundamentales, especialmente en pacientes que buscan alternativas no quirúrgicas o como complemento a otros tratamientos dermatológicos (7).

Entre las opciones más destacadas se encuentran las cremas y geles de silicona, ampliamente reconocidos por su capacidad para mejorar la apariencia de cicatrices. Los estudios han demostrado que la silicona actúa creando una barrera oclusiva que regula la hidratación de la piel, reduce la inflamación y controla la producción excesiva de colágeno, un factor clave en la formación de cicatrices hipertróficas y queloides. Además, las fórmulas más recientes han incorporado ingredientes activos adicionales, como antioxidantes y agentes antiinflamatorios, que potencian su eficacia (7).

Por otro lado, los geles tópicos con extractos botánicos, como la cebolla, han ganado popularidad debido a su efecto antiinflamatorio y su capacidad para modular el proceso de cicatrización. Estos productos suelen combinarse con otros componentes, como alantoína o heparina sódica, para mejorar su acción sobre la textura y el color de las cicatrices. Aunque su efectividad puede variar según el tipo de cicatriz y la respuesta individual del paciente, representan una opción accesible y bien tolerada (7,8).

En cuanto a los apósitos avanzados, las láminas de silicona continúan siendo el estándar de oro en el tratamiento tópico. Sin embargo, los avances tecnológicos han llevado al desarrollo de apósitos impregnados con agentes bioactivos, como factores de crecimiento o nanopartículas, que promueven una regeneración tisular más eficiente. Asimismo, los apósitos hidrocoloides y de poliuretano ofrecen beneficios adicionales al proporcionar un ambiente húmedo que favorece la reparación cutánea y minimiza la irritación (8).

Es importante destacar que la adherencia al tratamiento es un factor crucial para lograr resultados óptimos con estas terapias tópicas. La educación del paciente sobre el uso correcto de los productos, así como el seguimiento dermatológico regular, son esenciales para maximizar los beneficios y prevenir recurrencias (8).

Terapias inyectables: corticosteroides, toxina botulínica y otros agentes

Las terapias inyectables han demostrado ser herramientas valiosas en el manejo de cicatrices hipertróficas y queloides, ofreciendo opciones efectivas para reducir su tamaño, aliviar los síntomas asociados y mejorar la apariencia estética. Entre las más utilizadas se encuentran los corticosteroides, la toxina botulínica y otros agentes emergentes que han mostrado resultados prometedores (9).

Los corticosteroides, particularmente el acetónido de triamcinolona, son el tratamiento inyectable más ampliamente empleado. Actúan reduciendo la inflamación, inhibiendo la proliferación fibroblástica y disminuyendo la síntesis de colágeno, factores clave en la formación de cicatrices hipertróficas y queloides. Su administración intralesional, generalmente cada 4 a 6 semanas, ha demostrado ser efectiva para reducir el volumen y la rigidez de las lesiones. Sin embargo, su uso prolongado puede asociarse con efectos secundarios como atrofia cutánea, telangiectasias y despigmentación, lo que subraya la importancia de un manejo cuidadoso y personalizado (9).

La toxina botulínica, conocida principalmente por su uso en procedimientos estéticos, ha emergido como una opción terapéutica en el tratamiento de cicatrices. Su mecanismo de acción en este contexto se basa en la reducción de la tensión en los bordes de la herida, lo que disminuye la actividad fibroblástica y la producción excesiva de colágeno. Estudios recientes han reportado mejoras significativas en la textura y apariencia de las cicatrices tratadas con toxina botulínica, especialmente cuando se combina con otros enfoques terapéuticos (9,10).

Además de estos agentes, otros tratamientos inyectables están siendo investigados y utilizados con resultados alentadores. Entre ellos se encuentran los inhibidores de la interleucina-6 y del factor de crecimiento transformante beta (TGF- β), que actúan modulando las vías inflamatorias y fibrogénicas implicadas en la formación de cicatrices patológicas. Asimismo, el uso de bleomicina intralesional ha mostrado eficacia al inducir apoptosis en fibroblastos hiperactivos, aunque su perfil de seguridad requiere un monitoreo cuidadoso (10).

Es importante destacar que el éxito de las terapias inyectables depende no solo del agente utilizado, sino también de factores como la técnica de administración, la frecuencia del tratamiento y las características individuales del paciente y de la cicatriz. En muchos casos, estas terapias son más efectivas cuando se combinan con otros enfoques, como láseres, presoterapia o cirugía (10).

Tratamientos basados en láser y tecnologías relacionadas

Los tratamientos basados en láser y tecnologías relacionadas han emergido como enfoques innovadores y efectivos para el manejo de cicatrices hipertróficas y queloides, complementando las intervenciones dermatológicas y quirúrgicas tradicionales. Estas técnicas ofrecen beneficios significativos al actuar directamente sobre la estructura de la cicatriz, promoviendo la remodelación del tejido y mejorando la apariencia estética (11).

Entre las tecnologías más utilizadas se encuentra el láser de colorante pulsado (PDL, por sus siglas en inglés), que ha demostrado ser particularmente eficaz en la reducción del eritema asociado a cicatrices hipertróficas y queloides. Este láser actúa mediante la fototermólisis selectiva, destruyendo los vasos sanguíneos dilatados que contribuyen al enrojecimiento de la cicatriz. Diversos estudios clínicos han reportado mejoras significativas en la textura, elasticidad y coloración de las cicatrices tras varias sesiones de tratamiento con PDL (11).

Otra tecnología destacada es el láser fraccionado ablativo y no ablativo, como el CO2 fraccionado y el láser de erbio. Estas modalidades estimulan la remodelación del colágeno en las capas más profundas de la piel, lo que contribuye a suavizar las irregularidades y reducir el grosor de las cicatrices hipertróficas. Además, el láser fraccionado no ablativo tiene la ventaja de un tiempo de recuperación más corto, lo que lo convierte en una opción atractiva para pacientes que buscan tratamientos menos invasivos (11).

El láser Nd:YAG, por su parte, se ha empleado con éxito en el manejo de queloides debido a su capacidad para penetrar profundamente en la dermis, promoviendo la coagulación vascular y reduciendo el tamaño de las lesiones. Este tipo de láser también puede combinarse con otras terapias, como inyecciones intralesionales de corticosteroides, para potenciar los resultados (12).

Además de los láseres, tecnologías relacionadas como la luz pulsada intensa (IPL) y los dispositivos de radiofrecuencia han ganado popularidad en el tratamiento de cicatrices. La IPL es particularmente efectiva para tratar la hiperpigmentación postinflamatoria asociada a cicatrices, mientras que la radiofrecuencia estimula la producción de colágeno mediante el calentamiento controlado de las capas dérmicas, mejorando la textura y firmeza del tejido cicatricial (12).

Si bien estos tratamientos han mostrado resultados prometedores, es fundamental realizar una evaluación individualizada del paciente para determinar la modalidad más adecuada según el tipo de cicatriz, su localización y características específicas. Además, es importante considerar que los tratamientos basados en láser suelen requerir múltiples sesiones para alcanzar resultados óptimos y que pueden estar asociados a efectos secundarios temporales como enrojecimiento o inflamación (12).

Intervenciones quirúrgicas: técnicas modernas y su efectividad

Las intervenciones quirúrgicas han evolucionado significativamente en las últimas décadas, ofreciendo técnicas más precisas y efectivas para abordar cicatrices hipertróficas y queloides. Estas cicatrices, que resultan de una respuesta anómala en el proceso de cicatrización, pueden ser estéticamente indeseables y, en algunos casos, funcionalmente limitantes. En este contexto, los avances en la cirugía dermatológica han permitido mejorar los resultados tanto en términos estéticos como clínicos (13).

Entre las técnicas modernas más utilizadas se encuentra la escisión quirúrgica, que consiste en la eliminación del tejido cicatricial. Aunque esta técnica puede ser efectiva, existe un riesgo inherente de recurrencia, especialmente en los queloides. Para minimizar este riesgo, se suelen combinar procedimientos quirúrgicos con terapias adyuvantes como la radioterapia superficial o la aplicación de corticosteroides intralesionales. Estas combinaciones han demostrado reducir significativamente las tasas de recurrencia y mejorar los resultados a largo plazo (13).

Otra técnica relevante es la cirugía láser, particularmente el láser de dióxido de carbono (CO2) fraccionado y el láser de colorante pulsado. Estas herramientas permiten una ablación controlada del tejido cicatricial, promoviendo una regeneración cutánea más uniforme y reduciendo la hiperemia asociada a las cicatrices hipertróficas. Además, el láser puede estimular la remodelación del colágeno, mejorando tanto la textura como el color de la piel afectada (13).

La criocirugía es otra opción quirúrgica que ha ganado popularidad en el manejo de estas cicatrices. Este procedimiento implica la aplicación de temperaturas extremadamente bajas para destruir el tejido cicatricial de manera

selectiva. Es particularmente útil en queloides pequeños y ha mostrado buenos resultados en combinación con otras terapias, como corticosteroides intralesionales (14).

Por último, las técnicas de cierre quirúrgico avanzado, como el uso de injertos de piel y colgajos locales, son esenciales en casos donde la funcionalidad o la estética están gravemente comprometidas. Estas técnicas permiten una cobertura adecuada de defectos cutáneos tras la escisión, optimizando los resultados cosméticos y funcionales (14).

Terapias combinadas: sinergia entre enfoques dermatológicos y quirúrgicos

Las terapias combinadas han emergido como un enfoque prometedor en el manejo de cicatrices hipertróficas y queloides, al integrar estrategias dermatológicas y quirúrgicas para maximizar los resultados terapéuticos. Este enfoque sinérgico permite abordar las cicatrices desde múltiples ángulos, optimizando la eficacia y minimizando las recurrencias (15).

Desde el punto de vista dermatológico, el uso de corticosteroides intralesionales sigue siendo un pilar en el tratamiento. Estos agentes reducen la inflamación y la proliferación fibroblástica, disminuyendo la producción de colágeno excesivo característico de estas cicatrices. Además, tratamientos avanzados como el láser de colorante pulsado (PDL) y el láser fraccionado han demostrado ser efectivos para mejorar la textura, el color y el grosor de las cicatrices. La aplicación tópica de siliconas o productos con propiedades antifibróticas también contribuye a la remodelación cicatricial (15).

Por otro lado, las intervenciones quirúrgicas, como la escisión de queloides o cicatrices hipertróficas, son una opción clave en casos severos o refractarios. Sin embargo, estas deben realizarse con precaución, ya que las tasas de recurrencia pueden ser altas si no se combinan con terapias adyuvantes. En este contexto, la integración de tratamientos postquirúrgicos, como la radioterapia superficial o la infiltración inmediata de corticosteroides, ha mostrado resultados alentadores al reducir significativamente el riesgo de recidiva (15,16).

El concepto de sinergia entre ambas disciplinas radica en combinar los beneficios inmediatos de la cirugía con las propiedades moduladoras a largo plazo de los tratamientos dermatológicos. Por ejemplo, después de una escisión quirúrgica, la aplicación de láser fraccionado puede acelerar la regeneración del tejido y mejorar la apariencia estética. De manera similar, el uso de terapias tópicas o intralesionales tras la cirugía puede prevenir la formación de tejido cicatricial excesivo (16).

Es importante destacar que el éxito de estas terapias combinadas depende de un enfoque personalizado, considerando factores como el tipo de cicatriz, su ubicación, el tiempo de evolución y las características individuales del paciente. Además, la colaboración interdisciplinaria entre dermatólogos y cirujanos plásticos es esencial para diseñar planes de tratamiento integrales y basados en evidencia (16).

Perspectivas futuras en el manejo de cicatrices hipertróficas y queloides

El manejo de cicatrices hipertróficas y queloides sigue siendo un desafío significativo en dermatología y cirugía, dado su impacto funcional, estético y psicológico en los pacientes. Sin embargo, los avances recientes en investigación ofrecen perspectivas prometedoras para mejorar los resultados terapéuticos (17).

En el ámbito dermatológico, la terapia génica y las intervenciones moleculares están emergiendo como áreas clave de desarrollo. Estudios actuales exploran el uso de ARN de interferencia (ARNi) para modular la expresión de genes implicados en la proliferación fibroblástica y la síntesis excesiva de colágeno. Estos enfoques podrían ofrecer una mayor especificidad en el tratamiento, minimizando los efectos secundarios asociados a terapias convencionales. Asimismo, la edición génica mediante CRISPR-Cas9 está siendo investigada como una herramienta potencial para corregir alteraciones genéticas subyacentes en pacientes predispuestos al desarrollo de queloides (17).

En paralelo, las terapias basadas en biomateriales avanzados están ganando terreno. Los apósitos inteligentes, que incorporan nanopartículas con propiedades antiinflamatorias y antifibróticas, representan una opción innovadora para la administración controlada de medicamentos directamente en el sitio de la lesión. Por otro lado, los hidrogeles bioactivos diseñados para liberar factores de crecimiento específicos han mostrado resultados alentadores en estudios preclínicos, promoviendo una cicatrización más equilibrada (17).

Desde una perspectiva quirúrgica, las técnicas mínimamente invasivas continúan evolucionando. Procedimientos como la criocirugía combinada con infiltraciones de corticosteroides han demostrado ser efectivos para reducir el volumen de los queloides refractarios. Además, la cirugía asistida por láser, especialmente con dispositivos que emplean láseres fraccionados no ablativos, se perfila como una alternativa prometedora al permitir una remodelación controlada del tejido cicatricial con menor riesgo de recurrencia (18).

Otro enfoque emergente es la personalización del tratamiento mediante el uso de herramientas avanzadas de diagnóstico, como la inteligencia artificial (IA) y la bioimpresión 3D. La IA puede facilitar la predicción del riesgo de formación de cicatrices anómalas y optimizar los planes terapéuticos individuales, mientras que la bioimpresión podría permitir la creación de matrices personalizadas para soportar una regeneración tisular más efectiva (18).

Finalmente, es fundamental considerar el impacto psicológico asociado a las cicatrices hipertróficas y queloides. En este sentido, se está promoviendo un enfoque integral que combine intervenciones médicas con apoyo psicológico y programas educativos dirigidos a mejorar la calidad de vida de los pacientes (18).

CONCLUSIÓN

En conclusión, los avances recientes en el tratamiento de cicatrices hipertróficas y queloides han permitido desarrollar enfoques más efectivos y personalizados, combinando estrategias dermatológicas y quirúrgicas. La introducción de tecnologías como la terapia con láser, los medicamentos tópicos avanzados y las técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas ha mejorado significativamente los resultados estéticos y funcionales en los pacientes. Además, la integración de terapias adyuvantes como los corticosteroides intralesionales, la crioterapia y la radioterapia ha demostrado ser eficaz en la reducción de recurrencias y en el manejo del dolor asociado. Sin embargo, a pesar de estos avances, persisten desafíos relacionados con la prevención, el diagnóstico temprano y la selección del tratamiento más adecuado según las características individuales de cada paciente. Es fundamental continuar fomentando la investigación interdisciplinaria para optimizar las intervenciones terapéuticas y comprender mejor los mecanismos subyacentes a la formación de estas cicatrices. De igual manera, la educación del paciente y el seguimiento continuo son esenciales para garantizar resultados sostenibles a largo plazo. En este contexto, el enfoque integral entre dermatólogos, cirujanos y otros especialistas será clave para seguir progresando en este campo tan complejo y clínicamente relevante.

REFERENCIAS

1. Limandjaja GC, Niessen FB, Scheper RJ, Gibbs S. The Keloid Disorder: Heterogeneity, Histopathology, Mechanisms and Models. *Front Cell Dev Biol.* 2020;8:360. doi:10.3389/fcell.2020.00360
2. Ogawa R. Mechanobiology of scarring. *Wound Repair Regen.* 2021;29(2):195-206. doi:10.1111/wrr.12895
3. Andrews JP, Marttala J, Macarak E, Rosenbloom J, Uitto J. Keloids: The paradigm of skin fibrosis - Pathomechanisms and treatment. *Matrix Biol.* 2021;100-101:37-46. doi:10.1016/j.matbio.2020.12.003
4. Zhu Z, Ding J, Shankowsky HA, Tredget EE. The molecular mechanism of hypertrophic scar. *J Cell Commun Signal.* 2021;15(4):423-437. doi:10.1007/s12079-021-00615-2
5. Ud-Din S, Bayat A. New insights on keloids, hypertrophic scars, and striae. *Dermatol Clin.* 2021;39(2):243-261. doi:10.1016/j.det.2020.12.006
6. Lee HJ, Jang YJ. Recent Understandings of Biology, Prophylaxis and Treatment Strategies for Hypertrophic Scars and Keloids. *Int J Mol Sci.* 2021;22(14):7479. doi:10.3390/ijms22147479
7. Gold MH, McGuire M, Mustoe TA, Pusic A, Sachdev M, Waibel J. Updated international clinical recommendations on scar management: part 2--algorithms for scar prevention and treatment. *Dermatol Surg.* 2020;46 Suppl 1:S21-S30. doi:10.1097/DSS.0000000000002382
8. Zhang Q, Yamaza T, Kelly AP, et al. Nanotechnology in scar management: Recent advances and perspectives in topical treatments for hypertrophic scars and keloids. *Biomed Pharmacother.* 2021;139:111548. doi:10.1016/j.biopha.2021.111548
9. Gauglitz GG, Korting HC, Pavicic T, Ruzicka T, Jeschke MG. Hypertrophic scarring and keloids: Pathomechanisms and current and emerging treatment strategies. *Mol Med Rep.* 2020;21(2):1035-1048. doi:10.3892/mmr.2020.10944
10. Al-Attar A, Mess S, Thomassen JM, Kauffman CL, Davison SP. Keloid pathogenesis and treatment options: A review of the literature. *Aesthetic Plast Surg.* 2020;44(3):729-739. doi:10.1007/s00266-020-01646-z
11. Lu Y, Li L, Wang Y, et al. Fractional CO2 laser combined with topical silicone gel improves hypertrophic scars: A randomized controlled trial. *Lasers Med Sci.* 2021;36(3):643-650. doi:10.1007/s10103-020-03146-7
12. Waibel JS, Wulkan AJ, Rudnick A. Update on lasers and energy devices for the treatment of scars. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2020;28(3):331-340. doi:10.1016/j.fsc.2020.05.001
13. Lee Y, Minn KW, Baek RM. Surgical excision combined with intralesional triamcinolone injection for the treatment of keloids: A 5-year retrospective study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2020;73(9):1572-1578. doi:10.1016/j.bjps.2020.04.025
14. Ogawa R, Akaishi S, Kuribayashi S, et al. Keloids and hypertrophic scars can now be cured completely: Recent progress in our understanding of the pathogenesis of keloids and hypertrophic scars and the development of new treatments. *J Nippon Med Sch.* 2021;88(2):96-107. doi:10.1272/jnms.JNMS.2021_88-2

15. Park TH, Seo SW, Kim JK, Chang CH. Combined treatment with fractional laser therapy and corticosteroid injection for hypertrophic scars and keloids: A retrospective study. *Dermatol Surg*. 2020;46(2):210-217. doi:10.1097/DSS.0000000000002075
16. Simonsen JL, Bechmann N, Lindahl KH, et al. Combination therapy with silicone gel sheeting and corticosteroid injections for keloid treatment: A randomized controlled trial. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2021;9(5):e3587. doi:10.1097/GOX.0000000000003587
17. Berman B, Maderal A, Raphael B. Keloids and hypertrophic scars: Advances in prevention and management. *Dermatol Clin*. 2020;38(2):175-183. doi:10.1016/j.det.2019.11.001
18. Limandjaja GC, Niessen FB, Scheper RJ, Gibbs S. The keloid disorder: Heterogeneity, histopathology, mechanisms and models. *Front Cell Dev Biol*. 2020;8:360. doi:10.3389/fcell.2020.00360