



ARTÍCULO DE REVISIÓN

Actualización en el manejo de la cicatrización en la cirugía pediátrica: ¿Qué debemos de tener en cuenta?: Una revisión narrativa

Alejandra Carolina Viera – Hernández ^{1,a} | Diego Fernando Henao – Mendoza ^{2,b} | Sergio Camilo Torres – Céspedes ^{3,b} | Daniela Andrea Pombo – Pérez ^{4,b} | Ronaldo Manchabajoy – Criollo ^{5,b} | Fabiana Medina – Díaz ^{6,b} | Valeria Freite – Galindo ^{6,b}

1. Universidad de Oriente, Anzoátegui, Venezuela.
2. Universidad de Manizales, Manizales, Colombia.
3. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
4. Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia.
5. Universidad ICESI, Cali, Colombia.
6. Universidad Libre, Barranquilla, Colombia.
 - a. Médica pediatra.
 - b. Médico.

***Correspondencia:**

Alejandra Carolina Viera-Hernández
Correo: irissethmed@gmail.com

Resumen

La cicatrización en la población pediátrica constituye un proceso dinámico influenciado por factores locales, sistémicos y contextuales. La mayor profundidad y extensión de la lesión, la edad temprana, los fototipos altos y la epitelización tardía se asocian con un mayor riesgo de cicatrices hipertróficas y queloides. Esta revisión narrativa integradora (2005 – 2025) analizó estrategias preventivas y terapéuticas que abarcan desde la planificación quirúrgica hasta el manejo de cicatrices maduras y patológicas. La prevención inicia con incisiones orientadas a las líneas de tensión cutánea relajada, cierre por planos con suturas absorbibles y epitelización temprana. En cicatrices inmaduras, la silicona tópica y el masaje representan intervenciones costo-efectivas respaldadas por amplia evidencia, mientras que los láseres (PDL y CO₂ fraccionado) ofrecen beneficios adicionales en fases tempranas. En cicatrices maduras se incluyen retinoides, peelings químicos, láseres fraccionados, dermoabrasión, microdermoabrasión e injerto de grasa autóloga. Para cicatrices hipertróficas y queloides, la presoterapia, los corticosteroides intralesionales y el láser constituyen los pilares terapéuticos, reservándose la resección quirúrgica y la crioterapia intralesional para casos refractarios. En conclusión, un abordaje escalonado, individualizado y basado en la cronobiología de la cicatriz permite optimizar los resultados estéticos y funcionales en cirugía pediátrica, destacando la prevención temprana y el seguimiento prolongado como elementos clave para reducir la carga física y psicosocial de las cicatrices patológicas.

Palabras clave: Cicatriz hipertrófica; Queloides; Cicatriz; Cirugía pediátrica; Láseres de colorante pulsado
fuente: DeCS BIREME).

Update on wound management in pediatric surgery: ¿What should we keep in mind?: A narrative review

Abstract

Scarring in pediatric patients is a dynamic process influenced by local, systemic, and contextual factors. Greater lesion depth and size, younger age, darker skin phototypes, and delayed epithelialization are associated with a higher risk of hypertrophic scars and keloids. This integrative narrative review (2005–2025) analyzed preventive and therapeutic strategies ranging from surgical planning to the management of mature and pathological scars. Prevention begins with incisions aligned to relaxed skin tension lines, layered closure using absorbable sutures, and early epithelialization. For immature scars, topical silicone and scar massage are cost-effective interventions supported by robust evidence, while laser therapies (pulsed dye laser and fractional CO₂) provide additional benefits when applied early. Management of mature scars includes retinoids, chemical peels, fractional lasers, dermabrasion, microdermabrasion, and autologous fat grafting. Hypertrophic and keloid scars are primarily treated with pressure therapy, intralesional corticosteroids, and laser modalities, reserving surgical excision and intralesional cryotherapy for refractory cases. In conclusion, a stepwise, individualized approach grounded in scar chronobiology optimizes aesthetic and functional outcomes in pediatric surgery, underscoring early prevention and long-term follow-up as essential components to minimize pathological scarring and its psychosocial impact.

Keywords: Hypertrophic Scar; Keloid; Cicatrix; Pediatric Surgery; Lasers, Pulsed Dye (source: MeSH NLM)

INTRODUCCIÓN

Los desenlaces cicatriciales en pediatría dependen de una compleja interacción entre factores locales, sistémicos y contextuales. Se ha documentado que la mayor extensión y profundidad de la lesión, la edad temprana al momento del trauma, los fototipos cutáneos pigmentados y un tiempo prolongado hasta la cicatrización se asocian con un riesgo incrementado de desarrollar cicatrices hipertróficas o queloides. Estas alteraciones no se restringen a las quemaduras, sino que también se observan tras incisiones quirúrgicas, heridas traumáticas y procesos infecciosos⁽¹⁻³⁾. A pesar de los avances en la comprensión de la biología de la cicatrización incluyendo la actividad de fibroblastos, el papel modulador de citocinas como TGF- β y VEGF, y los cambios en la matriz extracelular, la evidencia de seguimiento a largo plazo en población pediátrica sigue siendo limitada. Esto genera vacíos en la caracterización de la evolución cicatricial y en la definición de estrategias universales de prevención y tratamiento⁽⁴⁻⁶⁾.

El abordaje clínico y quirúrgico de estas lesiones continúa siendo un reto. La decisión sobre el momento idóneo de intervención, ya sea desbridamiento temprano o diferido

en el caso de lesiones profundas, o la elección entre distintos métodos de cierre en heridas quirúrgicas carece aún de consenso internacional⁽⁷⁻⁹⁾. La estimación precisa de la profundidad y el compromiso tisular es un elemento crítico, aunque la precisión clínica puede ser tan baja como 50 – 75 %, lo que ha impulsado el desarrollo de métodos diagnósticos complementarios como la imagen láser Doppler, la termografía y la microscopía confocal de fibra óptica, con resultados heterogéneos en la práctica cotidiana. Por otra parte, la evaluación de la calidad cicatricial implica no solo parámetros clínicos objetivos, sino también dimensiones subjetivas relacionadas con la percepción estética y funcional del paciente, lo que añade variabilidad interobservador. En el contexto pediátrico, estas cicatrices acompañan el crecimiento del niño, con implicaciones funcionales, psicológicas y sociales que hacen imperativa la adopción de algoritmos de manejo basados en la evidencia para optimizar los resultados estéticos y minimizar complicaciones a largo plazo⁽¹⁰⁻¹²⁾. Es necesario tener un abordaje integral, ya que el manejo de la cicatrización en el paciente pediátrico dispone de muchas variables, haciéndolo inicialmente un proceso complejo de abordar (Figura 1).

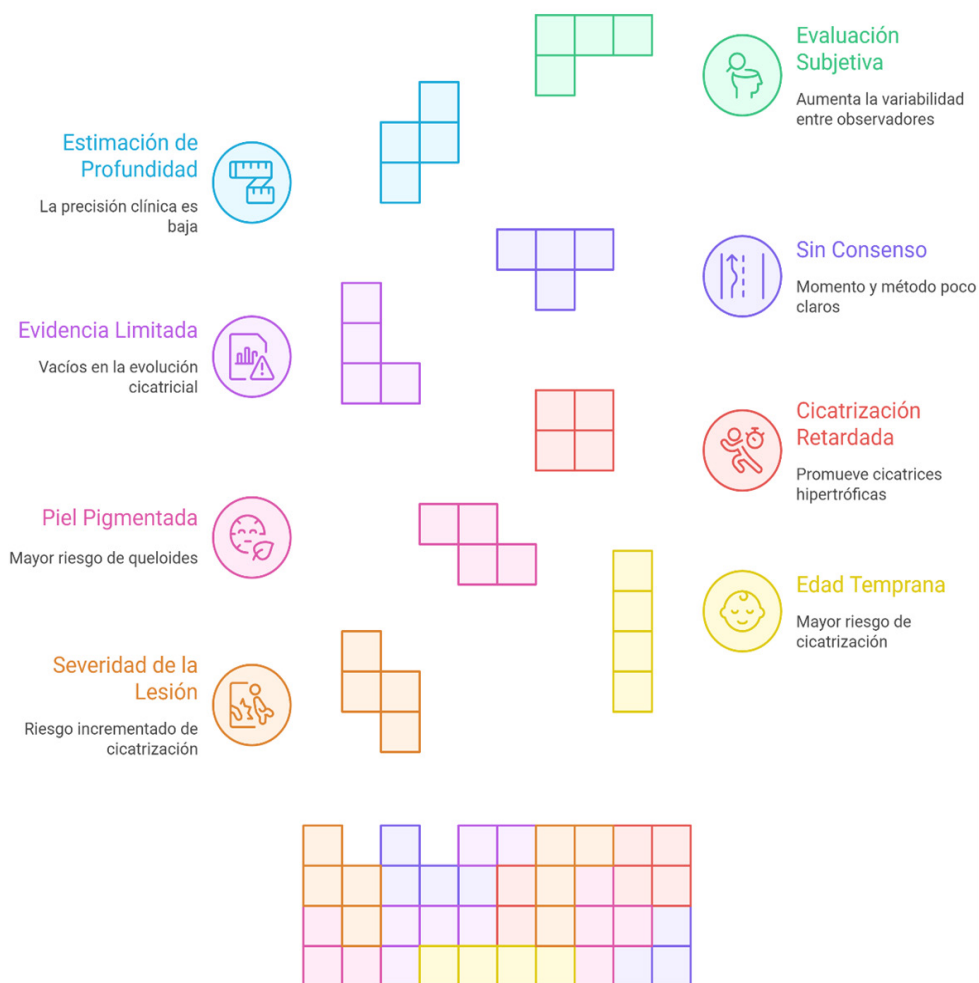


Figura 1. Cicatrización en el paciente pediátrico-quirúrgico: Factores que complican el proceso.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión narrativa con enfoque integrador y exploratorio, orientada a sintetizar la evidencia más relevante sobre el manejo de la cicatrización en cirugía pediátrica, desde las estrategias preventivas hasta las intervenciones en cicatrices maduras y patológicas. Para tal fin, se realizó una búsqueda sistemática de la literatura en las bases de datos MEDLINE (vía PubMed), EMBASE, Cochrane Library, OVID y ClinicalKey, sin restricción temporal y considerando publicaciones tanto en inglés como en español. Esta estrategia permitió recuperar información clave desde los primeros reportes clínicos de prevención de cicatrices hasta las innovaciones contemporáneas que incorporan terapias regenerativas y tecnologías basadas en energía.

La búsqueda se fundamentó en descriptores controlados MeSH, incluyendo combinaciones de términos como "Hypertrophic Scar"; "Keloid"; "Cicatrix"; "Pediatric Surgery"; "Lasers, Pulsed Dye". Estos descriptores se enlazaron mediante operadores booleanos (AND, OR, NOT) para construir estrategias dirigidas a recuperar artículos originales, estudios observacionales, ensayos clínicos, revisiones sistemáticas, guías de práctica clínica y consensos internacionales relacionados

con la prevención y el tratamiento de las cicatrices en población pediátrica. El rango de inclusión de artículos incluyó los últimos 20 años.

Se priorizó la selección de estudios que evaluaran la eficacia clínica y cosmética de intervenciones como la planificación de incisiones y técnicas de cierre, el uso de silicona en gel o lámina, la terapia de masaje, la aplicación de láseres ablativos y no ablativos, así como procedimientos avanzados como injertos de grasa autóloga y crioterapia intralesional. Los desenlaces analizados incluyeron parámetros clínicos y funcionales (altura, coloración, elasticidad, prurito, dolor), resultados cosméticos, impacto psicosocial y tasas de recurrencia o complicaciones. Se excluyeron artículos duplicados, comunicaciones breves, aquellos sin revisión por pares o que no abordaran de manera específica la cicatrización en el contexto de la cirugía pediátrica.

El proceso de búsqueda, selección y depuración de la literatura se llevó a cabo mediante una estrategia estructurada y secuencial, orientada a garantizar la transparencia metodológica y la trazabilidad de los estudios incluidos, desde la identificación inicial hasta la evaluación final de elegibilidad, conforme a estándares internacionales de reporte (Figura 2).

En la Figura 1, se evidencia un crecimiento sostenido de

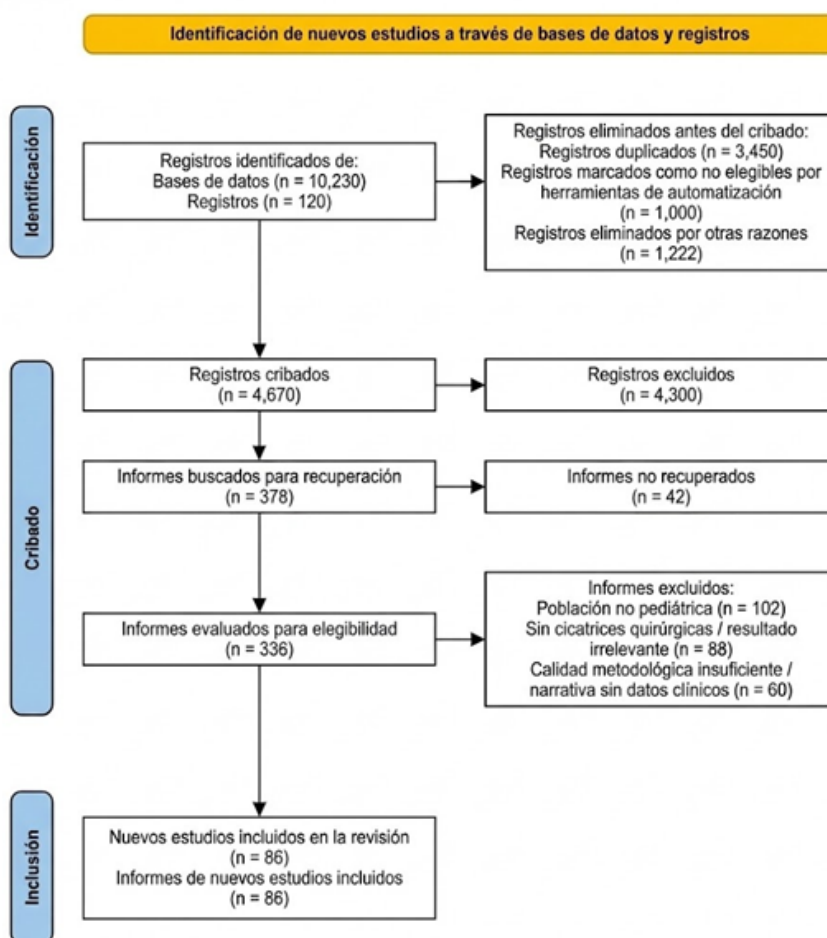


Figura 2. Diagrama de flujo PRISMA para la identificación, selección e inclusión de estudios sobre manejo de la cicatrización en cirugía pediátrica

Proceso de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de estudios para la presente revisión narrativa, siguiendo las recomendaciones PRISMA. Inicialmente, se identificaron 10 350 registros a través de bases de datos electrónicas y registros de ensayos, de los cuales se excluyeron 5672 antes del cribado por duplicación, ineligibilidad automatizada u otras razones metodológicas. Posteriormente, 4670 registros fueron evaluados por título y resumen, excluyéndose 4300 por no cumplir los criterios de inclusión. Se solicitaron 378 textos completos, de los cuales 42 no pudieron recuperarse. Finalmente, 336 artículos fueron evaluados en texto completo, excluyéndose 250 por no corresponder a población pediátrica, no abordar cicatrices quirúrgicas o carecer de datos clínicos suficientes. Como resultado, 86 estudios cumplieron los criterios de inclusión y fueron incorporados en el análisis final, garantizando un proceso de selección transparente, reproducible y metodológicamente consistente (abreviaturas: PRISMA = Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Elaboración propia de los autores.

RESULTADOS

Manejo de las cicatrices de su formación

La prevención de cicatrices patológicas en cirugía pediátrica inicia desde la planificación quirúrgica y se extiende al cierre meticuloso de la herida. La ubicación y orientación de la incisión son determinantes en la calidad cicatricial, pues la tensión mecánica excesiva en los bordes se asocia con resultados desfavorables como cicatrices alargadas, hipertróficas o de mala calidad estética. Para reducir este riesgo, se recomienda

alinear las incisiones, siempre que sea posible, con las líneas de tensión cutánea relajada (RSTL, por sus siglas en inglés), que representan trayectorias naturales de menor tracción generadas por la contracción muscular local⁽¹³⁻¹⁵⁾. En áreas específicas, como el cuero cabelludo, las incisiones deben realizarse en bisel, de modo que los folículos pilosos atraviesen posteriormente la cicatriz y contribuyan a su camuflaje⁽¹⁶⁾.

De manera complementaria, el cierre quirúrgico debe priorizar la reducción de la tensión y la pronta reepitelización, dado que la epitelización retrasada más allá de 10 a 14 días se ha vinculado con un mayor riesgo de cicatrices hipertróficas. En incisiones de espesor total, el cierre por planos es el estándar recomendado, comenzando en la dermis profunda para redistribuir la tensión y alinear las fibras dérmicas, y finalizando en la epidermis para optimizar la apariencia cosmética^(17,18). La evidencia muestra que las heridas cerradas en múltiples capas presentan mejores resultados estéticos a mediano y largo plazo en comparación con las cerradas en una sola capa. En cuanto al material, no se han identificado diferencias significativas entre suturas absorbibles y no absorbibles en términos de cicatrización; sin embargo, las absorbibles ofrecen ventajas en población pediátrica al disminuir la incomodidad y evitar la necesidad de retiro, reduciendo además el riesgo de cicatrices puntiformes^(18,19). Cuando se emplean suturas no absorbibles, deben retirarse tempranamente para prevenir complicaciones estéticas. Finalmente, en el cierre de heridas faciales, las suturas continuas subcuticulares finas han demostrado superioridad cosmética frente a las interrumpidas, y se recomienda utilizar siempre el calibre más pequeño capaz de mantener la estabilidad de la herida sin inducir necrosis por presión (Figura 3)⁽²⁰⁾.

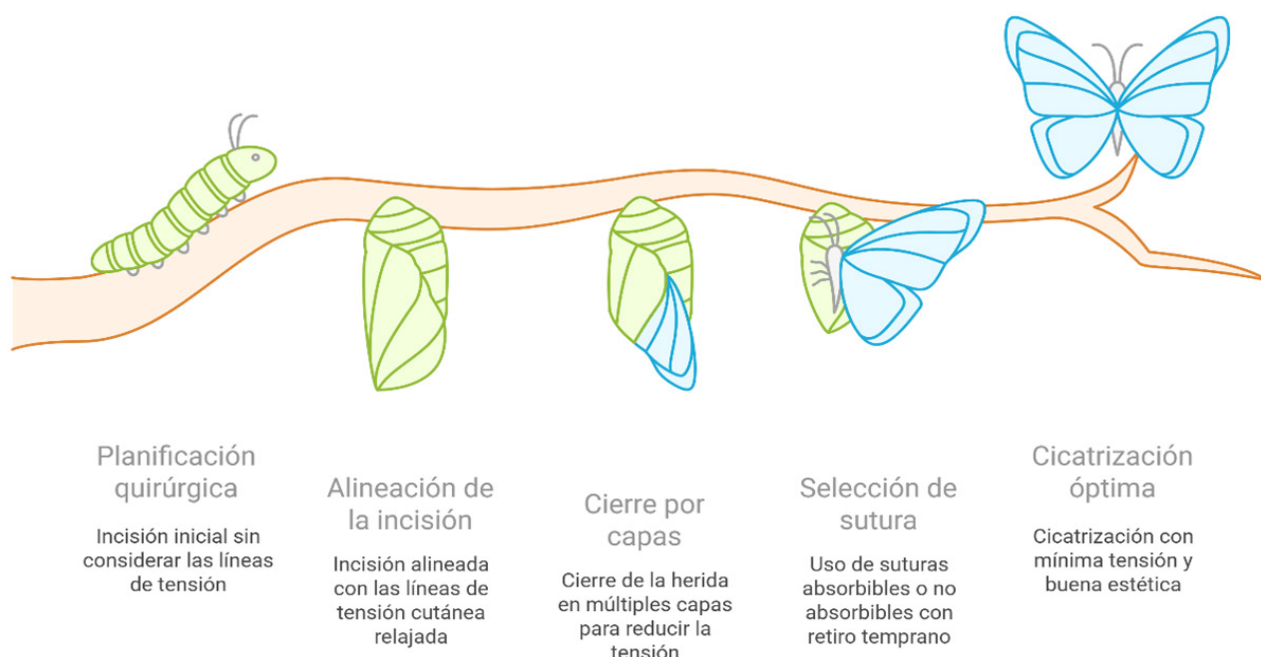


Figura 3. Prevención de cicatrices en cirugía pediátrica: de la planificación a la cicatrización óptima.

Proceso de cicatrización quirúrgica en pediatría como una metamorfosis, destacando pasos clave para obtener resultados estéticos y funcionales: adecuada planificación de la incisión, alineación con líneas de tensión, cierre por capas, selección apropiada de suturas y cicatrización final con mínima tensión. Elaboración propia en Napkin®.

Manejo de las cicatrices inmaduras

Las cicatrices inmaduras aparecen tras la retirada de las suturas y representan una ventana de oportunidad clave para implementar intervenciones que optimicen los resultados estéticos y reduzcan el riesgo de evolución hacia cicatrices patológicas. Entre las estrategias conservadoras mejor respaldadas por la evidencia se encuentran el uso de silicona en gel o en lámina y la terapia de masaje. El empleo de apósitos o gel de silicona debe iniciarse aproximadamente a las dos semanas del postoperatorio, una vez que la herida ha logrado un cierre adecuado, y mantenerse al menos 12 horas al día durante un periodo que oscila entre dos y seis meses según las diferentes series clínicas. La aplicación regular de silicona ha demostrado disminuir el volumen de la cicatriz y mejorar la elasticidad cutánea en hasta un 60 a 100% de los pacientes pediátricos, constituyendo así la intervención tópica con mayor respaldo científico en la prevención y tratamiento temprano de cicatrices hipertróficas y queloides⁽²¹⁻²⁷⁾.

De manera complementaria, la terapia de masaje cicatricial puede iniciarse a partir de la segunda o tercera semana, siempre

que la herida se encuentre completamente epitelizada. Aunque la evidencia sobre la frecuencia y duración óptima es variable, con propuestas que incluyen desde sesiones breves diarias hasta programas más espaciados, múltiples estudios sugieren mantenerla durante al menos seis semanas, con reportes de uso exitoso por hasta seis meses en combinación con la silicona. Esta intervención es considerada segura, de bajo costo y con beneficios adicionales en la reducción de la ansiedad tanto en el paciente como en su familia⁽²⁸⁻³¹⁾. Sin embargo, cuando persisten signos de engrosamiento o eritema a pesar de estas medidas iniciales, se recomienda incorporar terapias con láser.

Entre las modalidades no ablativas destacan el láser de colorante pulsado (PDL), Nd:YAG y diodo 1450 nm, mientras que entre los ablativos se incluyen el CO₂ y el Er:YAG. Los láseres no ablativos, en especial los fraccionados, presentan un perfil de seguridad más favorable, aunque requieren mayor número de sesiones, mientras que los láseres ablativos muestran superioridad en la reducción del grosor cicatricial. En población pediátrica, el PDL puede iniciarse tempranamente tras la retirada de suturas o dentro del primer mes, con protocolos que incluyen de cuatro a seis sesiones cada tres a cuatro semanas. El CO₂ fraccionado suele introducirse más tardíamente, entre la sexta y décima semana, ajustando la frecuencia al tipo y severidad de la cicatriz⁽³²⁻³⁵⁾. La evidencia actual confirma que el resurfacing con láser fraccionado de CO₂ es un procedimiento seguro, bien tolerado y eficaz en la mejoría de cicatrices traumáticas y quirúrgicas en pacientes pediátricos. Todas estas terapias van secuencial a su enfoque conservador hasta agresivo (Figura 4).



Figura 4. Intervenciones para cicatrices inmaduras: del manejo conservador al agresivo.

Espectro terapéutico para cicatrices inmaduras en pediatría, que va desde opciones conservadoras como el gel de silicona y la terapia de masaje, hasta técnicas más agresivas como los láseres no ablativos y ablativos. Cada estrategia contribuye de manera escalonada a reducir el volumen, mejorar la elasticidad, disminuir la ansiedad y optimizar la calidad estética de la cicatrización. Elaboración propia en Napkin®.

Cicatrices maduras y sus variantes clínicas

La transición de una cicatriz inmadura hacia una madura implica la apoptosis de células inflamatorias, endoteliales y de la mayoría de fibroblastos, quedando como remanente una red organizada de fibras de colágeno. Idealmente, este proceso conlleva a cicatrices finas y planas, especialmente si se implementan medidas como el control de la tensión en la herida, el uso de apósitos o geles de silicona, la terapia de masaje y, en casos seleccionados, el empleo de láser. Sin embargo, en ocasiones la remodelación cicatricial es anómala y da lugar a alteraciones patológicas como cicatrices atróficas, hiperpigmentadas, hipertróficas o queloides ⁽³⁶⁻³⁹⁾. Estas entidades no solo generan impacto funcional, sino que también comprometen la autoestima y la calidad de vida de los pacientes pediátricos, lo que resalta la necesidad de estrategias de manejo específicas.

Las cicatrices atróficas se caracterizan por pérdida de colágeno, elastina y tejido conectivo dérmico, lo que origina depresiones cutáneas. Son más frecuentes en secuelas de enfermedades dermatológicas, como el acné que, en heridas quirúrgicas, y los niños y adolescentes presentan mayor predisposición a desarrollarlas. Se clasifican en tres patrones: ice pick, boxcar y rolling, clasificación que orienta la elección terapéutica. Los retinoides tópicos representan la primera línea no invasiva, con eficacia demostrada tanto como monoterapia como en combinación con otros tratamientos. El adapaleno al 0,3 % ha mostrado mejoras significativas en textura y atrofia en menos de seis meses, mientras que el trifaroteno, un retinoide de nueva generación, ha demostrado eficacia superior frente a vehículos placebo. Otras opciones incluyen combinaciones con peróxido de benzoilo para disminuir la carga de cicatrices inflamatorias ⁽⁴⁰⁻⁴⁴⁾. En pacientes pediátricos mayores de 13 años, los retinoides y el peróxido de benzoilo han mostrado un perfil de seguridad favorable.

El manejo también incluye peelings químicos con agentes como ácido glicólico, salicílico, pirúvico, tricloroacético (TCA) o la solución de Jessner. Estos se ajustan en concentración y número de aplicaciones según el tipo de cicatriz, con protocolos que oscilan desde peelings superficiales seriados hasta la

técnica CROSS con TCA altamente concentrado aplicado de forma puntual sobre la lesión. Esta última se ha utilizado de manera segura en adolescentes a partir de los 15 años. El uso concomitante de fotoprotección estricta es indispensable para prevenir efectos adversos y optimizar los resultados ⁽⁴⁵⁻⁴⁷⁾. La terapia con láser, tanto no ablativa (como PDL y Nd:YAG) como ablativa fraccionada (CO₂ y Er:YAG), constituye otra herramienta eficaz, con mejoras significativas en textura y altura de las cicatrices. El láser CO₂ fraccionado, en particular, ha demostrado seguridad y eficacia en niños con cicatrices secundarias a trauma o cirugía. Otros abordajes mínimamente invasivos incluyen dermoabrasión y microdermoabrasión, con especial utilidad en cicatrices rolling, siendo esta última más adecuada para pacientes pediátricos por su mejor tolerancia ⁽³²⁾.

El injerto de grasa autóloga, enriquecido o no con nanofat, se ha consolidado como una herramienta terapéutica prometedora en el manejo de cicatrices atróficas. Desde el punto de vista fisiopatológico, la grasa contiene células madre derivadas del tejido adiposo (ADSCs), factores de crecimiento y mediadores bioactivos que estimulan la angiogénesis, la remodelación de la matriz extracelular y la síntesis de colágeno, favoreciendo la regeneración dérmica y subcutánea. A nivel clínico, este procedimiento no solo permite restaurar el volumen perdido en cicatrices deprimidas, sino que también mejora la elasticidad, coloración y textura cutánea, aportando beneficios tanto estéticos como funcionales. La efectividad ha sido reportada en múltiples series, con mejoría visible a los tres meses en regiones como frente, mejillas y mentón, aunque la respuesta es más limitada en zonas como nariz o región infraorbitaria. Además, la combinación con nanofat, rica en fracciones celulares y factores regenerativos, potencia la regeneración tisular y la calidad de la cicatriz. Importante para el contexto pediátrico, estudios recientes han demostrado que el injerto de grasa autóloga es un procedimiento seguro, bien tolerado y reproducible, con bajo perfil de complicaciones, lo que lo convierte en una alternativa válida para el tratamiento de cicatrices atróficas refractarias en esta población ⁽⁴⁸⁻⁵⁰⁾. Las opciones empleadas anteriormente son el pilar del manejo de lesiones atróficas, se debe de considerar de forma secuencial según la implicación clínica del paciente (Figura 5).



Figura 5. Tratamiento integral de cicatrices atróficas en el paciente pediátrico-quirúrgico.

Principales estrategias para el manejo de cicatrices atróficas en niños, incluyendo retinoides tópicos, peelings químicos, terapia con láser e injerto de grasa autóloga. Estas intervenciones buscan mejorar la textura y atrofia cutánea, restaurar volumen y remodelar la piel, con el objetivo de transformar depresiones cicatriciales en superficies más suaves y uniformes. Elaboración propia en Napkin®.

Cicatrices hiperpigmentadas, hipertróficas y queloides

Las cicatrices hiperpigmentadas, también conocidas como hiperpigmentación postinflamatoria (PIH), son consecuencia de un aumento en la síntesis y depósito de melanina desencadenados por una respuesta inflamatoria dérmica y epidérmica. Durante este proceso, mediadores inflamatorios como prostaglandinas, leucotrienos, IL-1 y TNF- α estimulan la actividad de los melanocitos, lo que genera un exceso de transferencia de melanosomas hacia los queratinocitos. Este fenómeno es más evidente en pacientes con fototipos altos de la clasificación de Fitzpatrick, quienes presentan una mayor capacidad basal de melanogénesis y, por lo tanto, un riesgo incrementado de pigmentación anómala⁽⁵¹⁻⁵³⁾. La PIH es una complicación frecuente tras lesiones cutáneas como acné, dermatitis atópica, impétigo o procedimientos quirúrgicos, y puede persistir durante meses o incluso años, afectando de manera importante la autoimagen, la autoestima y la interacción social de niños y adolescentes⁽⁵⁴⁻⁵⁷⁾.

Desde el punto de vista terapéutico, la estrategia de manejo incluye tanto la prevención de nuevos estímulos inflamatorios como la modulación directa de la melanogénesis. La higiene suave, el uso de emolientes para preservar la barrera cutánea y la fotoprotección estricta con filtros solares de amplio espectro (FPS \geq 30) constituyen pilares fundamentales, ya que la radiación ultravioleta perpetúa la inflamación y estimula la melanina. En el tratamiento activo, los retinoides tópicos representan la primera línea, con evidencia sólida de eficacia en la mejoría de cicatrices pigmentadas secundarias al acné en población pediátrica⁽⁵⁸⁻⁶¹⁾. Otros agentes con respaldo clínico incluyen ácido azelaico, peróxido de benzoilo, niacinamida y compuestos derivados de plantas, que ejercen efectos despigmentantes y antiinflamatorios. En casos refractarios, la hidroquinona sigue siendo el despigmentante más potente, sola o combinada en la fórmula triple de Kligman (hidroquinona, tretinoína y corticoide), aunque debe usarse con cautela en menores de 13 años. Para lesiones persistentes, modalidades físicas como el láser Nd:YAG no ablativo o el láser de erbio han demostrado ser seguros y eficaces en pediatría, al modular selectivamente el pigmento sin inducir daño térmico excesivo⁽⁶²⁻⁶⁴⁾.

En contraste, las cicatrices hipertróficas y los queloides representan formas avanzadas y severas de cicatrización anómala, resultado de una desregulación en la fase proliferativa de la cicatrización. En estas lesiones, existe una hiperactividad fibroblástica con sobreproducción de colágeno tipo I y III, reducción en la actividad de metaloproteinasas de matriz (MMPs) y aumento en la expresión de TGF- β 1, VEGF y PDGF, lo que conlleva a una matriz extracelular densa, desorganizada

y con tendencia a la persistencia⁽⁶⁵⁻⁶⁷⁾. La diferencia principal radica en que los queloides sobrepasan los límites de la herida original y muestran un curso clínico más agresivo, mientras que las cicatrices hipertróficas permanecen confinadas a la zona de la lesión inicial y pueden presentar regresión parcial con el tiempo^(68,69).

El tratamiento de las cicatrices hipertróficas y los queloides debe abordarse con un enfoque escalonado y multimodal, dada la complejidad de su fisiopatología, caracterizada por una proliferación exagerada de fibroblastos, una sobreproducción de colágeno tipo I y III y una desregulación de factores de crecimiento como TGF- β y VEGF^(8,13). La presoterapia constituye la primera línea, especialmente en cicatrices posquemadura, y su eficacia radica en la aplicación constante de presiones entre 20 y 30 mmHg que inducen isquemia tisular controlada, reducen la densidad vascular, aumentan la actividad de colagenasas endógenas y favorecen el remodelado progresivo de la matriz extracelular; sin embargo, en población pediátrica la adherencia a esta modalidad suele verse limitada por la incomodidad y el impacto social de las prendas compresivas que requieren uso prolongado durante meses⁽⁷⁰⁻⁷³⁾. En casos donde la respuesta es insuficiente, los corticosteroides intralesionales, principalmente triamcinolona acetona, representan la terapia más utilizada, con un mecanismo que combina la inhibición de mediadores inflamatorios, la reducción de la proliferación fibroblástica y la vasoconstricción local, lo que conlleva a tasas de regresión que en algunos reportes alcanzan hasta el 100 %, aunque con recurrencias frecuentes y con el desafío adicional del dolor durante la infiltración en niños⁽⁷¹⁾.

Para mejorar los resultados, se han propuesto combinaciones con 5-fluorouracilo y bleomicina^(74,75), que aportan un efecto antifibrótico más intenso al bloquear la síntesis de ADN y la producción excesiva de colágeno; estudios en adultos han mostrado que la asociación de TAC con 5-FU ofrece superior reducción en altura, eritema y prurito respecto al uso de corticosteroides en monoterapia⁽⁷⁶⁻⁷⁸⁾. No obstante, en pediatría la evidencia aún es escasa y el perfil de seguridad de estos agentes citotóxicos fuera del contexto oncológico requiere evaluación cuidadosa, lo que obliga a considerar cada caso de manera individual y bajo estricta vigilancia clínica.

En casos refractarios, la terapia con láser representa una herramienta fundamental en el manejo de cicatrices patológicas en pediatría. El láser de colorante pulsado (PDL) actúa mediante fototermólisis selectiva dirigida a la microvasculatura dérmica, lo que reduce el eritema, la hiperemia y el prurito asociados al exceso de vascularización cicatricial⁽⁷⁹⁻⁸¹⁾. Por su parte, el láser CO₂ fraccionado genera microzonas de ablación controlada que estimulan la remodelación de la matriz extracelular, reorganizan las fibras de colágeno y mejoran la elasticidad y la textura cutánea. Diversos estudios han demostrado que ambos tipos de láser logran disminuir la altura de las cicatrices y mejorar de forma significativa la apariencia estética y funcional, con resultados más evidentes cuando se aplican en fases tempranas de

más evidentes cuando se aplican en fases tempranas de maduración ^(82,83). En población pediátrica, la evidencia disponible confirma que son procedimientos seguros, bien tolerados y con bajo perfil de complicaciones, lo que los posiciona como una opción terapéutica efectiva dentro del abordaje multimodal de cicatrices hipertróficas y queloides resistentes.

Finalmente, cuando las cicatrices hipertróficas o queloides no responden al manejo conservador tras al menos un año de tratamiento multimodal, la resección quirúrgica se convierte en una opción terapéutica válida. No obstante, para disminuir el riesgo de recurrencias, este procedimiento debe acompañarse de medidas adyuvantes inmediatas, entre ellas la infiltración de corticosteroides intralesionales y la aplicación de apósitos de silicona, que contribuyen a modular la respuesta inflamatoria y a controlar la proliferación fibroblástica residual ⁽⁷⁴⁾. Paralelamente, la crioterapia intralesional ha emergido como una estrategia especialmente prometedora en la

población pediátrica. Su mecanismo se basa en la inducción de necrosis celular controlada mediante congelación del tejido cicatricial desde el interior, lo que genera colapso vascular, apoptosis de fibroblastos y reorganización progresiva de la matriz extracelular ⁽⁸⁴⁻⁸⁶⁾. A diferencia de la radioterapia, que está contraindicada en niños por el riesgo de neoplasias secundarias y daño en tejidos en crecimiento, la crioterapia ofrece una alternativa segura, eficaz y con bajas tasas de recidiva, reportándose reducciones significativas del volumen cicatricial y mejoría clínica en textura, flexibilidad y síntomas asociados ⁽⁸⁵⁾. De este modo, se consolida como una opción de elección para casos refractarios en cirugía plástica pediátrica.

Ante la ausencia de un esquema estandarizado para la prevención y el manejo de la cicatrización posquirúrgica en pediatría, presentamos un flujograma práctico y escalonado (Figura 6) basado en la cronobiología de la cicatriz, que integra medidas no invasivas y procedimentales, prioriza la seguridad pediátrica y utiliza evaluación seriada con VSS/POSAS.

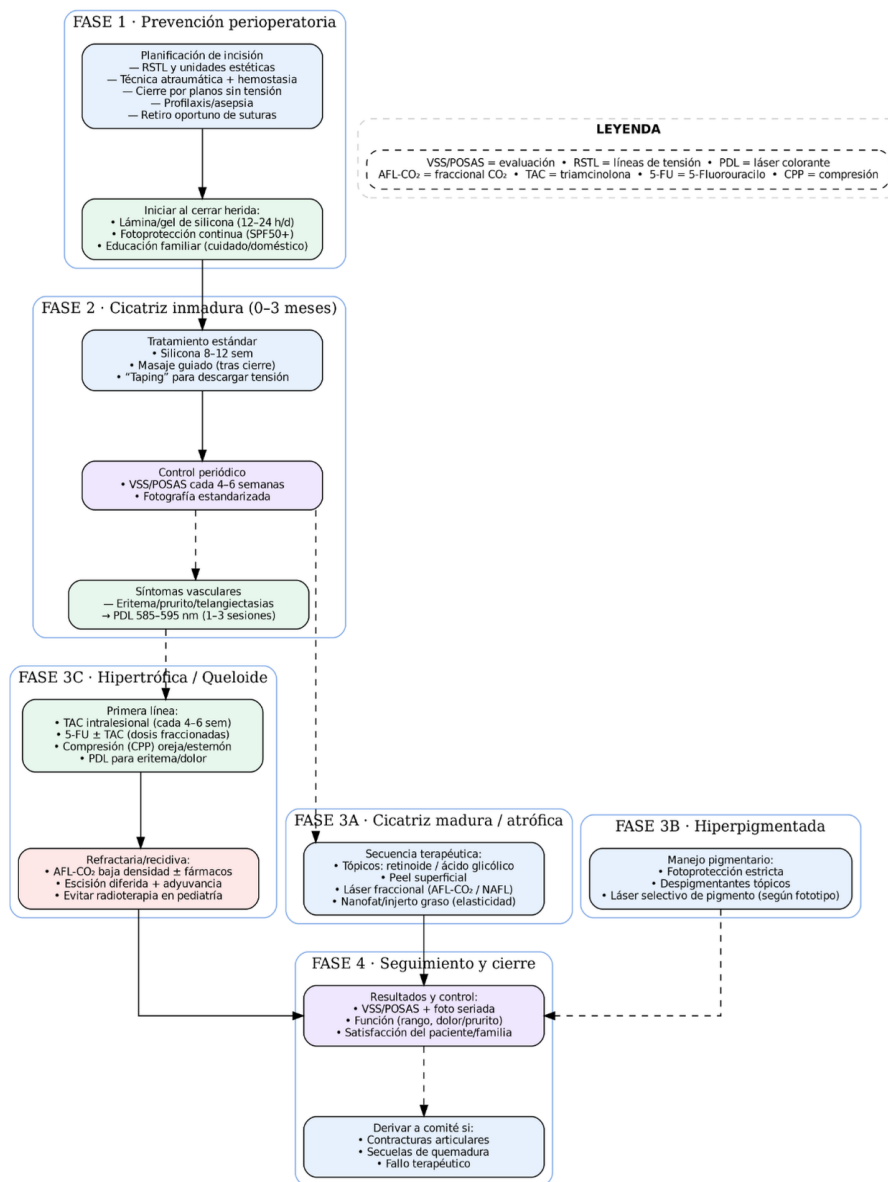


Figura 6. Algoritmo escalonado de prevención y manejo de la cicatrización en cirugía pediátrica

Flujograma terapéutico propuesto para pacientes pediátricos, estructurado por fases cronobiológicas de la cicatriz. **Fase 1 (prevención perioperatoria):** planificación de incisión siguiendo líneas de tensión (RSTL), hemostasia meticulosa, cierre por planos sin tensión, profilaxis/asepsia y retiro oportuno de suturas; al cierre/inicio: lámina/gel de silicona (12–24 h), fotoprotección continua (SPF \geq 50) y educación familiar. **Fase 2 (cicatriz inmadura, 0 - 3 meses):** tratamiento estándar con silicona 8 - 12 semanas, masaje guiado y taping para descarga de tensión; control periódico con VSS/POSAS cada 4 - 6 semanas y fotografía estandarizada. Si predominan signos vasculares (eritema, prurito, telangiectasias), considerar láser colorante pulsado (PDL 585 - 595 nm, 1 - 3 sesiones). **Fase 3C (hipertrófica/queloide):** primera línea con TAC intralesional (cada 4 - 6 semanas) \pm 5-FU en dosis fraccionadas, compresión (CPP) y PDL para eritema/dolor; en refractariedad: láser fraccional ablativo de baja densidad (AFL-CO₂), escisión diferida con adyuvancia farmacológica y evitar radioterapia en población pediátrica. **Fase 3A (cicatriz madura/atrófica):** secuencia de tópicos (retinoide/ácido glicólico), peel superficial, láser fraccional (AFL-CO₂ o NAFL) y nanofat/injerto graso para mejorar elasticidad. **Fase 3B (hiperpigmentada):** fotoprotección estricta, despigmentantes tópicos y láser selectivo de pigmento según fototipo. **Fase 4 (seguimiento y cierre):** reevaluación de resultados con VSS/POSAS y foto seriada, valoración funcional (rango, dolor, prurito) y satisfacción de paciente/familia; derivar a comité si hay contracturas articulares, secuelas de quemadura o fallo terapéutico. VSS/POSAS: VSS (Vancouver Scar Scale) evalúa cuatro dominios: vascularidad (0 - 3), pigmentación (0 - 2), pliability/flexibilidad (0 - 5) y altura/espesor (0 - 3); puntaje total 0 - 13 (mayor puntaje = peor cicatriz). POSAS (Patient and Observer Scar Assessment Scale) incluye dos subescalas: Observador (vascularidad, pigmentación, grosor, relieve, pliability, superficie) y Paciente (dolor, prurito, color, rigidez, grosor, irregularidad). Cada ítem se califica de 1 - 10 (1 = normal/mejor), con totales de 6 - 60 por subescala, además de una impresión global (1-10). Se recomienda medición seriada por el mismo evaluador y bajo condiciones fotográficas estandarizadas.

Abreviaturas: VSS/POSAS = Vancouver Scar Scale/ Patient and Observer Scar Assessment Scale; RSTL = líneas de tensión cutánea; PDL = pulsed-dye laser; AFL-CO₂ = láser fraccional CO₂; TAC = triamcinolona acetona; 5-FU = 5-fluorouracilo; CPP = compresión; NAFL = láser fraccional no ablativo. Elaboración propia.

Conclusiones

La cicatrización en población pediátrica es un proceso dinámico en el que la prevención sigue siendo la estrategia más eficaz. El control de la tensión en la herida, el cierre por planos y la epitelización temprana constituyen los pilares iniciales. En cicatrices inmaduras, la silicona y el masaje representan intervenciones costo-efectivas con amplia evidencia, mientras que el láser ofrece resultados prometedores en casos refractarios. En cicatrices maduras, el manejo debe individualizarse, incorporando desde retinoides

tópicos y peelings químicos hasta injertos de grasa autóloga en cicatrices atróficas, y terapias combinadas con compresión, corticosteroides y láser en queloides o cicatrices hipertróficas. La resección quirúrgica y la crioterapia intralesional se reservan para casos resistentes. La integración de estas estrategias en algoritmos escalonados permite optimizar los resultados estéticos y funcionales, con un impacto positivo en la calidad de vida de los pacientes pediátricos.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Financiamiento: Autofinanciado.

Contribución de autoría: Todos los autores contribuyeron por igual en la concepción, diseño y recolección de los datos. AVH realizó el análisis estadístico y redactó el manuscrito. VFG realizó la revisión crítica del manuscrito. Todos aprobaron y se hacen responsables del contenido publicado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Wallace HJ, Fear MW, Crowe MM, Martin LJ, Wood FM. Identification of factors predicting scar outcome after burn injury in children: A prospective case-control study. *Burn Trauma*. 2017;5(1). doi: 10.1186/s41038-017-0084-x
- Wallace HJ, Fear MW, Crowe MM, Martin LJ, Wood FM. Identification of factors predicting scar outcome after burn in adults: A prospective case-control study. *Burns*. 2017;43(6):1271–83. doi: 10.1016/j.burns.2017.03.017
- Finlay V, Burrows S, Burmaz M, Yawary H, Lee J, Edgar DW, et al. Increased burn healing time is associated with higher Vancouver Scar Scale score. *Scars, Burn Heal*. 2017;3. doi:10.1177/2059513117696324
- Shu F, Liu H, Lou X, Zhou Z, Zhao Z, Liu Y, et al. Analysis of the predictors of hypertrophic scarring pain and neuropathic pain after burn. *Burns*. 2022;48(6):1425–34. doi: 10.1016/j.burns.2021.08.007
- Baar ME Van, Mustoe TA, Middelkoop E, Gauglitz GG, Technologies E, Books F, et al. Textbook on Scar Management. *Textb Scar Manag*. 2020; doi: 10.1007/978-3-030-44766-3
- Ault P, Plaza A, Paratz J. Scar massage for hypertrophic burns scarring—A systematic review. *Burns*. 2018;44(1):24–38. doi: 10.1016/j.burns.2017.05.006
- Noureldin MA, Said TA, Makeen K, Kadry HM. Comparative study between skin micrografting (Meek technique) and meshed skin grafts in paediatric burns. *Burns*. 2022;48(7):1632–44. doi: 10.1016/j.burns.2022.01.016
- Rode H, Martinez R, Potgieter D, Adams S, Rogers AD. Experience and outcomes of micrografting for major paediatric burns. *Burns*. 2017;43(5):1103–10. doi: 10.1016/j.burns.2017.02.008
- Almujaydil R, Yan Y, Kuswandani S, Alotaibi F, Suvan J, Nguyen L, et al. Systematic review and meta-analysis of the use of micrografting technology in humans. *J Int Med Res*. 2025;53(5):1–2. doi: 10.1177/03000605251337859
- Rijpmans D, Claes K, Pijpe A, Hoeksema H, De Decker I, Verbelen J, et al. Wound and Short-Term Scar Outcomes of Meek Micrografting Versus Mesh Grafting: An Intra-Patient Randomized Controlled Trial. *Eur Burn J*. 2025;6(2):2–3. doi: 10.3390/ejb6020026

11. Yu H, Jafari M, Mujahid A, Garcia CF, Shah J, Sinha R, et al. Expansion limits of meshed split-thickness skin grafts. *Acta Biomater.* 2025;191:325–35. doi: 10.1016/j.actbio.2024.11.038
12. Dogan S, Elmasry M, El-Serafi A, Sjöberg F, Vuola J, Kankuri E, et al. A prospective dual-centre intra-individual controlled study for the treatment of burns comparing dermis graft with split-thickness skin auto-graft. *Sci Rep.* 2022;12(1):1–2. doi: 10.1038/s41598-022-25346-4
13. Kurtti A, Nguyen JK, Weedon J, Mamalis A, Lai Y, Masub N, et al. Light emitting diode-red light for reduction of post-surgical scarring: Results from a dose-ranging, split-face, randomized controlled trial. *J Biophotonics.* 2021;14(7):1–2. doi: 10.1002/jbio.202100073
14. Huang LC, Chen DZ, Chen LW, Xu QC, Zheng ZH, Dai XF. The use of the Scar Cosmesis Assessment and rating scale to evaluate the cosmetic outcomes of totally thoracoscopic cardiac surgery. *J Cardiothorac Surg.* 2020;15(1). doi: 10.1186/s13019-020-01294-w
15. Zhao W, Zhang R, Zang C, Zhang L, Zhao R, Li Q, et al. Exosome Derived from Mesenchymal Stem Cells Alleviates Pathological Scars by Inhibiting the Proliferation, Migration and Protein Expression of Fibroblasts via Delivering miR-138-5p to Target SIRT1. *Int J Nanomedicine.* 2022;17:4023–38. doi: 10.2147/IJN.S377317
16. Xie Y. Effect of trapezoidal excision combined with modified embedded vertical mattress suture technique on postoperative scar formation after cesarean section. *Am J Transl Res.* 2024;16(8):3812–21. doi: 10.62347/mgkq5295
17. Hom DB, Bernstein JD. Reducing Risks of Facial Scarring. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2023;31(2):195–207. doi: 10.1016/j.fsc.2023.01.003
18. Cheruvathur P, Palani T, Kamalakaran AK, Krishnamoorthy T, Lakshminarasimhan L. Post-surgical Hypertrophic Scar in a Patient With Unilateral Temporomandibular Joint Ankylosis. *Cureus.* 2024;16(8). doi: 10.7759/cureus.67344
19. Wang X, Li Y, Liu T, Liu C, Lv Y, Liu D, et al. The Effectiveness of PELNACTM Combined with Physical Antibacterial Spray in Repairing Secondary Wounds of Facial Bumps: A Pilot Randomized Clinical Trial. *Aesthetic Plast Surg.* 2025;49(17):4728–4735. doi: 10.1007/s00266-025-04882-0
20. Luo W, Tao Y, Wang Y, Ouyang Z, Huang J, Long X. Comparing running vs interrupted sutures for skin closure: A systematic review and meta-analysis. *Int Wound J.* 2023;20(1):210–20. doi: 10.1111/iwj.13863
21. Sadat-Ali M, Al-Mousa SA, Al-Tabash KW, Abotaleb MM, Al-Anii FM. Can we suppress excessive post-surgical scar formation: A case report. *World J Orthop.* 2023;14(3):166–70. doi: 10.5312/wjo.v14.i3.166
22. Wise LM, Bodaan CJ, Stuart GS, Real NC, Lateef Z, Mercer AA, et al. Treatment of limb wounds of horses with orf virus IL-10 and VEGF-E accelerates resolution of exuberant granulation tissue, but does not prevent its development. *PLoS One.* 2018;13(5). doi: 10.1371/journal.pone.0197223
23. Foo CW, Tristani-Firouzi P. Topical Modalities for Treatment and Prevention of Postsurgical Hypertrophic Scars. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2011;19(3):551–7. doi: 10.1016/j.fsc.2011.06.008
24. Tran B, Wu JJ, Ratner D, Han G. Topical Scar Treatment Products for Wounds: A Systematic Review. *Dermatologic Surg.* 2020;46(12):1564–71. doi: 10.1097/DSS.0000000000002712
25. Grigoryan KV, Kampp JT. Summary and evidence grading of over-the-counter scar treatments. *Int J Dermatol.* 2020;59(9):1136–43. doi: 10.1111/ijd.15060
26. Chang CS, Wallace CG, Hsiao YC, Huang JJ, Chen ZC, Chang CJ, et al. Clinical evaluation of silicone gel in the treatment of cleft lip scars. *Sci Rep.* 2018;8(1):7422. doi: 10.1038/s41598-018-25697-x
27. Hassanpour SE, Farnoush N, Karami MY, Makarem A. The effect of silicone gel versus Contractubex gel on the upper-extremity postsurgical scars: A randomized, double-blinded, controlled trial. *Med J Islam Repub Iran.* 2020;34:1–6. doi: 10.34171/mjiri.34.146
28. Abboud NM, El Hajj H, Abboud S, Dibo S, Abboud MH. A New Suturing Method for Optimal Wound Healing: Technique and Experience. *Aesthetic Surg J Open Forum.* 2020;2(1):1–2. doi: 10.1093/asjof/ojaa008.
29. Gill HS, O-Wern L, Tiwari P, Gill GKS, Goh C, Hung J, et al. Postoperative Scar Management Protocol for Asian Patients. *Aesthetic Plast Surg [Internet].* 2024;48(3):461–471. doi: 10.1007/s00266-023-03696-2
30. Shin TM, Bordeaux JS. The role of massage in scar management: A literature review. *Dermatologic Surg.* 2012;38(3):414–23. doi: 10.1111/j.1524-4725.2011.02201.x
31. Ward RE, Sklar LR, Eisen DB. Surgical and Noninvasive Modalities for Scar Revision. *Dermatol Clin.* 2019;37(3):375–86. 2019 Jul;37(3):375–386. doi: 10.1016/j.det.2019.03.007
32. Martin MS, Collawn SS. Combination treatment of CO2 fractional laser, pulsed dye laser, and triamcinolone acetonide injection for refractory keloid scars on the upper back. *J Cosmet Laser Ther.* 2013;15(3):166–70. doi: 10.3109/14764172.2013.780448
33. Jiang Q, Chen J, Tian F, Liu Z. Silicone gel sheeting for treating hypertrophic scars. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021;2021(9):1–3. doi: 10.1002/14651858.CD013357.pub2
34. Leszczynski R, da Silva CAP, Pinto ACPN, Kuczynski U, da Silva EMK. Laser therapy for treating hypertrophic and keloid scars. *Cochrane Database Syst Rev.* 2022;2022(9):1–3. doi: 10.1002/14651858.CD011642.pub2
35. Namasivaya Navin RB, Gowthame K, Balaji D, Prabakaran S, Rajasekaran S, Vijayalakshmi S, et al. Dual Drug Therapy Versus Single Drug Therapy in Prevention of Pinna Keloid Recurrence. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2024;76(4):3379–85. doi: 10.1007/s12070-024-04694-9
36. Cohen BE, Geronemus RG, McDaniel DH, Brauer JA. The role of elastic fibers in scar formation and treatment. *Dermatologic Surg.* 2017;43:519–24. doi: 10.1097/DSS.0000000000000840
37. Ekstein SF, Wyles SP, Moran SL, Meves A. Keloids: a review of therapeutic management. *Int J Dermatol.* 2021;60(6):661–71. doi: 10.1111/ijd.15159
38. Azevedo FF, Cantarutti TA, Remiro P de FR, Barbieri B, Azoubel RA, Nagahara MHT, et al. Histological and Molecular Evidence of the Positive Performance of Glycerol-Plasticized Chitosan-Alginate Membranes on Skin Lesions of Hyperglycemic Mice. *Polymers.* 2022;14(21). doi: 10.3390/polym14214754
39. Chen Y, Zhang X, Liu Z, Yang J, Chen C, Wang J, et al. Obstruction of the formation of granulation tissue leads to delayed wound healing after scald burn injury in mice. *Burn Trauma.* 2021;9. doi: 10.1093/burnst/tkab004
40. De Groef A, Meeus M, Heathcote LC, Wiles L, Catley M, Vogelzang A, et al. Treating persistent pain after breast cancer: practice gaps and future directions. *J Cancer Surviv.* 2023;17(6):1698–707. doi: 10.1007/s11764-022-01194-z
41. Sharad J. Combination of microneedling and glycolic acid peels for the treatment of acne scars in dark skin. *J Cosmet Dermatol.* 2011;10(4):317–23. doi: 10.1111/j.1473-2165.2011.00583.x

42. Manjhi M, Sagar V, Yadav P, Dabas G, Gupta A, Pratap P. A comparative study of 70% glycolic acid and 30% trichloroacetic acid peel in the treatment of facial atrophic acne scars: A split-face study. *J Cutan Aesthet Surg*. 2024;17(3):227–33. doi: 10.25259/jcas_117_23
43. Kontochristopoulos G, Platsidaki E. Chemical peels in active acne and acne scars. *Clin Dermatol*. 2017;35(2):179–82. doi: 10.1016/j.clindermatol.2016.10.011
44. Lopez Q. Treatment of Acne Scars With Microneedling and Chemical Reconstruction of Scarred Skin Therapy (CROSS) Using Penol/Croton Oil Combination. *J Drugs Dermatology*. 2024;23(6):418–22. doi: 10.36849/JDD.7657
45. Mujahid N, Shareef F, Maymone MBC, Vashi NA. Microneedling as a Treatment for Acne Scarring: A Systematic Review. *Dermatologic Surg*. 2020;46(1):86–92. doi: 10.1097/DSS.0000000000002020
46. Sadeghzadeh-Bazargan A, Pashaei A, Ghassemi M, Dehghani A, Shafiei M, Goodarzi A. Evaluation and comparison of the efficacy and safety of the combination of topical phenytoin and microneedling with microneedling alone in the treatment of atrophic acne scars: A controlled blinded randomized clinical trial. *Ski Res Technol*. 2024;30(6). doi: 10.1111/srt.13766
47. El-Domyati M, Fathi MME, Abdel-Aziz RTA. Atrophic facial acne scars; bilateral comparison of two microneedle devices. *J Cosmet Laser Ther*. 2024;26(5–8):129–35. doi: 10.1080/14764172.2024.2433219
48. Gause TM, Kling RE, Sivak WN, Marra KG, Rubin JP, Kokai LE. Particle size in fat graft retention: A review on the impact of harvesting technique in lipofilling surgical outcomes. *Adipocyte*. 2014;3(4):273–9. doi: 10.4161/21623945.2014.957987
49. Abu-Ghname A, Perdanasari AT, Reece EM. Principles and Applications of Fat Grafting in Plastic Surgery. *Semin Plast Surg*. 2019;33(3):147–54. doi: 10.1055/s-0039-1693438
50. Ohashi M. Fat Grafting for Facial Rejuvenation with Cryopreserved Fat Grafts. *Clin Plast Surg*. 2020;47(1):63–71. doi: 10.1016/j.cps.2019.08.007
51. Mambwe B, Melody KT, Kiss O, O'Connor C, Bell M, Watson REB, et al. Cosmetic retinoid use in photoaged skin: A review of the compounds, their use and mechanisms of action. *Int J Cosmet Sci*. 2025;47(1):45–57. doi: 10.1111/ics.13013
52. Anvery N, Christensen RE, Dirr MA. Management of post-inflammatory hyperpigmentation in skin of color: A short review. *J Cosmet Dermatol*. 2022;21(5):1837–40. doi: 10.1111/jocd.14916
53. Callender VD, Baldwin H, Cook-Bolden FE, Alexis AF, Stein Gold L, Guenin E. Effects of Topical Retinoids on Acne and Post-inflammatory Hyperpigmentation in Patients with Skin of Color: A Clinical Review and Implications for Practice. *Am J Clin Dermatol*. 2022;23(1):69–81. doi: 10.1007/s40257-021-00643-2
54. Silpa-archa N, Kohli I, Chaowattanapanit S, Lim HW, Hamzavi I. Postinflammatory hyperpigmentation: A comprehensive overview: Epidemiology, pathogenesis, clinical presentation, and noninvasive assessment technique. *J Am Acad Dermatol*. 2017;77(4):591–605. doi: 10.1016/j.jaad.2017.01.035
55. Savory SA, Agim NG, Mao R, Peter S, Wang C, Maldonado G, et al. Reliability assessment and validation of the postacne hyperpigmentation index (PAHPI), a new instrument to measure postinflammatory hyperpigmentation from acne vulgaris. *J Am Acad Dermatol*. 2014;70(1):108–14. doi: 10.1016/j.jaad.2013.09.017
56. Huang P, Supan O, Pak CL, Mehta RC, Makino ET. Efficacy and Tolerability of a Novel Cosmetic and Over-the-Counter Facial Acne Regimen Versus a Prescription Treatment. *J Cosmet Dermatol*. 2025;24(1):1–2. doi: 10.1111/jocd.16568
57. Chaowattanapanit S, Silpa-archa N, Kohli I, Lim HW, Hamzavi I. Postinflammatory hyperpigmentation: A comprehensive overview: Treatment options and prevention. *J Am Acad Dermatol*. 2017;77(4):607–21. doi: 10.1016/j.jaad.2017.01.036
58. Abels C, Reich H, Knie U, Werdier D, Lemmnick G. Significant improvement in mild acne following a twice daily application for 6 weeks of an acidic cleansing product (pH 4). *J Cosmet Dermatol*. 2014;13(2):103–8. doi: 10.1111/jocd.12086
59. Abels C, Kaszuba A, Michalak I, Werdier D, Knie U, Kaszuba A. A 10% glycolic acid containing oil-in-water emulsion improves mild acne: A randomized double-blind placebo-controlled trial. *J Cosmet Dermatol*. 2011;10(3):202–9. doi: 10.1111/j.1473-2165.2011.00572.x
60. Kang S, Krueger GG, Tanghetti EA, Lew-Kaya D, Sefton J, Walker PS, et al. A multicenter, randomized, double-blind trial of tazarotene 0.1% cream in the treatment of photodamage. *J Am Acad Dermatol*. 2005;52(2):268–74. doi: 10.1016/j.jaad.2004.06.021
61. Villani A, Annunziata MC, Cinelli E, Donnarumma M, Milani M, Fabbrocini G. Efficacy and safety of a new topical gel formulation containing retinol encapsulated in glycospheres and hydroxypinacolone retinoate, an antimicrobial peptide, salicylic acid, glycolic acid and niacinamide for the treatment of mild acne: preliminary result. *G Ital di Dermatologia e Venereol*. 2020;155(5):676–9. doi: 10.23736/S0392-0488.20.06581-5
62. Elmasry MF, Fahim A, Khalil MMF, Badawi A, Zaki NS. Efficacy of Fractional Carbon Dioxide (CO₂) Laser versus Q-Switched Neodymium-Doped Yttrium Aluminum Garnet (Nd:YAG) and Potassium-Titanyl-Phosphate (KTP) Lasers in the Treatment of Acanthosis Nigricans. *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2023;16:705–15. doi: 10.2147/CCID.S401479
63. Arora P, Sarkar R, Garg V, Arya L. Lasers for treatment of melasma and post-inflammatory hyperpigmentation. *J Cutan Aesthet Surg*. 2012;5(2):93. doi: 10.4103/0974-2077.99436
64. Cho SB, Park SJ, Kim JS, Kim MJ, Bu TS. Treatment of post-inflammatory hyperpigmentation using 1064-nm Q-switched Nd:YAG laser with low fluence: Report of three cases. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2009;23(10):1206–7. doi: 10.1111/j.1468-3083.2009.03123.x
65. Chong Y, Long X, Ho YS. Scientific landscape and trend analysis of keloid research: a 30-year bibliometric review. *Ann Transl Med*. 2021;9(11):945–945. doi: 10.21037/atm-21-508
66. Zhang X, Wu X, Li D. The Communication from Immune Cells to the Fibroblasts in Keloids: Implications for Immunotherapy. *Int J Mol Sci*. 2023;24(20). doi: 10.3390/ijms242015475
67. Xu H, Wang Z, Yang H, Zhu J, Hu Z. Bioinformatics analysis and identification of dysregulated POSTN in the pathogenesis of keloid. *Int Wound J*. 2023;20(5):1700–11. doi: 10.1111/iwj.14031
68. Yu X, Zhu X, Li L, Gao G. Circular RNAs: Emerging players in the pathogenesis of keloid. *Front Physiol*. 2022; 13:1008364. doi: 10.3389/fphys.2022.1008364
69. Patel PA, Bailey JK, Yakuboff KP. Treatment outcomes for keloid scar management in the pediatric burn population. *Burns*. 2012;38(5):767–71. doi: 10.1016/j.burns.2011.11.007
70. Dalle Mura F, Governì L, Furferi R, Cervo M, Puggelli L. Towards the Development of a Device for Assessing the Pliability of Burn Scars. *Front Bioeng Biotechnol*. 2022;10. doi: 10.3389/fbioe.2022.856562
71. Wiśniowski P, Cieśliński M, Jarocka M, Kasiak PS, Makaruk B, Pawliczek W, et al. The Effect of Pressotherapy on Performance and Recovery in the Management of Delayed Onset Muscle Soreness: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2022;11(8):2077. doi: 10.3390/jcm11082077

72. Pignatti M, D'Arpa S, Roche N, Giorgini FA, Luseti IL, Lorca-Garcia C, et al. Surgical treatment of pressure injuries in children: A multicentre experience. *Wound Repair Regen.* 2021;29(6):961–72. doi: 10.1111/wrr.12964
73. Krakowczyk D, Opyrchał J, Koszutski T, Dowgierd K, Krakowczyk Ł. Reconstructive Options for Pressure Ulcers in Pediatric Patients. *Children.* 2024;11(6). doi: 10.3390/children11060691
74. Murakami T, Shigeki S. Pharmacotherapy for Keloids and Hypertrophic Scars. *Int J Mol Sci.* 2024;25(9):25094674. doi: 10.3390/ijms25094674
75. Wang Q, Ren Z, Jin W, Jin Z. Real-world effectiveness and safety of bleomycin in patients with keloids and hypertrophic scars: a systematic review and meta-analysis. *Arch Dermatol Res.* 2025;317(1):1–2. doi:10.1007/s00403-024-03687-6
76. Artzi O, Koren A, Niv R, Mehrabi JN, Mashiah J, Friedman O. A new approach in the treatment of pediatric hypertrophic burn scars: Tixel-associated topical triamcinolone acetonide and 5-fluorouracil delivery. *J Cosmet Dermatol.* 2020;19(1):131–4. doi: 10.1111/jocd.13192
77. Erlendsson AM, Rosenberg LK, Lerche CM, Togsverd-Bo K, Wiegell SR, Karmisholt K, et al. A one-time pneumatic jet-injection of 5-fluorouracil and triamcinolone acetonide for treatment of hypertrophic scars—A blinded randomized controlled trial. *Lasers Surg Med.* 2022;54(5):663–71. doi: 10.1002/lsm.23529
78. Zhuang ZH, Li YT, Wei XJ. The safety and efficacy of intralesional triamcinolone acetonide for keloids and hypertrophic scars: A systematic review and meta-analysis. *Burns.* 2021;47(5):987–98. doi: 10.1016/j.burns.2021.02.013
79. De Las Alas JMG, Siripunvarapon AH, Dofitas BL. Pulsed dye laser for the treatment of keloid and hypertrophic scars: A systematic review. *Expert Rev Med Devices.* 2012;9(6):641–50. doi: 10.1586/erd.12.56
80. Hultman CS, Edkins RE, Wu C, Calvert CT, Cairns BA. Prospective, before-after cohort study to assess the efficacy of laser therapy on hypertrophic burn scars. *Ann Plast Surg.* 2013;70(5):521–6. doi: 10.1097/SAP.0b013e31827eac5e
81. Mota WM, Salles AG, Remigio AF do N, Gemperli R, Alonso N. Microneedling in the Treatment of Post-burn Hypertrophic Scars. *Aesthetic Plast Surg.* 2024;48(12):2321–9. doi: 10.1007/s00266-023-03820-2
82. Pan L, Qin H, Li C, Zhang G, Yang L, Zhang L. Efficacy of the Neodymium-Doped Yttrium Aluminum Garnet Laser in the Treatment of Keloid and Hypertrophic Scars: A Systematic Review and Meta-analysis. *Aesthetic Plast Surg.* 2022;46(4):1997–2005. doi: 10.1007/s00266-021-02716-3
83. Elrod J, Schiestl C, Neuhaus D, Mohr C, Neuhaus K. Patient- And physician-reported outcome of combined fractional CO₂ and pulse dye laser treatment for hypertrophic scars in children. *Ann Plast Surg.* 2020;85(3):237–44. doi: 10.1097/SAP.0000000000002377
84. Jacobs C, Wilmink J. Combined versus single treatment regimens for keloid therapy using serial intralesional corticosteroid injections, surgical excision, silicone- and/or cryotherapy. *JPRAS Open.* 2021;29:157–66. doi: 10.1016/j.jptra.2021.05.011
85. O'Boyle CP, Shayan-Arani H, Hamada MW. Intralesional cryotherapy for hypertrophic scars and keloids: a review. *Scars, Burn Heal.* 2017;3. doi: 10.1177/2059513117702162
86. Savant SS, Savant SS, Daruwala F. Selective Therapy (Cryo or Scalpel) Combined with Multimodal Therapy for Treating Keloids. *J Cutan Aesthet Surg.* 2024;17(2):85–93. doi: 10.4103/JCAS_JCAS_40_23