

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROGRAMA DE POSGRADO EN ESPECIALIDADES MÉDICAS

TÍTULO DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**RECONSTRUCCIÓN Y MANEJO DE SECUELAS DEL PACIENTE
QUEMADO ADULTO**

Trabajo Final de Graduación sometido a la consideración del comité de la Especialidad en Cirugía Plástica, Reconstructiva y Estética para optar por la Especialidad en Cirugía Plástica, Reconstructiva y Estética

CARLOS VILLALOBOS MORA

SUSTENTANTE

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica, 2023

Dedicatoria

A mi esposa Laura, por su apoyo incondicional.



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SEP Sistema de
Estudios de Posgrado

Hoja de Aprobación

Como requisito para optar al grado y título de Especialista en Cirugía Plástica, Reconstructiva y Estética, este trabajo final de graduación fue aceptado por la Subcomisión de la Especialidad en Cirugía Plástica, Reconstructiva y Estética del Programa de Posgrado en Especialidades Médicas de la Universidad de Costa Rica.

Dr. Joaquín Sánchez Godallero

Médico Especialista en Cirugía Plástica, Reconstructiva y Estética
Director del Programa de Posgrado en Cirugía Plástica, Reconstructiva y Estética,
SEP - Universidad de Costa Rica

Dr. Mario Albero Quesada Arce

Médico Especialista en Cirugía Plástica, Reconstructiva y Estética, SEP - UCR
Tutor de Tesis

Dra. Gisela Fonseca Portilla

Médico Especialista en Cirugía Plástica, Reconstructiva y Estética, SEP - UCR
Lectora de Tesis

Carlos Villalobos Mora

Candidato

Autorización para digitalización y comunicación pública



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA

SEP Sistema de
Estudios de Posgrado

Autorización para digitalización y comunicación pública de Trabajos Finales de Graduación del Sistema de Estudios de Posgrado en el Repositorio Institucional de la Universidad de Costa Rica.

Yo, Carlos Villalobos Mora, con cédula de identidad 303410806, en mi condición de autor del TFG titulado RECONSTRUCCIÓN Y MANEJO DE SECUELAS DEL PACIENTE QUEMADO ADULTO

Autorizo a la Universidad de Costa Rica para digitalizar y hacer divulgación pública de forma gratuita de dicho TFG a través del Repositorio Institucional u otro medio electrónico, para ser puesto a disposición del público según lo que establezca el Sistema de Estudios de Posgrado. SI NO *

*En caso de la negativa favor indicar el tiempo de restricción: XXXXX año (s).

Este Trabajo Final de Graduación será publicado en formato PDF, o en el formato que en el momento se establezca, de tal forma que el acceso al mismo sea libre, con el fin de permitir la consulta e impresión, pero no su modificación.

Manifiesto que mi Trabajo Final de Graduación fue debidamente subido al sistema digital Kerwá y su contenido corresponde al documento original que sirvió para la obtención de mi título, y que su información no infringe ni violenta ningún derecho a terceros. El TFG además cuenta con el visto bueno de mi Director (a) de Tesis o Tutor (a) y cumplió con lo establecido en la revisión del Formato por parte del Sistema de Estudios de Posgrado.

INFORMACIÓN DEL ESTUDIANTE:

Nombre Completo: Carlos Villalobos Mora

Número de Carné: 943812 Número de cédula: 303410806

Correo Electrónico: calvill.md@gmail.com

Fecha: 8 diciembre 2023 Número de teléfono: 87224110

Nombre del Director (a) de Tesis o Tutor (a): Dr. Mario Quesada Arce

CARLOS
VILLALOBOS
MORA
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por CARLOS
VILLALOBOS MORA
(FIRMA)
Fecha: 2023.12.13
18:19:40 -06'00'

FIRMA ESTUDIANTE

Nota: El presente documento constituye una declaración jurada, cuyos alcances aseguran a la Universidad, que su contenido sea tomado como cierto. Su importancia radica en que permite abreviar procedimientos administrativos, y al mismo tiempo genera una responsabilidad legal para que quien declare contrario a la verdad de lo que manifiesta, puede como consecuencia, enfrentar un proceso penal por delito de perjurio, tipificado en el artículo 318 de nuestro Código Penal. Lo anterior implica que el estudiante se vea forzado a realizar su mayor esfuerzo para que no sólo incluya información veraz en la Licencia de Publicación, sino que también realice diligentemente la gestión de subir el documento correcto en la plataforma digital Kerwá.

Tabla de contenidos

| | |
|---|--------|
| 1. Portada | I |
| 2. Dedicatoria | II |
| 3. Hoja de Aprobación | III |
| 4. Autorización para digitalización y comunicación pública | IV |
| 5. Tabla de contenido | V |
| 5. Resumen | VII |
| 6. Lista de tablas | IX |
| 7. Lista de figuras | X |
| 9. Capítulo 1 - Contexto de las secuelas por quemaduras | Pág. 1 |
| 9.1. Introducción | Pág. 1 |
| 9.2. Epidemiología | Pág. 2 |
| 9.3. Fisiopatología de la cicatriz por quemadura | Pág. 5 |
| 9.4. Bases moleculares, celulares y mecanobiológicas de la cicatrización hipertrófica | Pág.16 |
| 10. Capítulo 2 - Secuelas del paciente quemado | Pág.20 |
| 10.1. Los Diferentes tipos de lesiones de tejidos blandos | Pág.20 |
| 10.2. Dolor y alteraciones de la sensibilidad | Pág.30 |
| 10.3. Secuelas sobre la salud mental del paciente quemado | Pág.31 |
| 11. Capítulo 3 - Rehabilitación soporte médico y salud mental | Pág.33 |
| 11.1. Fundamentos sobre la rehabilitación de los pacientes quemados | Pág.34 |
| 11.2. Generalidades del tratamiento médico en el paciente con secuelas de quemaduras | Pág.53 |
| 11.3. Tratamiento para desordenes de la salud mental como secuelas del trauma por quemaduras. | Pág.58 |
| 11.4. Soporte espiritual | Pág.69 |
| 12. Capítulo 4 – Reconstrucción y tratamientos quirúrgicos | Pág.71 |
| 12.1. Cronología de las intervenciones quirúrgicas | Pág.71 |
| 12.2. Incisiones o resecciones | Pág.72 |
| 12.3. Plastías | Pág.73 |

| | |
|--|---------|
| 12.4. Cobertura con autoinjertos dermoepidérmicos | Pág.73 |
| 12.5. Reconstrucción mediante autoinjertos compuestos | Pág.75 |
| 12.6. Expansión tisular cutánea | Pág.76 |
| 12.7. Cobertura asistida por regeneradores dérmicos | Pág.77 |
| 12.8. Reconstrucción quirúrgica mediante colgajos locales o regionales | Pág.84 |
| 12.3. Reconstrucción quirúrgica mediante colgajos libres | Pág.87 |
| 12.9. Terapia con láser aplicado a las cicatrices por quemaduras | Pág.97 |
| 12.10. Injerto grasos aplicados a cicatrices por quemaduras | Pág.110 |
| 12.11. Reconstrucción de heridas por quemaduras en áreas anatómicas especiales | Pág.112 |
| 13. Capítulo 5 - Futuro y terapias en investigación y desarrollo | Pág.117 |
| 13.1. Bioimpresión 3D para la cobertura de las heridas por quemaduras | Pág.117 |
| 14. Conclusiones | Pág.122 |
| 15. Bibliografía | Pág.124 |

Resumen

La atención del paciente quemado si bien convencionalmente se divide en la atención aguda y luego en la fase de reconstrucción junto con el tratamiento de secuelas, realmente es un continuo, donde en la fase aguda, además de su propósito inicial que es preservar vivo al paciente, se previene las futuras secuelas y se trata las complicaciones de aparición temprana que deben ser resueltas prontamente para prevenir complicaciones importantes como la pérdida de la integridad corneal en el caso de los ectropion severos o compromiso del estado nutricional en el caso de los pacientes con severas quemaduras faciales que desarrollan microstomías. Y en la fase crónica es donde se resuelve las secuelas que a pesar del adecuado manejo de la fase aguda se terminaron dando, además en esta fase se optimiza la reintegración social y laboral del paciente, dicha fase puede prolongarse por meses o hasta años. Todas estas atenciones deben darse a través de un grupo profesional experimentado y multidisciplinario, que aborde al paciente de una forma integral, con el fin de reducir al máximo las secuelas, así como la resolución de ellas. Básicamente la atención del quemado tiene dos propósitos generales, el primero y más obvio es que el paciente logre mantenerse vivo, pero igual de importante es el segundo objetivo, en el cual se busca que el estado físico, estético y mental del paciente sea lo más parecido previo a la quemadura. En el presente documento se hace una revisión y exposición general sobre las herramientas disponibles para que el equipo multidisciplinario haga frente a las secuelas secundarias a quemaduras, además hace una recopilación del armamento quirúrgico y tecnológico que existe para la resolución o mejoría de los aspectos funcionales y estéticos desde el punto de vista quirúrgico con el apoyo de otras tecnologías como las terapias con láser. Finalmente se hace una

revisión de hacia dónde se proyecta el futuro en el tema de las coberturas cutáneas gracias a la ingeniería de tejidos y la bioimpresión 3D.

Lista de tablas

Tabla 1. Características de factores de crecimiento envueltos en la cicatrización de las quemaduras (1). Pág. XX.

Tabla 2. Efecto del Botox en el prurito refractario asociado a quemaduras, a través del tiempo y evaluando la duración de los efectos (32). Pág. XX.

Tabla 3. Comparación de los regeneradores dérmicos más comunes (40). Pág. XX.

Tabla 4. Principales alteraciones en las cicatrices y dispositivos láser disponibles para su tratamiento (48). Pág. XX.

Tabla 5. Principales láseres para el tratamiento de cicatrices por quemaduras según grado de recomendación y nivel de evidencia (48). Pág. XX.

Lista de figuras

Figura 1. Porcentaje de participantes de la base de datos del sistema modelo de quemaduras que informaron síntomas relacionados con quemaduras a lo largo del tiempo (2). Pág. XX.

Figura 2. Posibles manifestaciones clínicas a largo plazo y otras secuelas experimentadas por los sobrevivientes de quemaduras (2). Pág. XX.

Figura 3. Fases de la cicatrización, su relación celular y molecular (3). Pág. XX.

Figura 4. Cicatrices hipertróficas de 2 años de evolución posteriores a quemaduras por ácido sulfúrico (5). Pág. XX.

Figura 5. Brida retráctil cervical después de 10 años de quemaduras por llamas no tratadas (5). Pág. XX.

Figura 6. Secuelas retráctiles por quemaduras de la infancia no tratadas. (5). Pág. XX.

Figura 7. Cicatriz de quemadura en la axila derecha. (14). Pág. XX.

Figura 8. Máscara transparente de presoterapia facial (5). Pág. XX.

Figura 9. Retracciones cervicales graves a los 2 años de una quemadura por aceite caliente (D) (5). Pág. XX.

Figura 10. Secuelas por quemaduras torácicas por fuego (5). Pág. XX.

Figura 11. Secuelas por quemaduras axilares anteriores: doble plastía de transposición en IC (A, B) (5). Pág. XX.

Figura 12. Quemadura facial extensa por el contacto prolongado con un radiador. (41). Pág. XX.

Figura 13. (A-E) Reconstrucción microquirúrgica después de recuperación de una quemadura extensa (41). Pág. XX.

Figura 14. Algoritmo terapéutico de las cicatrices por quemadura. (48) (51). Pág. XX.

Figura 15. Algoritmo para el manejo de la alopecia secundario a quemaduras del cuero cabelludo (62) (63). Pág. XX.

Figura 16. El proceso de bioimpresión. (70) (71). Pág. XX.

Figura 17. Componentes de bioimpresoras de inyección de tinta, microextrusión y asistidas por láser. (70) (71). Pág. XX.

Capítulo 1 - Contexto de las secuelas por quemaduras

Introducción

Los avances en el tratamiento de los pacientes quemados han permitido un aumento en la supervivencia a este tipo de trauma, pero igual de importante, han permitido disminuir ciertas secuelas funcionales sobre todo de los más graves. Al mismo tiempo, estos progresos han aumentado las secuelas relacionadas con las quemaduras de grandes superficies corporales, debido a mejoría en la supervivencia.

La calidad y la rápida instauración en la atención inicial tienen una influencia determinante sobre la importancia y la gravedad de las secuelas relacionadas con las quemaduras.

La estadía hospitalaria en la fase inicial o aguda de un paciente con quemaduras masivas suele ser larga porque se requieren semanas o meses para cerrar las heridas. La duración típica de la estadía es de aproximadamente 1 día por cada porcentaje de la superficie corporal total quemada, aunque las quemaduras mayores requieren estadías más prolongadas. Durante esta estadía prolongada como paciente hospitalizado, hay tres tareas principales: cerrar la herida, lidiar con la respuesta hipermetabólica y tratar los episodios casi inevitables de sepsis y disfunción orgánica múltiple (4). Desde esa fase inicial se empieza la prevención con la fase de rehabilitación temprana y el tratamiento de secuelas que requieren resolución temprana, por ejemplo, lesiones como ectropion que pueden exponer la córnea.

En el estadio de secuelas, el primer tiempo consiste en analizar todas las lesiones para proponer a continuación una jerarquía de los tratamientos que deben plantearse. La restauración de la función activa y después pasiva constituye la prioridad absoluta del tratamiento. Después,

de forma secundaria, una vez resueltos estos problemas, pueden comenzarse los distintos tiempos de reparación estética de las secuelas por quemaduras. Existen múltiples técnicas de reconstrucción, que pueden oscilar desde la más simple, como la resección-sutura de una lesión, a reconstrucciones complejas en las que se utilizan todas las técnicas de cirugía plástica. La cirugía de las secuelas por quemaduras ^[1] requiere mucha paciencia y perseverancia, tanto por parte del cirujano como del paciente. La duración de la reparación suele prolongarse durante varios años, por lo que conviene apoyar adecuadamente al paciente durante todo este período para evitar su desaliento (5).

Epidemiología

Si bien son abundantes las estadísticas sobre los traumas por quemadura en su fase aguda, no es así con respecto el tema de las secuelas.

En la actualidad, a pesar de la gran mejoría de las tasas de mortalidad por quemaduras, los profesionales que las atienden todavía están definiendo cuál es la recuperación esperada y el complejo de síntomas a largo plazo del sobreviviente de quemaduras.

Para proporcionar una atención de calidad óptima, es necesario que los médicos, las aseguradoras, los empleadores, así como los sobrevivientes de quemaduras y sus familias, comprendan mejor la amplitud de los síntomas posteriores a las quemaduras. Si bien algunos síntomas se informan comúnmente, ocurren otros síntomas más insidiosos que generalmente no se reconocen como resultado de una lesión por quemadura.

En 1993, el Instituto Nacional de Investigación sobre la Discapacidad, la Vida Independiente y la Rehabilitación de los Estados Unidos (NIDILRR, por sus siglas en inglés) estableció el Sistema Modelo

de Quemaduras (BMS, por sus siglas en inglés) para mejorar las vidas de los sobrevivientes de quemaduras (6). La Base de Datos Nacional BMS es la mayor colección de datos de resultados a largo plazo en el campo de las quemaduras. (2)

De dicha base de datos se obtiene la información presentada en las figuras 1 y 2 (2), mostrándose el gran abanico de secuelas que presentan los pacientes y no limitándose solo al contexto de los tejidos blandos afectados, abarcando desde problemas metabólicos hasta el compromiso importante de la salud mental. Siendo de este modo que posterior a haberse superado la fase aguda, muchos pacientes requerirán continuar con el manejo multidisciplinario para poderse reintegrar con dignidad a su vida previa en la medida que su contexto lo permita.

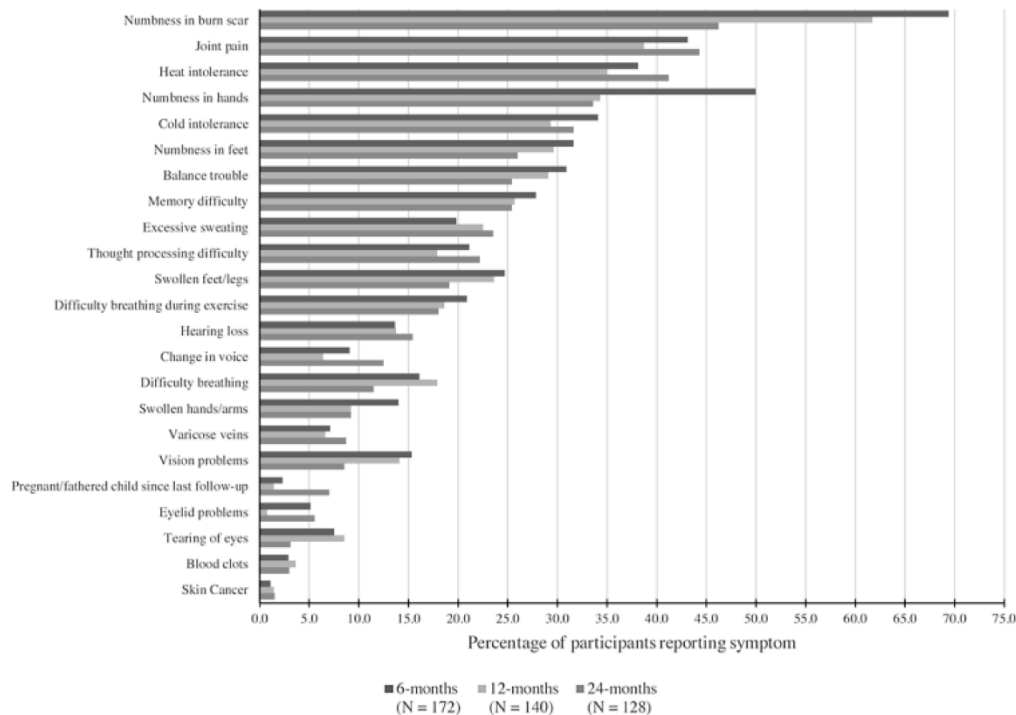


Figura 1. Porcentaje de participantes de la base de datos del sistema modelo de quemaduras que informaron síntomas relacionados con quemaduras a lo largo del tiempo (2).

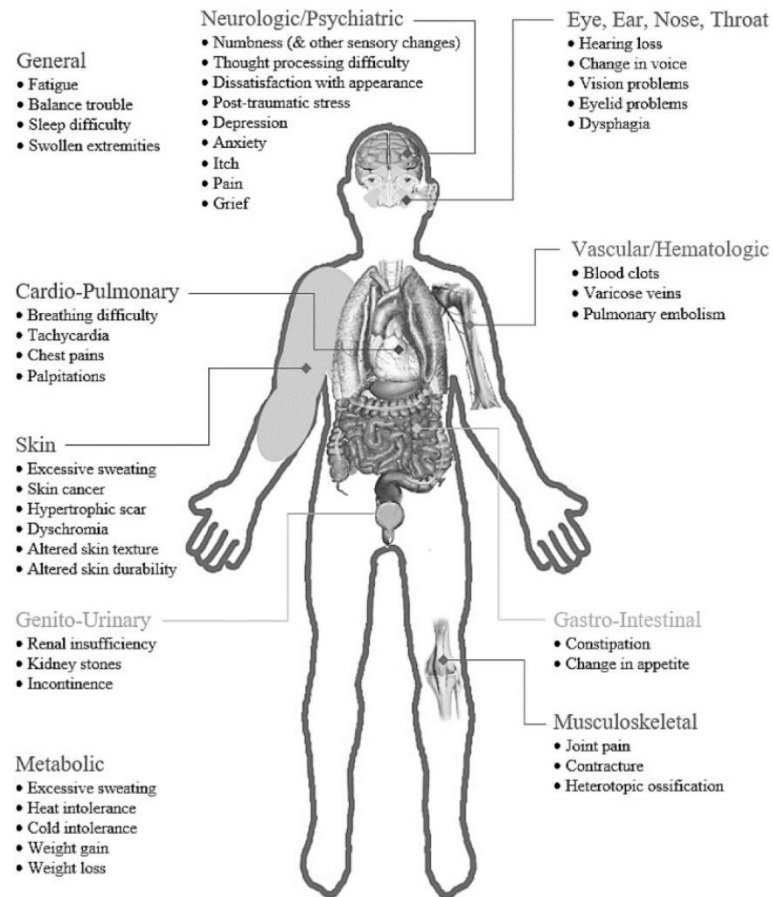


Figura 2. Posibles manifestaciones clínicas a largo plazo y otras secuelas experimentadas por los sobrevivientes de quemaduras (2).

Fisiopatología de la cicatriz por quemadura

Biología de las heridas por quemaduras

La cicatrización de las quemaduras activa múltiples procesos, incluida la coagulación, la fibrinólisis, la creación de una matriz de tejido conectivo inmadura, su posterior reorganización en una cicatriz madura, la epitelización y la interacción entre la epidermis y la matriz dérmica. En muchos pacientes quemados, se forma un exceso de tejido cicatricial, con consecuencias adversas, tanto funcional como estéticamente.

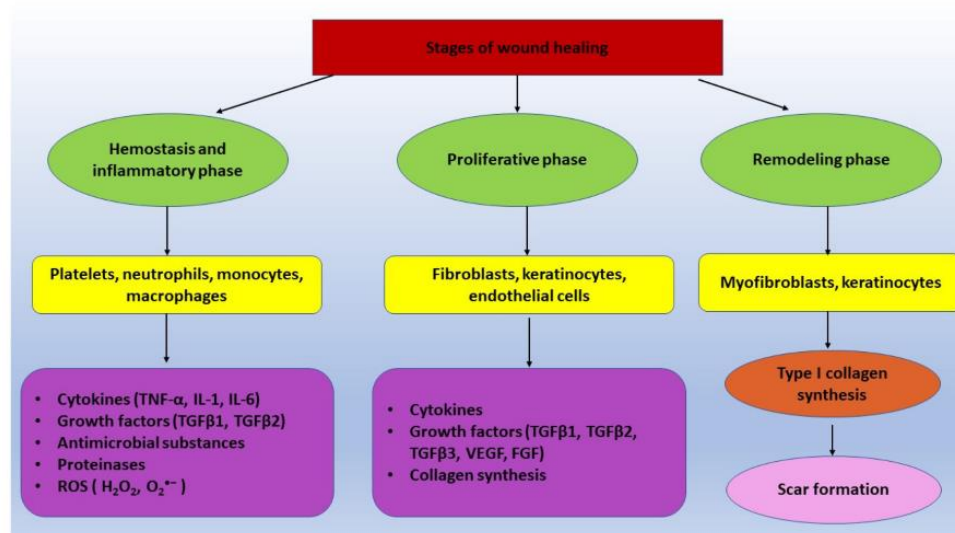


Figura 3. Fases de la cicatrización, su relación celular y molecular (3).

Cambios en la permeabilidad vascular

Los cambios en los vasos sanguíneos locales son el componente más temprano de la respuesta de la herida a la lesión y son esenciales para los pasos siguientes. La exudación de plasma se debe al aumento de permeabilidad de las vénulas a las proteínas, en gran parte debido a factores locales, liberación de histamina, factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) a partir de los mastocitos, así como sustancia P de las terminaciones nerviosas sensoriales locales.

Con la lesión por quemadura, hay un componente adicional de fuga de plasma que ocurre durante varias horas en todo el cuerpo en respuesta a estímulos desconocidos. Por supuesto, tanto el plasma como los glóbulos rojos entran en la herida a través de vasos sanguíneos rotos o necróticos. La infección desencadena una mayor exudación de plasma al estimular constantemente y prolongar la fase vascular de la inflamación aguda. Además, los capilares recién formados de tejido de granulación permiten el paso de las proteínas plasmáticas y del líquido hasta que maduran. Ciertas proteínas plasmáticas, en particular la fibronectina y la vitronectina, son importantes para estimular la respuesta en la herida (7).

Tejido de granulación y la fase proliferativa de la cicatrización de heridas

La proliferación masiva de fibroblastos y células endoteliales vasculares es característica de la fase temprana de la cicatrización de heridas. Estas células, y las finas fibrillas de colágeno y el gel proporcionado por los mucopolisacáridos y los proteoglicanos, constituyen el tejido de granulación que es una característica importante de todas las heridas que permanecen abiertas. El más importante de los muchos péptidos que estimulan el crecimiento de los fibroblastos parece ser el factor de crecimiento transformante β (TGF- β) y el factor de crecimiento básico de fibroblastos (bFGF/FGF2), mientras que el péptido más

importante que estimula el crecimiento de las células endoteliales parece ser el VEGF.³⁴⁻³⁹. Para que se produzca la contracción de la herida, los fibroblastos forman redes dentro de la dermis que permiten que la herida se contraiga. Las interacciones entre la matriz extracelular y el citoesqueleto celular son importantes para controlar la diferenciación y la función celular. Cuando la cicatrización de heridas es anormal y se desarrollan cicatrices hipertróficas (CHT), este proceso de entrelazar fibroblastos para formar una malla que soporta la tensión paralela a la superficie se interrumpe ya que se producen nódulos de colágeno que no se aplanan como ocurre normalmente (7).

Afluencia de células circulantes

Muchas células circulantes migran activamente a los lechos de las heridas y desempeñan funciones en la defensa contra bacterias y hongos, la eliminación de los componentes tisulares desvitalizados y la estimulación de las fases posteriores al restablecimiento de la dermis y la epidermis. Sobre la base de experimentos con ablación parcialmente selectiva de tipos celulares individuales, las células más importantes para estimular y mantener la reparación de los tejidos parecen ser los linfocitos T y los monocitos. Los monocitos, que se diferencian en macrófagos tisulares, son responsables de la síntesis y liberación de muchas de las citocinas importantes en la cicatrización de heridas, al igual que las células del tejido conectivo y las células epiteliales. La abundancia de mastocitos aumenta en la herida en cicatrización, y los mediadores secretados por los mastocitos reclutan neutrófilos y otras células inflamatorias circulantes a la herida. Al mismo tiempo, los mastocitos inducen una respuesta inflamatoria en el tejido cicatrizante actuando sobre los queratinocitos. Además, las células madre circulantes entran en las heridas que cicatrizan, donde pueden diferenciarse para formar fibroblastos y otras células del tejido conectivo necesarias para restaurar la integridad del tejido (7).

Migración de queratinocitos para cubrir la herida

Cuando se interrumpe la continuidad de la epidermis, se producen cambios rápidamente en las células basales de la epidermis adyacente a la herida. Los queratinocitos basales alterados envían láminas delgadas y experimentan un movimiento ameboide no sobre el lecho de la herida, sino debajo de la escara y/o costra no viable, secretando una matriz provisional a medida que avanzan. El desarrollo de este fenotipo migratorio es estimulado por la proteína plasmática vitronectina y requiere la presencia de albúmina como cofactor. La división celular se produce para apoyar esta migración, no entre las células migratorias, sino entre sus precursores en la epidermis residual. Procesos similares estimulan la migración y el reemplazo de las células epiteliales de los folículos pilosos en heridas de espesor parcial. Después de que se establece una lámina de células epiteliales sobre toda la superficie de la herida, comienzan a dividirse y, finalmente, crean un epitelio escamoso estratificado de múltiples capas con una capa granular y otra queratinizada. Las células epidérmicas secretan cantidades sustanciales de IL-1 β y otras citocinas. Las nuevas células basales epidérmicas proliferativas también secretan una nueva lámina basal compuesta por laminina, colágeno tipo IV y antígeno penfigoide ampolloso; se adhieren firmemente a esa lámina basal; y desarrollan uniones de colágeno tipo VII entre la lámina basal y las fibras subyacentes de colágeno tipo I en la dermis cicatricial. Además, justo después de que la capa epitelial recién formada cubre completamente la herida, el fenotipo de las células del tejido conectivo en la matriz sufre una serie de cambios y se encuentra mucho menos fibronectina en la matriz de la herida (7).

Formación y maduración de la matriz de colágeno

Las cicatrices aumentan gradualmente en su fuerza, pero nunca alcanzan la fuerza de la dermis normal. Durante este proceso, las delicadas fibras de los colágenos I y III recién secretados son reemplazadas por grandes fibras de colágeno I que están orientadas paralelamente entre sí y a la superficie de la piel. La maduración de las fibras de colágeno es en gran medida un proceso químico de remodelación que implica la reticulación covalente de cadenas polipeptídicas adyacentes. Las fibras de colágeno normalmente se forman y se degradan continuamente en la piel normal y en las cicatrices, pero los procesos que controlan las tasas de formación y degradación y la orientación de las fibras maduras no se comprenden completamente. La activación prolongada de los queratinocitos en las heridas conduce a una reducción de la regulación de la producción de colágeno de fibroblastos por parte de los queratinocitos y a una inflamación prolongada, lo que contribuye a la fibrosis. Al mismo tiempo, los mastocitos actúan para inducir fibrosis a través de la liberación de histamina, triptasa y quimasa, que estimulan la producción de colágeno, la síntesis de procolágeno y la escisión de procolágeno, respectivamente (7).

Citoquinas y factores de crecimiento

Muchos polipéptidos cortos, en su mayoría citoquinas y factores de crecimiento, son responsables de los cambios en las células que conducen a las etapas de cicatrización de heridas, incluida la transición de las fases inflamatoria a la proliferativa, y la formación y organización de una cicatriz, o la fase de maduración. Entre los más importantes se encuentran el TGF- β , el bFGF, el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF) y el VEGF. Con frecuencia, la respuesta de un tipo de célula particular a

un mediador específico depende no solo de la unión al receptor preciso de la superficie celular, sino también de señales simultáneas de otros receptores celulares. Por lo tanto, la red de señalización peptídica es compleja, y el rango de posibles respuestas celulares es lo suficientemente grande como para permitir la generación de estructuras complejas y un ajuste fino considerable. Hay muchas oportunidades para que los procesos reparadores salgan mal, procedan de manera desequilibrada o no completen un ciclo apropiado de activación y regresión (7).

Biofísica de la lesión térmica

Las células de la piel humana mueren cuando se aumenta su temperatura, en gran parte debido a la sensibilidad de la membrana celular a la disrupción fuera de límites de temperatura bastante estrechos. Las quemaduras por llamas, eléctricas y de contacto a menudo conducen a la pirólisis y también a la interrupción y oxidación de algunos tejidos. Entre los diversos tipos de células presentes en la piel, es probable que algunas sean más sensibles a la temperatura que otras. El grado de elevación de la temperatura en un sitio determinado de la piel también depende de la velocidad de transferencia de calor dentro del tejido. La conductividad térmica de la dermis es mucho mayor que la de la hipodermis ya que la grasa es un buen aislante. Quizás por esta razón, la lesión térmica a menudo conduce a la necrosis de toda la dermis con poca muerte celular en la hipodermis, como se ve en las biopsias de heridas. Los folículos pilosos en algunos sitios generalmente se extienden mucho más allá de la dermis hacia el tejido adiposo de la hipodermis superior, y las glándulas sudoríparas ecrinas también suelen estar presentes en la grasa subcutánea. A pesar de la presencia de tejido adiposo alrededor de los folículos, la capacidad regenerativa suele ser destruida por completo por las quemaduras, a pesar de que hay poca o ninguna necrosis aparente en la hipodermis superior. Sin embargo, en las quemaduras más graves,

toda la hipodermis puede volverse necrótica y la muerte celular puede ocurrir en la fascia subyacente y el músculo esquelético o incluso en los órganos internos subyacentes (7).

Factores que alteran la cicatrización de heridas

Cambios en la irrigación sanguínea y la perfusión

La alteración del flujo sanguíneo puede provocar trombosis vascular en una herida por quemadura, lo que también contribuye al riesgo de lesión del tejido isquémico. En la piel normal, hay un plexo de arterias y venas inmediatamente debajo de la dermis en la capa superior de tejido adiposo subcutáneo. Este plexo subdérmico corre el riesgo de sufrir trombosis en las quemaduras profundas de espesor parcial y en las quemaduras de espesor total, y es vulnerable al daño en el proceso de escisión tangencial de la herida, con una mayor pérdida de suministro de sangre a la herida (7).

Cicatrización de heridas comprometidas: requisitos para una cicatrización óptima de heridas

La experiencia clínica ha demostrado claramente que la cicatrización de heridas se ralentiza y deteriora en gran medida cuando hay deficiencia de ingredientes esenciales para la construcción de la cicatriz o de un suministro de energía adecuado. La deficiencia de vitamina C y la desnutrición proteico-calórica se caracterizan por una deficiente cicatrización de heridas, y el suministro de calorías suficientes y la reversión del catabolismo proteico habitual son los principales objetivos de la atención general de quemaduras. La deficiencia de vitamina D puede perjudicar la cicatrización de heridas, mientras que la adición de vitamina D aumenta la migración de fibroblastos y la producción de colágeno. La

vasculopatía diabética se asocia a una deficiente cicatrización de las heridas, lo que demuestra la importancia de una adecuada microcirculación. La insuficiencia cardíaca compromete de manera similar la cicatrización de heridas. La radiación, el tabaquismo y la hipoxemia también se han asociado con el retraso en la cicatrización de las heridas. La edad avanzada se asocia con un aumento de la mortalidad por quemaduras grandes, pero no impide por sí sola una buena cicatrización de las heridas (7).

Respuestas biológicas a la escarectomía y al injerto

El estándar actual de tratamiento en la mayoría de los grandes centros de atención de quemados es la extirpación precoz de la herida quemada, normalmente dentro de las 24 horas posteriores al ingreso, con la extirpación de todo el tejido necrótico mediante la escisión tangencial para dejar la mayor parte de la grasa subcutánea o la escisión fascial que elimina toda la hipodermis. La herida se cubre inicialmente con piel de cadáver mallado del banco de piel o alguna otra cobertura transitoria. A los pocos días, se realiza autoinjertos dermoepidérmicos mallados de espesor parcial tomados de regiones donadoras no quemadas. Sobre la cara y las manos, a menudo se utilizan autoinjertos laminados sin mallar para obtener el mejor resultado estético. En el caso de los homoinjertos cadavéricos, la epidermis se degenera lentamente, pero la matriz dérmica a menudo se incorpora a la herida en cicatrización. Los intersticios del autoinjerto se llenan con tejido de granulación derivado en parte del tejido fibroso o adiposo subyacente y en parte por la migración de fibroblastos de las hebras del autoinjerto. La epidermis del autoinjerto migra sobre la matriz del tejido de granulación, debajo de la capa de fibrina, y reconstituye la epidermis sin folículos ni otros apéndices epidérmicos. El patrón de los injertos de malla suele ser visible en la herida cicatrizada. La incorporación de elementos dérmicos del tejido conectivo de la zona

donante puede mejorar la flexibilidad de la cicatriz final. Ocasionalmente, se desarrollan quistes de inclusión epidérmica dentro de las heridas por quemaduras injertadas y pueden romperse. Estos quistes podrían desarrollarse a partir de raíces de cabello residuales que habían perdido su conexión con la superficie, de la migración aberrante de las células epidérmicas durante el rejuvenecimiento de la herida o de la retención de la epidermis mediante la expansión del tejido conectivo. Además, a veces se encuentran pequeños trozos de tallo del cabello en las heridas en proceso de curación, asociados con una reacción de cuerpo extraño de células gigantes, tal vez representando pelos que quedan después de la necrosis de los folículos pilosos que los produjeron originalmente (7).

El cierre de la herida después de las quemaduras es uno de los determinantes más importantes de la supervivencia y de los resultados a largo plazo, tanto desde el punto de vista funcional como estético. La cobertura precoz de la herida reduce el riesgo de infección y pérdida de fluidos. Se ha demostrado que reduce la mortalidad, la duración de la estancia hospitalaria y la posterior cicatrización hipertrófica. Por lo tanto, el cierre temprano de las quemaduras es piedra angular de la atención integral de las quemaduras (8).

Infección de la herida

La infección bacteriana suele complicar la cicatrización de las heridas. El riesgo aumenta en los pacientes quemados, ya que hay grandes cantidades de células y tejido necrótico en la herida y proporcionan un buen medio de cultivo para las bacterias. Cuando se produce una infección, el componente inflamatorio de la cicatrización se amplifica en gran medida y se retrasan los procesos de conversión del tejido de granulación en un denso andamiaje de colágeno, la contracción de la herida y la regeneración de la epidermis. Algunas bacterias causan necrosis tisular adicional, y otras pueden invadir los tejidos normales, lo

que lleva a hiperemia alrededor de la herida original o ampliación y profundización de la ésta. En respuesta a la infección bacteriana y al aumento de la reacción inflamatoria, se altera el entorno de citoquinas de la herida. Los injertos colocados sobre heridas con tejido infectado residual y cuando hay un gran número de bacterias presentes en lo profundo del lecho de la herida, generan el peligro de que esas bacterias puedan ingresar al torrente sanguíneo. incitan a la septicemia e invaden tejidos remotos. Estos procesos, que eran comunes en la era anterior a los antibióticos y antes de que la práctica de la escarectomía temprana de heridas se volviera común, ahora se están viendo nuevamente debido a la infección con cepas de bacterias altamente resistentes a los antibióticos, particularmente *Pseudomonas sp.* y *Acinetobacter sp.* (7).

Cicatrización de heridas hipertróficas

En la mayoría de los pacientes con quemaduras grandes, la cicatrización de las heridas por quemaduras se complica por el desarrollo de cicatrices elevadas, gruesas, firmes, rojizas y con prurito persistente. Estas cicatrices hipertróficas ocurren con mayor frecuencia en heridas que se infectaron o que tardaron más de lo habitual en cubrirse por completo. Pueden cubrir grandes áreas, pero por lo general no se extienden más allá de la herida de la quemadura original. Estas heridas anormales también se asocian con una contracción más grave de la herida. En la gran mayoría de los casos afectados, estos CHT progresan durante un período de meses, luego retroceden gradualmente durante un período de unos pocos años, y finalmente se convierten en cicatrices planas sin más síntomas. En las heridas que desarrollan cicatrización hipertrófica, a menudo hay anomalías de la pigmentación de la piel, ya sea despigmentación o hiperpigmentación, que evolucionan con el tiempo. Las CHT con mayor compromiso funcional se resecan quirúrgicamente, a menudo con la creación de Z - plastías o injertos cutáneos en lámina, para liberar las

contracturas de la cicatriz, también se utilizan láseres para ablacionar la cicatriz. Por lo general, las CHT no se vuelven a desarrollar. No parece haber una relación con el origen étnico para este tipo de cicatrización hipertrófica, que ocurre en aproximadamente el 75% de los pacientes caucásicos, negros e hispanos (7).

Anomalías fenotípicas de los fibroblastos de las cicatrices hipertróficas

Se han realizado muchos estudios sobre las funciones y la biología molecular de los fibroblastos derivados de CHT y queloides en cultivo de tejidos. De tales estudios se desprende que existe un fenotipo significativamente diferente de fibroblastos de CHT que persiste en el cultivo. Se ha encontrado consistentemente que los fibroblastos de la CHT secretan más TGF- β y colágeno, además más rápidamente que los fibroblastos derivados de la piel normal o de cicatrices normales. La profundidad de localización de los fibroblastos también determina el fenotipo fibrótico, los fibroblastos dérmicos profundos se caracterizan por un aumento de la secreción de colágeno con una expresión reducida de colagenasa, una proliferación más lenta y un aumento en la expresión de actina del músculo liso en comparación con los fibroblastos superficiales. El análisis genómico ha determinado que los fibroblastos de CHT, presentan numerosas diferencias en la expresión génica (7). En un estudio genómico, los fibroblastos de CHT cultivados mostraron una respuesta reducida a la IL-6 en comparación con los fibroblastos de la piel normal adyacente, lo que sugiere que la disminución de la activación del receptor podría ser un factor en la cicatrización hipertrófica (9).

Expresión génica en cicatrices hipertróficas

Estudios en pacientes humanos han demostrado que la variación en la secuencia de un gen puede estar asociada con una disminución de la gravedad de la cicatrización hipertrófica posterior a la quemadura, se ha propuesto una posible alteración de la vía de señalización de TGF- β . Aunque se necesita más investigación, estos estudios prometen una posible intervención terapéutica en los procesos que conducen a la cicatrización hipertrófica (9).

En varios estudios experimentales en animales, se han aplicado intervenciones que alteran la expresión de genes o vías de señalización importantes en la herida, con un cambio sustancial en el tamaño de la herida resultante (9) (10) (11).

Bases moleculares, celulares y mecanobiológicas de la cicatrización hipertrófica

Clínicamente, las cicatrices hipertróficas (CHT) post-quemaduras son elevadas, eritematosas, pruriginosas e inelásticas. Además de una cosmética deficiente, estas cicatrices suelen formar contracturas que dan lugar a disfunción y malestar, lo que conduce a una morbilidad significativa para los pacientes quemados (12).

Las CHT difieren de la piel normal y de la cicatriz madura en varios aspectos clave: la matriz extracelular (MEC) de las CHT está significativamente alterada tanto en composición como en arquitectura, el comportamiento de los queratinocitos y fibroblastos presentes en las CHT es profibrótico en comparación las cicatrices maduras y muchas citocinas profibróticas están reguladas positivamente y su expresión se prolonga. Generalmente, las CHT sufren cierta remodelación y maduración con el tiempo, y esto puede explicar la variabilidad en las descripciones de éstas (12).

En los cambios que se apartan de la normalidad, están, que se produce una masa de tejido conectivo desorganizado con haces de colágeno delgados e irregulares en verticilos y nódulos en lugar de fibras gruesas y organizadas paralelas a la superficie. La disminución concomitante de decorina y aumento de otros proteoglicanos no sólo contribuye a una MEC desorganizada sino que también permite que las señales profibróticas se propaguen en la dermis (12).

La naturaleza fibrótica e hiper celular del CHT contribuye y resulta de niveles elevados de factores profibróticos (p. ej., TGF- β , CTGF) y disminución de los niveles de citoquinas antifibróticas (IFN- γ).

Los fibroblastos locales de las HTS local resultante están modulados por acción sistémica, fibrocitos y células TH, que migran a la herida (12).

La patogénesis resultante del HTS es compleja, con muchos aspectos reforzando el proceso profibrótico (12).

Table 1. Growth factors involved in burns wound healing^{6,15}

| GROWTH FACTORS | SOURCE | INFLAMMATORY FUNCTION | PROLIFERATION FUNCTION | TISSUE REMODELING FUNCTION |
|----------------|--|---|--|---|
| PDGF | Platelets | Affects activity of MMPs | <ul style="list-style-type: none"> · Promote angiogenesis · Accelerate ECM and collagen formation · Activate and proliferate fibroblasts · Recruit bone marrow-derived endothelial progenitor cells | Involved in remodeling |
| EGF | Keratinocytes | | <ul style="list-style-type: none"> · Stimulates epithelial cell proliferation and differentiation · Mitogenic for keratinocytes and fibroblasts · Involved in keratinocyte migration · Forms granulation tissue | Involved in reepithelialization |
| FGF | Keratinocytes, fibroblasts, endothelial cells | | <ul style="list-style-type: none"> · Involved in fibroblast chemotaxis · Proliferates fibroblasts and keratinocytes · Involved in keratinocyte migration · Promotes angiogenesis and matrix (collagen fibers) deposition | Involved in wound contraction and reepithelialization |
| VEGF | Keratinocytes, fibroblasts, macrophages, endothelial cells | | <ul style="list-style-type: none"> · Promotes angiogenesis and lymphangiogenesis · Promotes endothelial cellular growth and maintains differentiated lymphatic endothelium | |
| HGF | Fibroblasts | | <ul style="list-style-type: none"> · Mitogenic for endothelial and epithelial cells, melanocytes, and keratinocytes | |
| TGF- β | Fibroblasts, keratinocytes, macrophages, platelets | Recruits macrophages and induces their secretion of cytokines | <ul style="list-style-type: none"> · Promotes angiogenesis · Chemotactic for fibroblast · Promotes fibroblast proliferation, matrix deposition, and granulation tissue formation | Contributes to reepithelialization and remodeling |

PDGF: platelet-derived growth factor; ECM: extracellular matrix; EGF: epidermal growth factor; FGF: fibroblast growth factor; VEGF: vascular endothelial growth factor; HGF: hepatocyte growth factor; TGF- β : transforming growth factor beta

Tabla 1. Características de factores de crecimiento envueltos en la cicatrización de las quemaduras (1).

No solamente los aspectos moleculares son importantes en la génesis y evolución de la cicatrización patológica de las quemaduras, sino que la mecanobiología parece tener también su participación. Se sugiere que las fuerzas mecánicas sobre la piel influyen fuertemente en el comportamiento celular a través de los mecanorreceptores teniendo repercusión en el proceso de cicatrización. Estas observaciones nos llevaron a centrarnos en la importancia de reducir la tensión de la piel cuando los queloides y las cicatrices hipertróficas se extirpan quirúrgicamente para prevenir su recurrencia. Los estudios clínicos revelaron que las suturas reductoras de tracción subcutánea/fascial, que

aplican una tensión mínima sobre la dermis, son eficaces para reducir la recurrencia. Además, hemos descubierto que mediante el uso de plastia en Z y colgajos de piel, que liberan la tensión de la herida, se pueden tratar con éxito cicatrices enormes (13).

Capítulo 2 - Secuelas del paciente quemado

Los Diferentes tipos de lesiones de tejidos blandos

Secuelas cutáneas

Cicatrices distróficas

Presentan una mayor fragilidad cutánea a nivel de las cicatrices de quemaduras, tanto después del tratamiento por cicatrización dirigida como por injerto de piel. Esto es aún más marcado cuando la cicatrización ha sido larga y laboriosa. En los injertos de piel, la fragilidad cutánea depende esencialmente de la presencia o no subyacente de un tejido de sostén de grosor importante. Las localizaciones más frecuentes de este tipo de lesiones distróficas son las piernas, a nivel de las caras tibiales anteriores y en las rodillas a nivel de las rótulas. Se trata esencialmente de regiones donde las estructuras óseas que protruyen están en posición inmediatamente bajo la cicatriz. Se observan lesiones ulceradas únicas o múltiples, en sacabocados, en la mayoría de los casos, siendo de tamaño pequeño. Su evolución está marcada por la tendencia a la recidiva, la cual está relacionada frecuentemente con traumatismos leves. En un primer tiempo, siempre existe una zona eritematosa que evoluciona hacia la flictena y después a la ulceración. En este estadio, conviene realizar cuidados tópicos, pero sobre todo buscar el factor desencadenante y evitarlo (5).

Cicatrices disestésicas

Una de las funciones fundamentales de la piel es su papel como un órgano sensorial y para eso tiene una multitud de receptores y de terminaciones nerviosas. En las regiones quemadas, son frecuentes las alteraciones de la sensibilidad. Aunque suelen ser transitorias, dependen de la profundidad inicial de la quemadura y del tratamiento realizado. Las quemaduras profundas e injertadas suelen presentar una hipersensibilidad, sobre todo cuando el injerto se sitúa a nivel de un ramo nervioso sensitivo superficial (p. ej., quemadura de la región cervical y del plexo cervical superficial). La destrucción de estas estructuras nerviosas explica estos mecanismos de hipersensibilidad. La regeneración nerviosa, que en ocasiones es anárquica y desorganizada, es responsable de estas sensaciones de hipersensibilidad. Cuando las molestias son muy importantes, es preferible remitir a estos pacientes a un centro especializado en el tratamiento del dolor, administrar un tratamiento con neurolépticos o aplicar parches que difundan un anestésico tópico basado en lidocaína que puede mejorar estos fenómenos. Cuando existe un auténtico neuroma con una zona gatillo, es preferible realizar un tratamiento quirúrgico con infiltración mediante ropivacaína y transposición del nervio responsable (5).

Cicatrices pruriginosas

El prurito es una molestia muy frecuente en las cicatrices de quemaduras, se ha descrito que hasta un 80% lo presentan en algún momento. Este síntoma se observa sobre todo cuando la cicatriz está en fase de evolución inflamatoria. El carácter hipertrófico de las cicatrices aumenta la frecuencia del prurito. La intensidad es variable. Puede presentarse como una simple sensación pruriginosa en las secuelas de

quemadura. Pero en ocasiones, el prurito es tan intenso que se han descrito formas invalidantes con insomnio, lesiones por rascado, sobreinfección, etcétera. La desaparición de estos síntomas suele ser simultánea a la maduración cicatricial (5).

Cicatrices discrómicas

Casi siempre se dan diferencias de coloración y de textura entre una cicatriz de quemadura y la piel sana, tanto después de un tratamiento mediante injertos de piel como por tratamientos tópicos. Estas variaciones pueden ser discretas o muy visibles, con un auténtico efecto de mosaico muy poco estético. La evolución del color de una secuela de quemadura no se puede prever inicialmente. Sin embargo, existen medios que deben aplicarse obligatoriamente desde la fase aguda del tratamiento para optimizar el aspecto cicatricial final: evitar la exposición solar, uso de protección solar estricta de las zonas quemadas, hidratación diaria y presoterapia. La evolución discrómica de las secuelas por quemaduras depende de muchos factores. Es frecuente observar cicatrices hipopigmentadas en los pacientes de fenotipo oscuro e hiperpigmentadas en los de fenotipo claro (5).

Cicatrices hipertróficas y queloides

Las cicatrices hipertróficas secundarias a una quemadura se caracterizan por una cicatriz eritematosa, pruriginosa, engrosada y de escasa elasticidad (Fig. 4) (5).



Figura 4. Cicatrices hipertróficas de 2 años de evolución posteriores a quemaduras por ácido sulfúrico (5).

Su evolución temporal es favorable, con blanqueamiento y disminución del grosor tras un plazo variable de 1-2 años. Pasado este periodo, si no se observa la mejoría o si se agrava su aspecto, se sospecha la existencia de una cicatriz queiloide. Son infrecuentes a nivel de las zonas injertadas, pero pueden aparecer en la unión entre el injerto y la piel sana o en los sitios de movilización del injerto. Persisten en el tiempo debido a las tensiones residuales de las zonas cicatriciales, sobre todo a nivel articular (5).

Retracciones y bridas

Las modificaciones cicatriciales, así como la contracción propia de los injertos de piel provocan retracciones y bridas cicatriciales después de las quemaduras. Constituyen la mayoría de las secuelas por quemaduras, tanto desde el punto de vista estético como funcional. En su tratamiento se emplean todas las técnicas de cirugía plástica que permiten el elongamiento de estas cicatrices o la sustitución parcial o total de la placa cicatricial responsable. Las retracciones pueden ir de una simple brida sin molestias funcionales a una gran placa cicatricial retráctil. En los niños en fase de crecimiento, el tratamiento de este tipo de retracción es una urgencia terapéutica, pues la fibrosis relacionada con estas retracciones puede impedir el desarrollo adecuado de las estructuras tendinosas, musculares y óseas subyacentes (Figs. 5 y 7) (5).



Figura 5. Brida retráctil cervical después de 10 años de quemaduras por llamas no tratadas (A, B) (5).



Figura 6. Secuelas retráctiles por quemaduras de la infancia no tratadas. (5).

Degeneración cicatricial

Cualquier lesión crónica lleva implícita la posibilidad de degeneración. En los pacientes quemados, se debe sospechar ante cualquier aparición de una ulceración en zona cicatricial, incluso en una quemadura poco antigua, y sobre todo en caso de lesiones crónicas sin tendencia a la cicatrización. En caso de malignización, en la mayoría de las ocasiones se trata de un carcinoma epidermoide mal diferenciado (úlceras de Marjolin) (5) (fig. 7) (14). Las úlceras de Marjolin son un carcinoma cutáneo de células escamosas que se encuentra en un tejido que ha sido previamente traumatizado y posteriormente curado, como heridas crónicas, incluidas úlceras diabéticas o vasculares en las piernas, o una cicatriz de quemadura antigua. Normalmente hay un largo período

de latencia (que puede ser de más de 30 años) desde la lesión original hasta que se maligniza, y el riesgo de malignidad varía según el tipo de herida, pero se estima que ocurre en el 0,5% de las úlceras vasculares y en el 1-2% de las cicatrices de quemaduras (14). La fisiopatología no se ha dilucidado por completo, pero se han propuesto varios mecanismos, como la irritación crónica, la reepitelización repetida, el daño local a los mecanismos inmunitarios de la piel, la predisposición genética y las toxinas del daño celular local. Las cicatrices de las quemaduras tienden a elevarse por encima de la piel natural, lo que provoca irritación crónica. Se ha observado obliteración de los vasos linfáticos locales, vascularización deficiente y reducción de la actividad de las células de Langerhans, lo que permite desarrollar lesiones dada la detección inmunitaria deficiente, secundaria a esos cambios vasculares. En general, la patogenia es probablemente multifactorial, con irritación crónica y toxinas locales que conducen a cambios neoplásicos que se permiten proliferar en el contexto de mecanismos inmunológicos alterados (15).

En el contexto de la úlcera Marjolin, el carcinoma de células escamosas es la neoplasia maligna más frecuentemente identificada en el examen histopatológico (80 a 90%). La mayoría de las lesiones están bien diferenciadas, pero también se ha identificado subtipos poco diferenciados. El segundo tipo de células más común es el carcinoma basocelular (9,6%), seguido del melanoma (2,4%). Se ha descrito casos raros de sarcoma, dermatofibrosarcoma, carcinoma mucoepidermoide y leiomiomasarcoma (15). Cualquier lesión ulcerosa o que no cicatriza, sospechosa que aparezca en una cicatriz crónica debe ser sometida a una biopsia para confirmar el diagnóstico. Se debe realizar un examen físico de los ganglios linfáticos locales. Algunos centros realizan una ecografía de ganglios regionales debido a la alta tasa de afectación ganglionar. También se ha sugerido el mapeo linfático y la biopsia del ganglio centinela. Se pueden considerar otras imágenes (es decir,

radiografía de tórax, tomografía computarizada de encéfalo) caso por caso para evaluar la presencia de metástasis (15).

El tratamiento debe centrarse en la prevención, ya que las heridas por quemaduras no resecadas que se curan por segunda intención tienen un mayor riesgo de degeneración maligna. Una vez detectadas, no existe un protocolo de tratamiento definitivo para el manejo de las úlceras de Marjolin. Las opciones de tratamiento más ampliamente aceptadas incluyen la cirugía de Mohs, la escisión local amplia con márgenes de 1 a 2 cm y la amputación proximal a la lesión (15). La cirugía de Mohs se puede considerar en lesiones en la cara, el cuero cabelludo, las manos, los pies, las areolas y otras áreas donde se desea mejorar la estética. La amputación se reserva para la enfermedad en estadio avanzado cuando no es posible la escisión local amplia y la cirugía de Mohs. A menudo se realiza una cobertura de defectos con colgajo local, colgajo libre o autoinjerto dermoepidérmico, pero sigue siendo controvertido, ya que algunos estudios han demostrado un mayor riesgo de recurrencia con resección incompleta (15). La cobertura que algunos describen como más adecuada es un simple autoinjerto cutáneo para facilitar el seguimiento (5).

Después de la resección, es necesario un seguimiento estrecho debido al alto riesgo de recurrencia. La disección de ganglios linfáticos es controvertida, pero se puede considerar con ganglios linfáticos positivos en el examen físico o ultrasonográfico. La radiación adyuvante y la quimioterapia están indicadas si la resección quirúrgica no es posible. Los fármacos que se han sugerido incluyen 5-fluorouracilo tópico, metotrexato, l-fenilalanina y la terapia a base de platino. La radioterapia se recomienda con metástasis ganglionares regionales, lesiones de alto grado (grado III) y lesiones mayores de 10 cm de diámetro (15).

No existen criterios específicos de estadificación TNM para las úlceras de Marjolin. Después de realizar una biopsia, se puede usar el tipo histopatológico del tumor para estadificar la enfermedad. Por ejemplo, si la biopsia revela carcinoma de células escamosas, se pueden utilizar los criterios existentes establecidos por el American Joint Committee on Cancer (AJCC) (15) (16). Aunque la mayoría de las úlceras de Marjolin están bien diferenciadas, las lesiones son agresivas y tienen un mal pronóstico. Las metástasis se encuentran en hasta el 27 % de los pacientes en comparación con el 3 % de otras causas de carcinoma de células escamosas. La tasa de recurrencia después de la resección quirúrgica es de hasta el 50%. El grado alto (grado II o III), la presencia de metástasis ganglionares y la localización en las extremidades inferiores indican un peor pronóstico. La tasa de supervivencia a 5 años es del 43 al 58% (15).

El caso de la figura 7 muestra un caso remitido desde la práctica general a un centro de quemados del Reino Unido con historia de una nueva herida que no cicatriza en una cicatriz previamente curada en su totalidad, más de 40 años después de haber sufrido la quemadura (14).



Figura 7. Cicatriz de quemadura en la axila derecha. Izquierda: lesión exofítica en la axila derecha, marcada con tinta; Herida de la biopsia por punción mostrada por una flecha roja. Derecha: primer plano de la lesión extirpada; Obsérvese los bordes brillantes y plegados de la herida típicos de una herida crónica (14).

Secuelas subcutáneas

Las secuelas subcutáneas por quemaduras se caracterizan esencialmente por afectaciones tendinosas a nivel de las manos y de los pies. El escaso grosor de los tejidos al nivel de estas regiones explica la participación de las estructuras tendinosas en las retracciones mediante la formación de adherencias más o menos importantes. En el marco de las secuelas por quemaduras profundas graves, puede haber una destrucción tendinosa cuyas indicaciones de reparación son limitadas.

Las articulaciones son la segunda estructura que puede originar una afectación funcional tras una quemadura y que conlleva también al desarrollo de deformidades digitales. Las retracciones cutáneas graves a nivel de las regiones articulares pueden causar una auténtica artrodesis

fisiológica, con un riesgo de anquilosis a largo plazo. El tratamiento quirúrgico de estas retracciones asociado a un tratamiento por médicos rehabilitadores permite tratar estos problemas articulares funcionales (5).

Dolor y alteraciones de la sensibilidad

En los pacientes quemados, el dolor crónico es una de las principales complicaciones que causa molestias persistentes. Los mecanismos periféricos del dolor crónico por quemadura han sido ampliamente revelados a través de estudios, pero los mecanismos centrales no han sido identificados. Joo y colaboradores (17) realizaron un estudio que tuvo como objetivo caracterizar los cambios plásticos cerebrales secundarios a la quemadura eléctrica (EB) y a la quemadura no eléctrica (NEB) mediante la medición del volumen sanguíneo cerebral (CBV). Sesenta pacientes, veinte con quemaduras eléctricas (EB) y cuarenta con quemaduras no eléctricas (NEB), con dolor crónico después de la quemadura, junto con veinte controles sanos, participaron en el estudio. Se realizó comparaciones *vóxeles (Voxel-wise comparisons)* de mapas similares de CBV entre los grupos EB, NEB y control en todo el volumen cerebral. El CBV se midió como un aumento y disminución del dolor y de la red motora, incluyendo la circunvolución postcentral, el lóbulo frontal, el lóbulo temporal y la ínsula en el hemisferio asociado con extremidades quemadas en todo el grupo quemado. En el grupo EB, el CBV estaba disminuido en los lóbulos frontal y temporal en el hemisferio asociado con el lado quemado. En el grupo NEB, el CBV se midió como un aumento o disminución del dolor y de la red motora en la circunvolución postcentral, la circunvolución precentral y el lóbulo frontal del hemisferio asociado con el lado afectado por la quemadura. Entre los grupos EB y NEB, los cambios en el CBV no fueron diferentes. Este estudio concluye que los hallazgos

proporcionan evidencia de cambios plásticos en las redes neuronales del dolor y motoras en pacientes con dolor crónico por quemadura (17).

Hay una clasificación (18) que puede guiar el manejo del paciente y los métodos de investigación, con el objetivo de mejorar el manejo del dolor en el dolor nervioso relacionado con quemaduras que consiste en:

- lesión nerviosa directa,
- compresión nerviosa,
- lesión eléctrica
- disfunción nerviosa secundaria a lesión sistémica.

Secuelas sobre la salud mental del paciente quemado

El soporte en salud mental es fundamental para ayudar a los pacientes quemados a superar la ansiedad, la depresión, el pesimismo y otros trastornos psicológicos después de la lesión, ayudando así a los pacientes quemados a establecer una buena adaptación psicológica a la lesión (19).

La actitud y la motivación de los pacientes son factores importantes que afectan a los resultados. Los factores psicológicos, más que el trauma en sí, pueden tener un impacto más profundo en los pacientes quemados (20). Cada miembro del equipo de quemados debe prestar atención al estado psicológico de los pacientes a través de la comunicación diaria.

Se encontrarán diferentes problemas psicológicos en las diferentes etapas del tratamiento: 1) Durante la etapa aguda y crítica, los signos vitales son inestables y los pacientes pueden presentar ansiedad, miedo, alucinaciones y trastornos del sueño. 2) A medida que avanza la cicatrización de heridas, se reduce la demanda de cirugía y cuidados críticos, mientras que aumenta la intensidad de los tratamientos físicos y ocupacionales. Los pacientes se dan cuenta gradualmente de la magnitud del daño y del impacto potencial en su futuro. Pueden desarrollar

depresión y trastorno de estrés postraumático (TEPT). El TEPT afecta aproximadamente al 30 % de los pacientes quemados (21), que pueden presentar sensibilidad, fobia y trastornos del sueño. Los medicamentos y las consultas psicológicas pueden mejorar la afección. 3) Después de la recuperación inicial y 1-2 años después del alta hospitalaria, los pacientes con limitaciones físicas suelen sufrir problemas emocionales a la hora de adaptarse a la vida familiar y a un nuevo entorno laboral. También pueden verse afectados por el trastorno de estrés postraumático y mostrar diversos grados de depresión, que se agravarán aún más si falta o se retrasa la psicoterapia adecuada. El tratamiento psicológico de los pacientes se basa en la atención a largo plazo, así como en la relación entre los pacientes y los psiquiatras. Se recomienda insistentemente que los pacientes reciban psicoterapia de profesionales (22).

Capítulo 3 – Rehabilitación, soporte médico y salud mental

Objetivos de la rehabilitación de los pacientes quemados

La rehabilitación es una de las herramientas básicas, impostergables y que no puede dejar de estar presente como una necesidad básica en la atención del paciente quemado, si bien es un continuo a lo largo de todo el proceso de acompañamiento e intervención de estos pacientes, sus objetivos se dividen en tres momentos con el fin de organizarlos mejor (23).

1. **Objetivo a corto plazo:** Mantener y aumentar gradualmente el rango de movimiento (ROM) en las áreas lesionadas y no lesionadas, reducir el edema y el dolor, mejorar la fuerza y la resistencia muscular, prevenir la contractura y minimizar la formación de cicatrices.
2. **Objetivo a largo plazo:** Mejorar el ROM y la fuerza muscular, mejorar aún más la capacidad de ejercicio, la flexibilidad y la coordinación, y restaurar la capacidad de deambulación.

Criterios para el alta: Los pacientes pueden trasladarse, deambular, comer, ir al baño y realizar otras actividades de la vida diaria sin o con alguna ayuda.

3. **Objetivo final:** que los pacientes puedan recuperar sus capacidades a su estado anterior a la lesión, volver a la familia y a la sociedad: 1) Actividades de la Vida Diaria (AVD) independiente, estudiando y trabajando; 2) mejores apariencias estéticas; y 3) mejor adaptación psicológica

Fundamentos sobre la rehabilitación de los pacientes quemados

La rehabilitación de los pacientes quemados debe centrarse más en las siguientes condiciones: 1) Atrofia muscular y reducción de la fuerza, la resistencia, el equilibrio y la coordinación muscular debido a la inmovilización; 2) Reducción del ROM causada por la deposición de tejidos fibrosos y la adhesión de tejidos blandos alrededor de las articulaciones debido a la inmovilización; 3) Anquilosis y deformidad causada por cicatrices hipertróficas o contracción de tejidos blandos como cicatrices, tendones, cápsulas de articulaciones y músculos debido a la inmovilización; 4) Reacondicionamiento cardiorrespiratorio, neumonía hipostática, trombosis venosa profunda y úlceras por presión por inmovilización; 5) Terapias adyuvantes para ayudar a la cicatrización de heridas por quemaduras, control de infecciones de heridas y edema de extremidades; 6) Pigmentación anormal causada por quemaduras y desfiguración causada por cicatrices hipertróficas; 7) Terapias adyuvantes para mejorar los síntomas causados por cicatrices y heridas como parestesias, dolores, prurito y afectación del sueño; 8) Disminución de las AVD, de las habilidades de aprendizaje y de trabajo después de una lesión; 9) Trastornos sociales y psicológicos causados por quemaduras; 10) Seguimiento de los pacientes como pacientes ambulatorios después del alta (23).

El trabajo en equipo de la rehabilitación de quemaduras

Miembros del equipo

La rehabilitación de un paciente quemado requiere un enfoque de equipo. Nadie puede lograr el objetivo solo. Por lo tanto, se aboga por un sistema modelo de trabajo en equipo multidisciplinario y se establece en diferentes unidades de atención de quemados para cumplir con el objetivo común de **"la máxima recuperación al estado anterior a la lesión de**

los sobrevivientes de quemaduras". Además de los cirujanos y enfermeras de quemaduras, se deben incluir a los fisioterapeutas y terapeutas ocupacionales, y enfermeras de rehabilitación. El equipo también debe incluir fisiatras, psicólogos y psicoterapeutas, nutricionistas, profesionales del tratamiento de heridas, trabajadores sociales, así como los pacientes y sus familias.

La rehabilitación de las quemaduras debe ser llevada a cabo por una persona con experiencia profesional en rehabilitación. Si es posible, los terapeutas también pueden subdividirse en fisioterapeutas (PT), terapeutas ocupacionales (TO), terapeutas vocacionales, ortopedistas y protésicos (23).

Responsabilidades

Cirujanos de quemaduras

Los cirujanos de quemaduras son responsables del tratamiento médico de los pacientes quemados, incluidos los medicamentos, el soporte vital, el cuidado de las heridas y las operaciones. Son los líderes del equipo del plan de tratamiento general durante el período de tratamiento agudo y de heridas. Los terapeutas de rehabilitación deben comunicarse estrechamente con ellos sobre el tiempo y los tratamientos realizados durante todo el proceso (23).

Médico rehabilitador

Para ser médico de rehabilitación en una sala de quemados, se prefiere la experiencia en el cuidado de heridas, técnicas quirúrgicas y tratamiento de cicatrices. Durante el período de tratamiento de la herida, los médicos de rehabilitación de quemaduras deben desarrollar un plan de rehabilitación y confirmarlo con los cirujanos de quemaduras. Cuando se completa el cierre de la herida, los médicos de rehabilitación de quemaduras son responsables de elaborar el plan general de rehabilitación

con los terapeutas y supervisar la implementación del plan, monitorear las condiciones físicas de los pacientes y tratar las comorbilidades y las heridas residuales (23).

Terapeutas de rehabilitación

Los terapeutas de rehabilitación brindan evaluaciones integrales de rehabilitación, establecen objetivos de rehabilitación a corto y largo plazo e implementan todo el programa de rehabilitación de acuerdo con la condición del paciente. Se requieren comunicaciones oportunas sobre el progreso del resultado funcional del paciente a los cirujanos de quemaduras y médicos de rehabilitación. En el caso de las unidades de quemados sin terapeutas a tiempo completo, se pueden asignar profesionales del departamento de rehabilitación del hospital para el trabajo (23).

Responsabilidades del Terapeuta Físico (TF)

Los fisioterapeutas se enfocan principalmente en el posicionamiento, el rango de movimiento (ROM), la fuerza muscular, la resistencia, el equilibrio, la coordinación y la rehabilitación respiratoria de los pacientes. Ayudan a los pacientes a recuperar las capacidades de traslado, deambulación y marcha adecuada. Se pueden utilizar diversas terapias físicas para eliminar o reducir el grado de disfunción y mejorar la movilidad. El objetivo final de la fisioterapia es mejorar la adaptabilidad a la participación social y mejorar la calidad de vida de los pacientes quemados.

Responsabilidades del Terapeuta Ocupacional (TO)

Las responsabilidades de la terapia ocupacional son mantener y mejorar el ROM, la fuerza muscular, la resistencia, la flexibilidad y la coordinación de las extremidades a través de actividades diseñadas y orientadas a objetivos en los que los pacientes con quemaduras puedan participar activamente, con la ayuda de férulas y modalidades de

tratamiento de cicatrices. El objetivo de la terapia es restaurar las AVD de los pacientes quemados y promover la participación social y la reunificación (23).

Enfermeras de rehabilitación

Las enfermeras de rehabilitación coordinan principalmente entre los médicos de rehabilitación y los terapeutas de rehabilitación, educan y promueven el conocimiento de la rehabilitación, brindan orientación para el posicionamiento y la capacitación de las AVD, y facilitan que los pacientes alcancen el objetivo de rehabilitación dentro de un tiempo limitado. También brindan orientación y supervisión para el uso de prendas de presión y férulas. Además, deben reconocer los cambios psicológicos de los pacientes y discutirlos con médicos, terapeutas de rehabilitación y psicoterapeutas para un tratamiento posterior. Las enfermeras de rehabilitación desempeñan un papel de conexión indispensable entre los pacientes, sus familias y el equipo de rehabilitación (23).

Psiquiatras o psicólogos

Los psiquiatras o psicólogos son responsables de evaluar los estados psicológicos de los pacientes y determinar la necesidad de medicamentos, asesoramiento y otras intervenciones para ayudar a los pacientes quemados a superar la ansiedad, la depresión, el pesimismo y otros trastornos psicológicos después de la lesión, ayudando así a los pacientes quemados a establecer una buena adaptación psicológica a la lesión (23).

Terapias de rehabilitación en las diferentes etapas

Los cambios fisiopatológicos posteriores a la quemadura se dividen clínicamente en fases de choque, infección y cicatrización de heridas. A excepción de la definición precisa de fase de choque, que se define como 48 h a 72 h después de la lesión, estas tres fases se superponen en el

tiempo e interactúan entre sí, por lo tanto, es un continuo y no hay una división estricta entre ellas.

Un concepto que debe popularizarse es que la rehabilitación de quemaduras comienza el primer día después de la lesión. Debe implementarse antes de que finalice el cierre de la herida y no debe ser una terapia complementaria posterior, o los pacientes pueden perder el marco de tiempo óptimo para el tratamiento y obstaculizar la efectividad de la rehabilitación, lo que a su vez resultará en un bajo cumplimiento de los tratamientos. La rehabilitación de los quemados debe comenzar inmediatamente después de la lesión y continuar durante todo el proceso hasta varios meses o años después de la quemadura.

La rehabilitación es una parte indispensable de todo el proceso de atención de quemaduras y necesita un enfoque de equipo multidisciplinario. Podría dividirse en las siguientes dos etapas: cicatrización de heridas y etapa posterior a la cicatrización. En la etapa de cicatrización de heridas, los cirujanos de quemaduras son responsables de tomar varias decisiones de tratamiento. Una vez que se completa el cierre de la herida, la rehabilitación debe ser coordinada y organizada por médicos de rehabilitación de quemaduras y/o terapeutas de rehabilitación.

De acuerdo con el estado general del paciente, la etapa de cicatrización de heridas se puede dividir en etapas con signos vitales inestables y estables. Las dos condiciones son interconvertibles. La etapa posterior a la curación se puede subdividir en etapas de rehabilitación para pacientes hospitalizados y ambulatorios (23).

Terapias de pacientes con signos vitales inestables

Durante esta fase, los pacientes se encuentran en una situación potencialmente mortal. Por lo tanto, las terapias deben implementarse cuidadosamente dentro de un rango aceptable. Incluye principalmente: 1)

Posicionamiento adecuado para reducir el edema de la extremidad y la cara; 2) Mantenimiento de la ROM; 3) Férulas para mantener las articulaciones en posiciones anticontracturas y/o funcionales; y 4) Comunicarse y educar a los pacientes y sus familias para fortalecer su confianza en las terapias.

La inmovilización prolongada puede dar lugar contracturas de las articulaciones, que podrían prevenirse o retrasarse con los siguientes tratamientos: 1) Entrenamiento ROM pasivo y/o activo de las articulaciones intactas y afectadas al menos dos veces al día. Durante el tratamiento, la duración, el alcance y la intensidad del tratamiento individual deben ajustarse a un límite seguro de acuerdo con los cambios en los signos vitales (frecuencia cardíaca, presión arterial y frecuencia respiratoria); 2) Para minimizar el dolor, se pueden realizar terapias durante el desbridamiento de la herida y los cambios de apósitos, si es posible; 3) Las contracturas del tendón, el ligamento colateral y la cápsula se pueden minimizar mediante el posicionamiento anticontractura y la férula adecuados (23).

Terapias de pacientes con signos vitales estables

Los signos vitales son relativamente estables en esta fase, por lo tanto, la duración, el alcance y la fuerza de las terapias podrían aumentarse de acuerdo con la tolerancia del paciente. Se les anima a participar en movimientos activos. Las terapias en esta fase son: 1) Entrenamiento pasivo de ROM; (2) ROM activo y entrenamiento de fuerza muscular; 3) Control de edemas; 4) Entrenamiento de las AVD basado en la capacidad del paciente; 5) Manejo de cicatrices; y 6) Preparación para regresar al trabajo, la escuela y el entretenimiento (23).

Fase de rehabilitación hospitalaria (etapa posterior a la curación)

Durante esta fase, se completa la cicatrización de la herida y las condiciones físicas del paciente mejoran significativamente. Los pacientes son capaces de soportar una intensidad relativamente mayor de las terapias. Por lo tanto, la formación de las AVD debe centrarse en mejorar la capacidad general. Las terapias deben coordinarse con el requisito de regresar a su trabajo, escuela y entretenimiento.

Los problemas de cicatrices se vuelven prominentes y el manejo integral de las cicatrices sería extremadamente importante. La rehabilitación en esta fase incluye lo siguiente: 1) entrenamiento ROM, entrenamiento de fuerza y entrenamiento de la marcha; 2) capacitación en AVD; 3) Manejo integral de cicatrices; y 4) Utilizar juguetes y juegos para ayudar en sus procesos de rehabilitación a los pacientes pediátricos (23).

Rehabilitación ambulatoria (etapa posterior a la curación)

En general, el momento más difícil para los pacientes quemados es de 1 a 2 años después de la lesión. Aunque los pacientes han sido dados de alta del hospital, todavía necesitan terapias de rehabilitación y seguimiento a largo plazo. Las terapias en esta fase incluyen: 1) Hacer un plan de seguimiento; 2) ROM y entrenamiento de fuerza para mejorar la función física; 3) capacitación en AVD; 4) Manejo de cicatrices; 5) Evaluaciones periódicas del estado funcional y ajustar los planes de tratamiento en consecuencia; y 6) Considerar la cirugía reconstructiva si es necesario (23).

Implementación de terapias de rehabilitación

Los médicos y terapeutas de rehabilitación de quemaduras son responsables de evaluar el estado funcional del paciente y hacer planes terapéuticos apropiados para cada paciente (23).

Posicionamiento

Los pacientes tienden a mantener posiciones cómodas para evitar más dolor. Pero las posiciones de comodidad son siempre las posiciones de contractura. La colocación adecuada es la primera línea y, con diferencia, una de las mejores formas de evitar contracturas y disfunciones. El posicionamiento debe comenzar inmediatamente después de la lesión y mantenerse durante todo el proceso. El posicionamiento debe llevarse a cabo junto con un entrenamiento adecuado de la ROM, de lo contrario, una posición fija prolongada también dará como resultado una reducción de la ROM y la contractura.

El posicionamiento se puede lograr a través de varias modalidades, incluidas almohadillas, almohadas, cabecera, almohadillas de espuma, férulas y cinturones de sujeción. Estos son algunos ejemplos: 1) La férula bucal podría usarse para pacientes con quemaduras profundas alrededor de los labios durante la cicatrización de heridas para prevenir la contractura de la microstomía; (2) La abducción completa con aducción horizontal de 15° a 20° de los brazos puede prevenir la contractura axilar cuando las heridas afectan a la(s) extremidad(es) superior(es) y al tórax. La lesión del plexo braquial debe evitarse mediante una ligera aducción del brazo; 3) Los pacientes con quemaduras en la parte anterior del cuello deben evitar el uso de almohadas y mantener la extensión del cuello. Se puede agregar una almohada o cojín debajo del hombro para permitir la extensión completa del cuello. Los pacientes con quemaduras en la parte posterior del cuello deben ajustar la almohada para asegurarse de que el cuello se incline ligeramente hacia adelante para evitar la contractura por

flexión. Los pacientes con quemaduras bilaterales en el cuello deben mantenerse en una posición neutral; 4) Los pacientes con quemaduras en el lado de flexión del codo deben colocar el codo extendido, mientras que los pacientes con quemaduras en el lado de extensión deben mantener la flexión del codo a 70-90°. Las quemaduras circunferenciales en el codo podrían adoptar una estrategia de posicionamiento alternativo de extensión y flexión. El antebrazo debe mantenerse en posición neutra o supinación; 5) Para la muñeca y la mano, las quemaduras dorsales deben mantenerse en posición de flexión, mientras que las quemaduras palmares deben mantenerse en posición de extensión. Las quemaduras circunferenciales de las manos deben mantener una posición funcional o anticontractura. La posición se compone de oposición del pulgar, ligera extensión de la muñeca, flexión MCP de 50-70° y articulaciones IP en extensión completa. Todos los dedos deben separarse con una gasa para evitar la contracción de la banda. Las férulas se pueden usar para mantener las posiciones adecuadas de las extremidades si es necesario; 6) Las caderas deben mantenerse completamente extendidas y abducidas cuando las heridas involucran las caderas y el perineo; 7) Se puede adoptar una flexión de 10-20° utilizando almohadillas cuando las quemaduras afectan a la parte anterior de la rodilla. Cuando las quemaduras están en la parte posterior, la(s) rodilla(s) debe(n) mantenerse en extensión. Se pueden usar férulas para mantener la posición si es necesario; y 8) Cuando las heridas afecten al tobillo, éste debe mantenerse en posición neutra con dorsiflexión de 90°. Se deben usar almohadillas de espuma o férulas para evitar la flexión de la maceta causada por el tendón de Aquiles o la contractura de la cicatriz (23).

Ejercicios terapéuticos

Los ejercicios terapéuticos son la estrategia terapéutica básica y más importante en medicina de rehabilitación e incluyen ejercicios pasivos y

activos. No se necesita ningún equipo especial, complicado o costoso, pero la prescripción del ejercicio depende de la experiencia de los terapeutas, que son hábiles y capaces de hacer un diagnóstico correcto del problema funcional del paciente. Los terapeutas son responsables de desarrollar planes adecuados para minimizar las lesiones y garantizar los efectos durante los ejercicios (23).

Los ejercicios terapéuticos incluyen: 1) Ejercicios para mantener el ROM; 2) Ejercicios para mejorar la fuerza muscular; 3) Ejercicios para mejorar la resistencia; 4) Ejercicios para mejorar la coordinación; 5) Ejercicios para restablecer el equilibrio; 6) Entrenamiento de deambulación; y 7) Ejercicios para mejorar la función cardiopulmonar. Los ejercicios pasivos, de asistente activo y activos, los ejercicios de resistencia y las técnicas de estiramiento pueden utilizarse solos o en combinación en función de la condición del paciente.

Se deben sopesar las ventajas y desventajas de la terapia para evitar interferencias significativas con el estado general de los pacientes y los procesos fisiopatológicos clínicos. La prescripción de ejercicio debe ajustarse si: 1) Signos vitales inestables y existencia de una afección potencialmente mortal; 2) Presencia de enrojecimiento significativo, hinchazón, calor, dolor y otros signos de infección aguda en el área de tratamiento; 3) El ejercicio terapéutico puede causar más daño tisular si existe necrosis, exposición de vasos sanguíneos, trombosis venosa profunda y fracturas óseas; 4) La inmovilización es necesaria debido a injertos de piel, fijación de fracturas y otras razones; 5) Si el paciente tiene condiciones psiquiátricas significativas o pérdida del conocimiento, los ejercicios pueden ser imposibles (23).

Los ejercicios pueden comenzar desde las articulaciones principales (con o sin lesión por quemadura) utilizando entrenamiento pasivo, asistente activo y ROM activo. La intensidad debe ajustarse en función de la tolerancia del paciente. Se debe minimizar el reposo estricto en cama y

se debe fomentar en la medida de lo posible sentarse fuera de la cama y deambular temprano con o sin ayuda. Todos los miembros del equipo deben ser conscientes de que la elevación y el vendaje de presión pueden ayudar a aliviar el dolor y el edema durante la deambulaci3n (23).

Se recomienda comenzar los ejercicios de 5 a 7 d3as despu3s del injerto de piel (o siguiendo el consejo del cirujano), el entrenamiento ROM activo y pasivo en este momento debe ser cuidadoso y suave para proteger los injertos reci3n tomados. Si la articulaci3n no estaba involucrada, el entrenamiento ROM se puede realizar tan pronto como sea posible despu3s de la operaci3n. Los ejercicios y la deambulaci3n tambi3n se pueden realizar de forma precoz si no va a afectar a la zona injertada.

El entrenamiento activo y pasivo de ROM despu3s de aplicar aloinjerto y xenoinjerto podr3a comenzar el primer d3a despu3s de la operaci3n. Se pueden elegir vendajes o f3rulas para inmovilizar los injertos durante el tiempo adecuado de acuerdo con el consejo de los cirujanos (23).

Los ejercicios despu3s de la colocaci3n de los regeneradores d3rmicos pueden comenzar a partir de la(s) extremidad(es) no operada(s) el primer d3a despu3s de la operaci3n. El 3rea operada debe ser vendada o inmovilizada con f3rulas. Si la articulaci3n no estaba afectada, el movimiento de la(s) extremidad(es) operada(s) podr3a comenzar de 5 a 7 d3as despu3s de la operaci3n. Si est3 involucrado, el tiempo de los ejercicios debe discutirse con los cirujanos y los m3dicos de rehabilitaci3n.

Los ejercicios despu3s de los autoinjertos cut3neos en l3mina podr3an comenzar despu3s del cambio de ap3sito 5-7 d3as despu3s de la cirug3a. El entrenamiento ROM se puede llevar a cabo de acuerdo con la tolerancia del paciente.

Los ejercicios de los sitios donantes podr3an introducirse temprano despu3s de la operaci3n (d3a postoperatorio 1, si es pr3ctico) utilizando entrenamiento ROM activo y/o pasivo. Incluso si los sitios donantes se

encuentran en las extremidades inferiores, los pacientes pueden tratar de sentarse y caminar con ayuda, pero deben tener cuidado con las áreas injertadas.

Los ejercicios intraoperatorios (bajo anestesia) pueden introducirse cuando se discute o se sigue la decisión del cirujano de quemaduras. El entrenamiento ROM y la colocación de férulas pueden ser más fáciles en tales circunstancias, especialmente para los niños. También se puede realizar una evaluación intraoperatoria del ROM. Pero se debe prestar más cuidado para evitar daños en los tejidos debido a la falta de reacción protectora de los pacientes bajo anestesia.

Se pueden elegir ejercicios bajo sedación consciente para pacientes que no pueden tolerar el entrenamiento incluso después de administrar medicamentos u otros métodos de control del dolor. La sedación consciente se puede aplicar de 2 a 5 días a la semana según el criterio del anestesista.

La hidroterapia se realiza para aliviar el prurito, el dolor y para mejorar el ROM y la función cardiopulmonar de los pacientes. Se pueden utilizar diferentes instalaciones de acuerdo con la condición del paciente y la situación específica de cada unidad de quemados. Algunas precauciones incluyen las siguientes: 1) Todo el proceso debe ser supervisado por especialistas como terapeutas, enfermeras o médicos en las unidades de quemados; 2) Los pacientes con heridas abiertas deben ser tratados con mucho cuidado para evitar infecciones cruzadas, así como el empeoramiento de las heridas o del estado general de los pacientes; y 3) Los pacientes con signos vitales inestables o en estado infeccioso no deben someterse a hidroterapia. El programa específico de hidroterapia debe ser decidido por el cirujano de quemaduras.

Ferulización

Las férulas son diseñadas y fabricadas por terapeutas u ortopedistas. Las férulas están diseñadas para ayudar a mantener la posición funcional o anticontractura de las partes del cuerpo lesionadas. La aplicación de férulas requiere un trabajo en equipo de terapeutas, médicos de rehabilitación, cirujanos de quemaduras, enfermeras, pacientes y cuidadores. El cronograma de uso de férulas, así como la lista de verificación de afecciones de la piel, podría pegarse a la cabecera de la cama del paciente. Cualquier condición anormal de la piel causada por férulas debe informarse inmediatamente al equipo clínico y de rehabilitación. Los intervalos de control varían de una vez cada hora a una vez cada 4 a 6 horas, según los tipos de férulas y las afecciones de la piel (23).

El régimen continuo

Se recomienda el uso continuo de férulas, excepto para el cambio de vendaje, el examen de la piel y el ejercicio. Se puede aplicar en las siguientes situaciones: 1) Para mantener o mejorar los resultados de los injertos cutáneos 2) Mantener la posición adecuada de las áreas con quemaduras circunferenciales, transversales y profundas; y 3) Conservar la mejora obtenida de ROM (23).

El régimen alternativo de aplicación

Se describe como 10 horas de uso y dos horas de descanso. Se puede aplicar bajo las siguientes condiciones: 1) Para posicionar áreas con quemaduras superficiales circunferenciales o transversales; 2) Inmovilizar aloinjertos y mantener la posición adecuada; y 3) Mantener la férula el mayor tiempo posible. Cuando se retira la férula, se debe realizar ROM activa y/o pasiva. Sin embargo, si la aplicación alterna de férulas afecta significativamente o limita los movimientos activos de la articulación, se deben sopesar cuidadosamente las ventajas y desventajas de la estrategia de entablillado (23).

Aplicación exclusiva nocturna o en reposo

Esta estrategia es principalmente para pacientes que pueden realizar actividades diarias con ROM completo, pero que aún requieren el mantenimiento de una posición en reposo (23).

Precauciones

1) Vigile de cerca los hematomas en la piel, la apariencia de las heridas y ajuste las estrategias de aplicación en consecuencia; y 2) Ajuste oportuno de las férulas de acuerdo con los cambios de ROM de los pacientes (23).

Manejo integral de cicatrices

La posibilidad de formación de cicatrices aumentará si el proceso de curación es más de dos semanas después de la quemadura. La cicatrización generalmente comienza a desarrollarse dentro de los primeros meses después de la quemadura, se acelera después, alcanza su punto máximo alrededor de los 6 meses y será estable, disminuirá o "madurará" alrededor de 12 a 18 meses después de la lesión. Las cicatrices activas aparecen enrojecidas, elevadas y rígidas con sensación de tirantez, picor y dolor, así como neovascularización importante. Las cicatrices hipertróficas alrededor de las articulaciones pueden dificultar la movilización y provocar deformidad cuando se contraen. Hasta la fecha, no existe una única estrategia terapéutica que pueda evitar por completo la formación de cicatrices hipertróficas. La combinación de estrategias e intervenciones terapéuticas puede lograr mejores resultados (24). La presoterapia, el posicionamiento, la férula, el entrenamiento ROM y los ejercicios terapéuticos son tratamientos insustituibles, que pueden prevenir, inhibir y mejorar la proliferación y contractura de las cicatrices, así como suavizar la cicatriz y aliviar los síntomas acompañados (23).

Presoterapia

La presoterapia sigue siendo el tratamiento de primera línea para las cicatrices, especialmente para las personas con quemaduras profundas (25). Puede aliviar el edema, inhibir el crecimiento de cicatrices hipertróficas, promover la maduración de las cicatrices, proteger la piel recién curada y aliviar la picazón y el dolor (26). Los productos más utilizados incluyen prendas de presión, almohadillas de presión, vendajes elásticos, máscaras faciales rígidas transparentes y férulas (23) (27).

Las siguientes son algunas recomendaciones para la terapia de presión:

- 1) La terapia de presión se recomienda para las áreas que se curaron 2-3 semanas después de la quemadura para prevenir e inhibir la formación de cicatrices patológicas. Las áreas curadas durante 3 semanas después de la quemadura, los sitios injertados y los sitios donantes de injertos de piel de espesor parcial deben recibir terapia de presión.
- 2) La terapia de presión no necesariamente tiene que posponerse hasta que se complete la cicatrización de la herida, y para las áreas que requieren más de dos semanas para sanar, se puede intentar la terapia de presión utilizando vendajes elásticos superpuestos para heridas, y siempre comenzar con una presión más baja y verificar el proceso de cicatrización de la herida.
- 3) La presoterapia y los procesos de cicatrización de heridas deben ponderarse en función de los mejores beneficios para los pacientes. Por ejemplo, cuando la presoterapia dificulta la cicatrización de heridas o causa lesiones en la piel, se debe considerar una presión más baja o un tiempo de uso más corto, y/o cambios de apósito más frecuentes.
- 4) La terapia de presión debe llevarse a cabo progresivamente para reducir las posibilidades de ruptura de la piel causada por la fricción o la alta presión sobre la piel frágil recién cicatrizada, y para mejorar la tolerancia y el cumplimiento de los pacientes. Si la piel recién epitelizada es demasiado frágil para tolerar una presión más alta, se puede introducir un vendaje elástico, con el que se puede ajustar fácilmente la presión, como una

opción alternativa. 5) Se recomienda el uso continuo de prendas de compresión durante 23 horas al día, solo para quitarse al cambiarse de vestido, ducharse y tratar cicatrices. La presoterapia debe mantenerse hasta la maduración de la cicatriz, cuando la cicatriz se desvanece en color y se vuelve suave, plana y flexible. Este proceso suele tardar entre 1 y 2 años o más. 6) Los terapeutas deben controlar las condiciones de los productos a presión con regularidad. Como la elasticidad se reduciría, debe reemplazarse cada 2-3 meses. 7) Para partes irregulares o cóncavas del cuerpo, se pueden insertar almohadillas para garantizar el efecto curativo. 8) Los productos a presión se pueden usar junto con crema anticicatrices y láminas de silicona. 9) Los niños deben ser monitoreados de cerca durante el tratamiento porque los productos a presión mal ajustados pueden causar malformaciones graves en las partes del cuerpo (23).

En síntesis, la presoterapia se utiliza precozmente una vez que se produce la cicatrización de las lesiones iniciales. Se considera que la presoterapia sólo es necesaria en las quemaduras que han tardado más de dos semanas en cicatrizar o que han sido injertadas. Permite disminuir el riesgo de evolución hipertrófica de las zonas cicatriciales mediante una compresión continua. La compresión permite, en teoría, disminuir la fase inflamatoria asociada a la cicatrización, por un vaciamiento permanente del lecho capilar de la región tratada. Se ha determinado que, a partir de 10 mmHg, existe una compresión suficiente para vaciar las redes capilares. Las prendas compresivas a medida se prescriben por el médico rehabilitador y el cirujano que realizan el seguimiento de la tolerancia adecuada y de la eficacia de la compresión. Estas prendas se confeccionan a medida y deben adaptarse con frecuencia, porque en ocasiones provocan ulceraciones y heridas. La duración de la compresión es variable y depende del tiempo necesario para la maduración de las cicatrices.

En la cara, se utilizan máscaras transparentes y termofomables que permiten verificar la eficacia de la compresión (se debe observar el blanqueamiento de los injertos bajo la máscara) y la ausencia de maceración o de lesión de la piel injertada (5).



Figura 8. Máscara transparente de presoterapia facial (5).

Masaje de cicatrices

Aunque ningún estudio ha informado sobre el mecanismo exacto del masaje de cicatrices, la aplicación de una presión profunda y lenta sobre las cicatrices puede ayudar a suavizar la cicatriz y mejorar los ROM, así como a aliviar el dolor y el prurito.

El masaje de cicatrices se ha recomendado ampliamente para el tratamiento de cicatrices y puede ayudar de las siguientes maneras: 1) La cicatriz a menudo está seca y pica, lo que puede conllevar a ulceración y otros problemas, el masaje con crema y aceite puede ayudar a hidratar y suavizar la cicatriz, aumentar la flexibilidad, ayudar a aliviar la picazón y el dolor. 2) La tirantez de la cicatriz puede ser causada en parte por el

exceso de líquido retenido en el interior. Un masaje profundo y firme puede ayudar a resolver este problema. Los ejercicios acompañados de masaje de cicatrices también pueden ayudar a aumentar el ROM. 3) El masaje profundo y circular también puede ayudar a realinear las fibras de colágeno durante la formación de cicatrices. 4) El masaje de cicatrices también es una forma de desensibilizar la piel recién curada y podría promover la recuperación sensorial (23).

Láminas de silicón

Las láminas de silicón pueden ayudar eficazmente a suavizar las cicatrices e hidratarlas (28). Algunos pacientes pueden tener erupciones cutáneas o sentir picazón durante la aplicación; Alargar gradualmente el tiempo puede ser una mejor manera de empezar. La evidencia ha demostrado que la aplicación de estas láminas por sí sola tiene un cierto efecto anticicatricial y se pueden lograr mejores resultados cuando se combina con prendas compresivas (23).

Inyección intralesional

Las inyecciones intralesionales se pueden utilizar para aliviar los síntomas y acelerar la maduración y aplanar las pequeñas cicatrices hipertróficas, especialmente aquellas con picazón y dolor distintivos. En la actualidad, los medicamentos inyectables más utilizados son los corticosteroides, entre estos la triamcinolona y la betametasona se han utilizado ampliamente. Aunque la inyección intralesional muestra efectos de inhibición significativos en la formación de cicatrices y podría acelerar el ablandamiento y la maduración de las cicatrices, los regímenes de tratamiento no están unificados y existen varios regímenes derivados específicamente de la práctica de cada unidad. Las precauciones son: 1) Los pacientes deben ser informados completa y claramente sobre los posibles resultados terapéuticos y los efectos secundarios antes del tratamiento; 2) Se recomienda encarecidamente que se tomen registros detallados durante el tratamiento, como la historia clínica, las imágenes

de la cicatriz (fotografía digital), las puntuaciones de la Escala de Cicatrices de Vancouver, la escala analógica visual (EVA) de dolor y picor, los episodios de efectos secundarios, etc.; 3) Las cicatrices localizadas, relacionadas con la cosmética, así como las que tienen picazón y dolor significativos, podrían priorizarse para la inyección; 4) La dosis administrada por inyección debe limitarse y los intervalos de inyección deben ajustarse de acuerdo con la reacción de la cicatriz y los efectos secundarios de los pacientes (23).

Otros tipos de terapias físicas

Las características físicas de la luz, la electricidad, el ultrasonido, el campo magnético, el agua, la parafina, la temperatura y la presión podrían usarse para reducir la inflamación local, aliviar el dolor, mejorar la respuesta muscular, inhibir la proliferación de cicatrices y acelerar la circulación sanguínea. Los pacientes con quemaduras podrían beneficiarse de todos esos factores en la reducción de la inflamación, la cicatrización de heridas (19), el control del edema, la maduración de las cicatrices y la mejora de las condiciones musculares y de los tejidos blandos. Las más utilizadas son la terapia de parafina, la hidroterapia (29), la electroterapia de baja frecuencia, la electroterapia de media frecuencia, la terapia de microondas, la terapia de onda corta, la terapia de compresión de aire, el láser, la terapia ultravioleta, el ultrasonido (30) y la terapia de frío, que se pueden usar solas o en combinación según las necesidades y condiciones específicas de los pacientes (23).

La reinserción de los pacientes quemados

Para los pacientes quemados, el camino para volver a su vida familiar y social normal es muy largo y difícil, especialmente para aquellos con desfiguraciones y disfunciones. Todo el equipo, incluidos los

profesionales médicos, los pacientes y sus familias, las organizaciones y las agencias gubernamentales, deben comprometerse a ayudar a los pacientes quemados a adaptarse mejor a sus familias y a la sociedad. Los deportes, las actividades de entretenimiento, los programas de capacitación vocacional, los grupos de supervivencia a quemaduras, los grupos de apoyo entre pares, los grupos de apoyo para pacientes o familias, los campamentos para niños quemados y otros programas similares pueden ser útiles para los pacientes con quemaduras y sus familias (23).

Generalidades del tratamiento médico en el paciente con secuelas de quemaduras

El tratamiento de las secuelas por quemaduras debe ser global. Se deben asociar todos los medios terapéuticos para mejorar la vida diaria del paciente. El objetivo principal del tratamiento farmacológico consiste en mejorar la serie de síntomas asociados a las secuelas de las quemaduras (5).

El prurito, como se describió previamente es un síntoma frecuente, con incidencias descritas entre 80 a 100% en los pacientes quemados (31) y con un espectro de severidad muy variable. La desaparición de estos síntomas suele ser simultánea a la maduración cicatricial. Hasta que ésta se produce, la aplicación tópica de corticoides y la toma de antihistamínicos permiten aliviar estos síntomas. La fisioterapia mediante presoterapia, masajes de la cicatriz y ducha filiforme disminuye la inflamación local, lo que permite prevenir el prurito (5).

La gabapentina es un fármaco antiepiléptico que se ha utilizado con éxito para controlar el dolor neuropático y se ha informado de que tiene éxito en el tratamiento de todas las formas de prurito. Hay un estudio (31)

que se llevó a cabo para evaluar individualmente la gabapentina, la cetirizina y su combinación para aliviar el prurito secundario a quemaduras. Veinte pacientes fueron reclutados aleatoriamente en cada uno de los tres grupos y se les administró el fármaco respectivo en dosis determinadas por las puntuaciones iniciales de la EVA (escala analógica visual). No hubo diferencias significativas en los tres grupos con respecto a la edad media, la distribución por sexo, el porcentaje medio de quemaduras por TBSA y la puntuación media de la EVA en el día 0. Las puntuaciones de la EVA se evaluaron durante los siguientes 28 días (días 3, 7, 14, 21 y 28) y no se prescribió emolientes para el período de estudio. La puntuación media inicial de la EVA se redujo un 95% en el grupo de gabapentina en comparación con el 52% del grupo de cetirizina, lo que fue muy significativo ($p < 0,01$). Hubo una reducción del 94% en la puntuación media de la EVA en el grupo de combinación, que fue comparable al alivio observado con gabapentina sola ($p > 0,05$). Incluso el inicio de la acción con gabapentina fue significativamente más rápido que el grupo de cetirizina, como se desprende de las puntuaciones medias de la EVA en el día 3, que disminuyeron un 74% en el grupo de gabapentina en comparación con el 32% en el grupo de cetirizina ($p < 0,01$). Mientras que todos los pacientes que recibieron gabapentina (ya sea en monoterapia o en combinación con cetirizina) alcanzaron un estado libre de prurito (puntuación EVA 0-1) en el día 28, solo 3/20 pacientes alcanzaron este nivel con cetirizina sola. Es bastante evidente a partir de este estudio que la gabapentina es significativamente mejor que la cetirizina como monoterapia para aliviar el prurito posterior a la quemadura y también tiene una acción más rápida. La combinación hipotética de un fármaco de acción central con un fármaco de acción periférica no dio lugar a un mejor control del prurito post-quemadura que la monoterapia con gabapentina. No se informó de efectos secundarios con la administración de gabapentina, pero todos los pacientes que recibieron cetirizina informaron sedación (31). Concretamente las dosis

utilizadas en los 2 primeros grupos fueron de la siguiente manera, la cetirizina se administró en la dosis de 10 mg/día si la puntuación de la EVA fue de 2 a 5 y 10 mg, dos veces al día, si la puntuación de la EVA era igual o mayor a 6. La gabapentina también se administró según la puntuación EVA; administrado en dosis de 300 mg/día, 300 mg dos veces al día y 300 mg tres veces al día para puntuaciones EVA 2-5, 6-8 y 9-10, respectivamente.

También hay estudios en pacientes con prurito recalcitrante secundario a quemaduras tratadas con toxina botulínica, específicamente Bótox (32). En un estudio prospectivo (32) se trató a todos los pacientes mediante la administración de Bótox en las cicatrices de las quemaduras, teniendo el antecedente que previamente se les había abordado con métodos convencionales sin éxito terapéutico. Las intervenciones con la toxina botulínica se realizaron en el quirófano por razón de que la inyección generalizada en cicatrices densas es muy dolorosa y se prefiere una anestesia general corta para el paciente. Una vez en el quirófano, el Bótox se preparaba de acuerdo con las instrucciones del fabricante, a un volumen lo que permitía inyectar toda el área involucrada. Normalmente se preparaba el Bótox con 4 ml de suero fisiológico para dar 25 unidades por ml. Si, por el contrario, se va a inyectar un área más grande, diluimos el frasco de 100 unidades de Bótox en hasta 10 ml de suero fisiológico, lo que nos da una concentración de 10 unidades por ml. El Bó tox se inyecta en la dermis más profunda dentro y alrededor de los sitios premarcados utilizando una jeringa de insulina con su aguja de calibre 30G, mientras que, si se inyectaba concomitantemente triamcinolona en la dermis, se inyecta la toxina botulínica en el plano subepidérmico. A continuación, se daba de alta hospitalaria al paciente para que regresara a su casa. Se hacía un seguimiento ambulatorio del paciente en aproximadamente 6 a 8 semanas. En la tabla 2, se observa la respuesta a la intervención, el estudio concluye que el Bótox se puede usar con éxito para tratar el

prurito en las quemaduras que son resistentes a las terapias convencionales (32).

| Effect of Botox[®] on itching with time and duration of effects. | | | | | |
|--|---------------------------------|--------------------|--------------------|--------------|-------------------------------------|
| | Symptoms pre Botox [®] | Symptoms at week 1 | Symptoms at week 2 | Symptoms now | Duration of symptom relief (months) |
| Patient 1 | 8 | 1 | 0 | 0 | 11 |
| Patient 2 | 6 | 0 | 0 | 1 | 6 |
| Patient 3 | 9 | 2 | 0 | 0 | 17 |
| Patient 4 | 10 | 1 | 0 | 2 | 4 |
| Patient 5 | 10 | 1 | 0 | 3 | 3 |
| Patient 6 | 8 | 2 | 0 | 0 | 10 |
| Patient 7 | 8 | 2 | 0 | 0 | 18 |
| Patient 9 | 8 | 1 | 0 | 0 | 3 |

Tabla 2. Efecto del Botox en el prurito refractario asociado a quemaduras, a través del tiempo y evaluando la duración de los efectos (32).

En el caso de las hiperpigmentaciones superficiales pueden atenuarse con el láser por su efecto fotomecánico. Presenta el inconveniente de que conlleva un costo económico para el paciente. Los productos tópicos (cremas, máscaras en gel) despigmentante son menos eficaces para esta indicación de lo que indica su publicidad. Permiten, en una escasa medida, aclarar, blanquear, unificar el color y tratar las manchas pigmentarias. El exfoliante despigmentante de tipo "yellow peel" es un derivado más potente de estos productos. Permite blanquear en cierta medida los melasmas. En resumen, no existe un auténtico tratamiento que sea eficaz y en ocasiones, sólo el uso de maquillaje permite enmascarar estas discromías. En ocasiones, pueden realizarse una resección y cierre primario si se trata de una zona pequeña, pero a costa de una cicatriz residual (5).

Las heridas con cicatrización de evolución patológica, en la fase hipertrófica se puede utilizar los masajes de tipo «palpar-rodar», la aplicación de apósitos de silicona a partir de la segunda semana postoperatoria y el uso de prendas compresivas. La inyección de corticoides intracicatriciales tiene una acción sobre la semiología asociada: prurito, eritema, engrosamiento de la cicatriz. La aplicación de corticoides tópicos debe ser limitada, porque, si se extiende a la piel sana, puede causar atrofia o discromías. Cuando la causa de la hipertrofia es la consecuencia de una tensión cutánea anormal, su tratamiento sólo es quirúrgico (desbridamiento e injerto de piel sana, plastías de cicatriz o colgajos o regeneradores dérmicos, de acorde al contexto del paciente y del equipo tratante). En caso de los queloides, las alternativas terapéuticas son limitadas, ante el riesgo elevado de recidiva. La corticoterapia de liberación retardada intralesional debe utilizarse como primera elección. Si esto fracasa, se plantea la inyección de 5-fluorouracilo (5-FU) o de bleomicina (antibióticos citostáticos), pero la toxicidad pulmonar (fibrosis pulmonar, neumonía intersticial) es importante. Las cicatrices con una extensión pequeña pueden tratarse mediante resección asociada a inyecciones de cortisona intralesional o a radioterapia (5).

Es indispensable la protección solar (factor de protección 50) para evitar los trastornos de la pigmentación, así como la adecuada humectación de las cicatrices y de las zonas donadoras de injertos cutáneos.

Tratamiento para desordenes de la salud mental como secuelas del trauma por quemaduras

La depresión y el trastorno de estrés postraumático, tienen una prevalencia de 13 a 23% y de 13 a 45% de los casos respectivamente y han sido las áreas de investigación más comunes en pacientes quemados.

Primero, las respuestas posteriores a un accidente por quemadura pueden no ser simplemente resultado de las quemaduras sino también causadas por lo que el paciente haya visto o experimentado durante el accidente, lo cual puede desencadenar respuestas psicológicas que persistan y se vuelvan patológicas como depresión y ansiedad (33). También la depresión y la ansiedad relacionadas con el dolor se han reportado frecuentemente.

Además, los pacientes quemados, frecuentemente son aislados para evitar infecciones lo que contribuye a un sentimiento de deprivación para el paciente. Por lo que no es sorprendente que este estrés, muchas veces superpuesto en personas con condiciones preexistentes de desórdenes psicológicos previos al accidente, pueden contribuir con mayores desordenes emocionales y psicológicos (33).

Por otra parte la alteración de la apariencia física puede ser significativa en pacientes con lesiones por quemaduras, y más que esto a limitaciones del movimiento y consecuentemente de actividades realizadas por el paciente (33).

El ajuste al cambio de la apariencia es algo muy abrupto y no solo debe lidiar con adaptarse a sus reacciones ante estos cambios sino también a las reacciones de las personas a su alrededor (33).

Dentro de los desórdenes de tipo psiquiátricos se describen en la literatura sobre los pacientes quemados se encuentra: Depresión, Desordenes de estrés postraumático y ansiedad generalizada (33).

En los pacientes quemados la depresión es el trastorno que afecta la salud mental con más frecuencia, puede ser evocada por múltiples factores, así como el dolor y el luto son comunes en esta población.

En una revisión bibliográfica por Patterson y colaboradores (34) se describió que la ansiedad y la depresión eran los desórdenes que prevalecían en el seguimiento de los pacientes quemados. Se encontró que los síntomas de ambos ocurrían concomitantemente con una prevalencia de entre 25 a 65% en el primer año posterior a la lesión.

También se describe otros problemas de tipo neuro psicóticos, problemas sexuales, problemas de interacción social (33).

Realizar monitoreo psicosocial temprano es fundamental y permite identificar pacientes que pueden ser vulnerables a dificultades sociales y psicológicas posteriores al trauma y que necesiten una intervención preventiva o proactiva. Los Estándares Nacionales de Cuidado del Quemado (NCBS, por sus siglas en inglés) indican que todos los pacientes y/o familias deben ser monitoreados tan pronto como sea clínicamente posible y antes del alta hospitalaria (35).

NBCS indica que cuando hay preocupación respecto a la situación psicosocial, debe identificarse el tipo y el nivel de intervención que se requiere, y ofrecerse un tratamiento apropiado basado en la evidencia. Este acercamiento se ha dado principalmente en pacientes hospitalizados. Wisely y colaboradores estructuraron su intervención a través de 3 niveles de aportes psicosociales:

- Nivel 1: Soporte general y habilidades de escucha
- Nivel 2: Normalizar síntomas, discusión sobre ansiedad y estrategias de manejo de dolor

- Nivel 3: Asesoría sobre riesgo, formulación y trabajo indirecto con equipos

NBCS resalta que para cuidados de pacientes quemados deben proporcionarse servicios integrados multidisciplinarios (MDT, por sus siglas en inglés) de seguimiento que puedan facilitar la entrega de cuidados especializados y de consejería a los quemados y sus familias y que éstos deben incluir el manejo de las heridas, la terapia de las cicatrices, rehabilitación funcional y cuidado psicológico (35).

Las MTD de las clínicas de quemados de seguimiento, son características de muchas unidades de quemados a través del Reino Unido y están integradas por los siguientes profesionales: cirujanos plásticos, enfermeras, terapeutas ocupacionales, fisioterapeutas y psicólogos clínicos

En cada nivel, la complejidad y la cantidad de aportes que se ofrecen por el psicólogo clínico aumentan (35) (36).

- Nivel 1: Tamizaje breve. Es un paso inicial para medir las necesidades psicológicas antes de una posible intervención formal. Es importante introducir la idea de potenciales dificultades psicológicas posteriores a una lesión por quemadura
- Nivel 2: Asesoría psicológica. Es una asesoría más detallada de las necesidades psicológicas, que comprende los problemas presentes, recopilación de antecedentes, así como a mantener los factores de apoyo
- Nivel 3: Formulación y señalización. Esto va más allá de la asesoría, y trata de ayudar a los pacientes a tener conciencia de sus dificultades psicológicas incluidas las relacionadas con las quemaduras, así como las que no lo están, y esto puede conllevar sesiones individuales y también se puede incluir referencias a otros servicios externos.

Las necesidades psicológicas de los pacientes y/o familias se clasificaron en tres categorías:

- Inquietudes psicológicas relacionadas con las quemaduras, incluidas las desregulaciones emocionales, dificultades de humor, ansiedad relacionada con la apariencia, síntomas de trauma, ansiedad relacionada con los preoperatorios.
- Inquietudes psicológicas no relacionadas con las quemaduras, por ejemplo morbilidades mentales pre existentes.
- Ninguna inquietud psicológica identificada

Este estudio es una auditoría de la práctica clínica habitual en el Servicio de Psicología de Quemados del Servicio de Quemaduras Pediátricas y de Adultos del Reino Unido. Los datos se recopilaron mediante una plantilla de cribado anónima, ideada y cumplimentada por los psicólogos clínicos presentes en las clínicas de seguimiento de MDT de quemaduras pediátricas y ambulatorias de adultos (36). El estudio se desarrolló en una muestra inicial de 1297 pacientes con citas agendadas, 512 eran adultos y 784 eran niños (menores de 18 años). Psicólogos clínicos estuvieron presentes en un 90% de los MDT clínicas de seguimiento de quemados (1180). En las clínicas de adultos, 65% (217) de las citas fueron para tamizaje breve únicamente, sin necesidad de intervenciones posteriores, un 18% (59) de las citas se clasificaron como nivel 2, lo cual requirió una asesoría psicológica más profunda con educación psicológica, el restante 13% (45) fueron citas con el más alto nivel de aporte (nivel 3) que comprende la atención psicológica inicial, referencia a servicios psicológicos para quemados u otros servicios (36).

En las clínicas de adultos, un grado de inquietud psicológica relacionada directamente con la lesión por quemadura se identificó para un 38% (126) de los familiares de pacientes. En 4% (12) de los familiares

de pacientes, tenían inquietudes psicológicas relacionadas con otros aspectos de su vida. Esto resultó en un total de 42% (188) de los adultos de la clínica con algún grado de inquietud psicológica. En los pacientes pediátricos, un grado de inquietud psicológica relacionada directamente con la lesión por quemadura (tanto en pacientes como en familiares) fue identificada en un 39% (188) de los casos. 7% (33) de los familiares de los pacientes con inquietudes relacionadas con otros aspectos de su vida, para un total de 46% (221) de los niños y/o su familia con algún grado de inquietud psicológica (36).

En una auditoría de rutina de las clínicas de quemados MDT de seguimiento de niños y adultos demostró que casi la mitad de los pacientes presentaban algún grado de inquietud psicológica en alguna de las citas de seguimiento. Para ambos grupos de pacientes la gran mayoría de las inquietudes fueron directamente relacionadas con la lesión por quemadura y una pequeña porción se relacionó con otras dificultades psicológicas no especificadas. Como parte de un enfoque escalonado, un tercio de los pacientes adultos y casi la mitad de los pacientes pediátricos y/o sus familiares requirieron un nivel adicional de aporte psicológico durante las clínicas de seguimiento, más allá del tamizaje breve, esto incluyendo los niveles 2 y 3 (36).

Es crucial notar que, según investigaciones previas, se ha demostrado las dificultades para un compromiso futuro con los psicólogos cuando estos no están presentes durante el tamizaje inicial. Thomas y colaboradores, encontraron que el 25% de los pacientes no se comprometen con los servicios psicológicos donde las dificultades psicológicas asociadas a lesiones post quemaduras, se identificaron por medio de cuestionarios solamente.

Este estudio evidenció que un número sustancial de pacientes y familias presentaron necesidades psicológicas en relación con una lesión por quemadura cuando acudían a las clínicas de seguimiento de MDT para

quemaduras. La presencia de psicólogos clínicos en las clínicas de seguimiento de MDT es beneficiosa para la identificación de problemas psicológicos relacionados con quemaduras y no quemaduras, y es un uso valioso de los recursos psicológicos dentro de un servicio de quemaduras (36).

Tratamientos psiquiátricos específicos

Ya propiamente en el aspecto psiquiátrico es necesario que los miembros del equipo de tratamiento tengan un conocimiento básico de los problemas psiquiátricos, ya que ocurren comúnmente y a menudo juegan un papel central en la recuperación de quemaduras. Por lo que es necesario que dichas alteraciones psiquiátricas sean detectadas para solicitar apoyo a esta especialidad médica (37).

Los trastornos y síntomas psiquiátricos preexistentes son comunes en los pacientes quemados y a menudo contribuyen a la lesión. Además, muchos pacientes desarrollarán síntomas psiquiátricos durante el tratamiento agudo de las quemaduras. Factores como el dolor, la picazón y el estrés durante la hospitalización pueden contribuir a problemas como trastornos del sueño y depresión (37).

Aunque es esperable que los pacientes con quemaduras graves estén en riesgo, incluso las quemaduras menores pueden provocar angustia psicológica significativa y síntomas psiquiátricos. Actualmente, no existe un perfil que pueda predecir de manera confiable qué pacientes experimentarán síntomas psiquiátricos después de las quemaduras. Existe un riesgo de que los pacientes no busquen ayuda para la angustia psicológica o los síntomas psiquiátricos, lo que puede afectar el resultado y la rehabilitación. Por lo tanto, todos los miembros del equipo de quemados deben estar conscientes de este riesgo y estar atentos a los signos o síntomas (37).

Delirio y agitación

Debido a los problemas asociados a las fenotiazinas, las benzodiazepinas se han utilizado en mayor medida en los últimos años para el paciente combativo y delirante. Las dos benzodiazepinas más utilizadas son el diazepam y el lorazepam. El lorazepam (0,03 mg/kg) por vía oral o intravenosa generalmente se puede administrar cada 4 a 8 horas; para un paciente muy combativo, se puede administrar cada hora. Una tercera benzodiazepina que se usa con frecuencia es el midazolam a 0,05 mg/kg IV, que generalmente se usa junto con morfina para procedimientos como el retiro de sondas y grapas. Cuando se utiliza la clase de medicamentos benzodiazepinas, el médico debe equilibrar los efectos deseados de la relajación con la sedación excesiva. Pueden ocurrir alucinaciones visuales y auditivas si la dosis de benzodiazepinas es demasiado alta. En casos de ansiedad excesiva en presencia de un control adecuado del dolor, se puede agregar lorazepam al tratamiento del paciente. Las dosis nocturnas suelen mejorar el sueño. Se puede usar diazepam en lugar de lorazepam si se desea una relajación muscular simultánea. Diazepam tiene una vida media extremadamente larga, 40 horas, y por lo tanto debe usarse con moderación. Para evitar la sedación excesiva por benzodiazepinas, no se debe despertar al paciente para la siguiente dosis (37).

Desorden de estrés agudo y trastorno de estrés postraumático

La terapia es igual para el Desorden de estrés agudo y trastorno de estrés postraumático (TEA y el TEPT), por lo general, incluye una combinación de psicoterapia y farmacoterapia. Para una descripción completa de los aspectos comunes de la psicoterapia para el TEPT. La terapia cognitivo-conductual centrada en el trauma (TCCCT) puede aliviar

los síntomas del TEPT y, por lo general, incluye la exposición imaginaria e in vivo, donde la exposición prolongada es uno de los protocolos de tratamiento más efectivos en la actualidad. La exposición implica recordar y verbalizar en profundidad el evento, revisitando físicamente el lugar del accidente, ya sea en persona o, como se ha estudiado más recientemente, por medio de la realidad virtual. Otro componente del tratamiento es la reestructuración cognitiva y el entrenamiento de habilidades, a veces mediante juegos de roles y tareas cognitivas. El entrenamiento en el manejo de la ansiedad utilizando técnicas estabilizadoras y de relajación también es importante para la recuperación del TEPT. Otro tratamiento psicológico basado en la evidencia es la desensibilización y reprocesamiento por movimientos oculares (EMDR, por sus siglas en inglés), en la que se logra un procesamiento profundo de la memoria haciendo que el paciente rastree un estímulo bilateral con los ojos al mismo tiempo que se recupera la memoria. En una revisión Cochrane, se encontró que la TCCCT y la EMDR son más efectivas en el tratamiento del TEPT a largo plazo que otras psicoterapias. La farmacoterapia se desarrolló en las últimas dos décadas con el uso de inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina (ISRS), como la sertralina y la fluoxetina, como fármacos de primera línea. Otros medicamentos útiles son los antidepresivos tricíclicos (ATC); antipsicóticos, como risperidona y fumarato de quetiapina; y agonistas adrenérgicos α_2 , como la clonidina. Los antidepresivos ISRS, como la fluoxetina, o un ATC como la imipramina deben considerarse para el TEA. Tanto los ISRS como los ATC son útiles para reducir las pesadillas y mejorar los patrones de sueño. El tratamiento con un ISRS o ATC debe continuarse durante al menos 9 meses a un año después de la mejoría de los síntomas debido al riesgo de recaída (37).

Uno de los principales problemas con el uso de ATC es que las arritmias cardíacas, asociadas con un intervalo PR prolongado, pueden poner en peligro la vida. Cuando éstos se suspenden, deben reducirse

progresivamente para evitar síntomas incómodos. La vida media relativamente larga de la fluoxetina generalmente protege a los pacientes de cualquier síntoma de interrupción, pero requiere una vigilancia prolongada para detectar cualquier interacción entre medicamentos (37).

Por lo general, los ISRS se administran por la mañana en lugar de por la noche porque pueden interferir con el inicio del sueño. Los efectos secundarios de los ISRS incluyen malestar gastrointestinal, aumento de la agitación, dolores de cabeza, síntomas sexuales y sudoración. Un efecto secundario raro, pero potencialmente mortal es el síndrome serotoninérgico, caracterizado por al menos tres de los siguientes síntomas: delirio, agitación, sudoración, fiebre, hiperreflexia, mioclonía, temblor, falta de coordinación, diarrea y escalofríos. Los casos graves pueden provocar hiperpirexia, shock o la muerte. El riesgo de síndrome serotoninérgico aumenta cuando los pacientes toman múltiples medicamentos que potencian la serotonina del sistema nervioso central, como un ISRS y un inhibidor de la monoaminoxidasa. Se ha descrito un caso de síndrome serotoninérgico en un paciente pediátrico quemado que recibía fluoxetina y linezolid, un antibiótico de amplio espectro con inhibición de la monoaminoxidasa. Los efectos secundarios sexuales son la razón más probable por la que un adolescente o un adulto se negaría a tomar un ISRS.

En una sala de emergencias, el propranolol se ha probado con cierto éxito para las personas con lesiones menores. Se ha informado que es muy útil en el tratamiento del TEPT y el TEA y para prevenir su aparición después de una variedad de diferentes tipos de trauma. Los estudios a largo plazo con lesiones más grandes no han demostrado que el propranolol sea útil para la prevención o el tratamiento del TEA o el TEPT. Las benzodiazepinas controlarán algunos síntomas inmediatos, pero no son útiles a largo plazo.

No se pudo corroborar la preocupación de que la administración de midazolam pudiera interferir con este proceso y, de hecho, aumentar el TEPT (37).

Otros trastornos de ansiedad

La mayoría de los pacientes quemados, ciertamente aquellos que califican para el diagnóstico de trastorno generalizado o de ansiedad excesiva, se beneficiarán de la terapia con lorazepam además de la psicoterapia. Si la ansiedad se asocia con otros síntomas de estrés postraumático, como hipervigilancia o falta de sueño, se debe considerar un ISRS o los ATC más antiguos. Los ISRS tienen la ventaja de ser medicamentos más seguros para el tratamiento ambulatorio, ya que es poco probable que una sobredosis cause los problemas cardíacos significativos que se han atribuido a los ATC (37).

Depresión mayor

La depresión mayor, con o sin reacción de duelo, debe tratarse con un enfoque de equipo. El paciente debe participar en las actividades diarias programadas. La psicoterapia debe comenzar a identificar y abordar los problemas apropiados. Los medicamentos con ISRS o ATC, como se describe para el estrés agudo y postraumático, a menudo son útiles. Una vez que los síntomas han respondido a la medicación, el tratamiento debe continuar durante 9 meses a un año para evitar la recaída en la interrupción.

Muchas veces la depresión es comórbida con el trastorno de estrés postraumático. Por lo tanto, se prefieren los medicamentos que ayuden a tratar ambos. La fluoxetina y los otros ISRS son los medicamentos de primera línea para el tratamiento de pacientes con síntomas depresivos (37).

Trastornos del sueño

Después del alta, muchos sobrevivientes de quemaduras tienen problemas significativos para dormir. También en el ámbito hospitalario, esto puede ser secundario a síntomas de TEPT, depresión, picazón o dolor. El dolor en el hospital antes del alta predecirá el insomnio. Cuando la alteración del sueño con pesadillas se asocia con ansiedad postraumática, como se describió anteriormente, los medicamentos antidepresivos son los medicamentos de elección. La imipramina y la doxepina son antidepresivos sedantes que son tratamientos eficaces para los problemas de sueño en pacientes con quemaduras. La trazodona y la nefazodona son medicamentos alternativos para el insomnio y no parecen alterar la arquitectura del sueño tanto como otros antidepresivos. La mirtazapina es otro antidepresivo que se ha utilizado para el insomnio, aunque se sabe poco sobre sus efectos en la arquitectura del sueño. El dolor y la picazón son otros problemas que pueden interferir con el sueño y deben abordarse con medicamentos analgésicos o antipruriginosos adecuados. Si un paciente continúa teniendo problemas significativos para dormir, se puede inducir el sueño con difenhidramina. Las dosis de difenhidramina de 1,5 mg/kg a menudo se usan durante todo el día para la picazón y se pueden usar solas para dormir por la noche o como complemento de otros medicamentos para dormir. Por lo general, las dosis de 25 o 50 mg por la noche son adecuadas. Recientemente, se ha descubierto que el fumarato de quetiapina (Seroquel) VO es seguro y útil en este entorno (37).

Soporte Espiritual

Es un tema complejo, que involucra la subjetividad, sin embargo, en el paciente creyente es un recurso que puede resultar útil, y una

obligación del equipo tratante de brindárselo si es solicitado, independientemente del credo o matiz religioso.

El cuidado espiritual, en el contexto del creyente, además de otras intervenciones, crea un equilibrio en el cuerpo, la psique y el alma para recuperar la salud de manera integral. Hay un estudio (38) que ha tenido como objetivo evaluar los efectos de un programa de atención religiosa y espiritual sobre la intensidad del dolor y la satisfacción con el control del dolor. Esta investigación es un ensayo clínico conducido en 68 pacientes quemados. Las muestras se dividieron aleatoriamente en grupos "experimentales" y "control". El experimento consiste en tres sesiones de cuidados espirituales realizadas con la ayuda de la enfermera, un clérigo y el acompañante del paciente. Estas sesiones se han realizado antes, durante y después del cambio de apósito. La intensidad del dolor y la satisfacción con el control del dolor se miden mediante dispositivos Escala Visual Analógica (EVA) y la Escala Verbal Numérica (EVN). Los datos se analizan a través del programa SPSS versión 20 y a través de los exámenes estadísticos de la prueba t independiente, la prueba t pareada, la prueba de chi cuadrado y el examen de Mann-Whitney. Resultados: Antes de la intervención, no hubo diferencia significativa en la tasa media de dolor ($P = 0,25$) y la satisfacción con el control del dolor ($P = 0,59$) entre el grupo experimental y el grupo control. Mientras que, después de realizado el programa de atención espiritual, apareció una diferencia significativa ($P < 0,001$): hubo una reducción sustancial de la intensidad del dolor en el grupo experimental y la satisfacción con el control del dolor en este grupo también aumentó. En el ensayo se concluye que un cuidado religioso y espiritual puede ayudar a disminuir la intensidad del dolor causado por el cambio de apósito y puede aumentar la satisfacción de estos pacientes con el control del dolor. Por lo tanto, se recomienda que se apliquen los cuidados espirituales para aliviar el dolor y aumentar la satisfacción con el control del dolor en pacientes quemados.

Capítulo 4 – Reconstrucción y tratamientos quirúrgicos

En el contexto de las cicatrices hipertróficas secundarias que desarrollan bridas y retracciones, el manejo consiste en la liberación de estas, realizando incisiones en los tejidos fibrosos hasta alcanzar un plano sano. Con el inconveniente de que provoca una pérdida tisular muy importante. Este fenómeno es el reflejo de la falta de tejido característica de las secuelas por quemaduras. La segunda etapa tras la incisión de estas placas cicatriciales consiste en aportar tejidos sanos para cubrir las pérdidas de sustancia creadas de este modo. Los métodos más utilizados son los injertos de piel total, regeneradores dérmicos y los colgajos locales cuando son posibles (5). En las lesiones retráctiles leves el tratamiento con láser es una elección por medio de la cual dicho tejido es lugar de resecarse, se rehabilita, obteniéndose resultados favorables tanto estética como funcionalmente sin el inconveniente de la pérdida tisular.

Cronología de las intervenciones quirúrgicas

La reconstrucción de la quemadura puede comenzar cuando se considera que las cicatrices están maduras y que su evolución es estable en el tiempo. En el marco de una cicatrización normal, el plazo para que la cicatriz de una quemadura no evolucione más es de dos años en promedio. Durante toda la fase activa de la cicatriz, es «urgente esperar» antes de proponer un tratamiento quirúrgico. La prescripción de tratamientos termales, que son la utilización de distintas formas de calor durante la terapia física, permite relajar los tejidos, con el fin de que el masaje vaya progresivamente mejorando la maleabilidad tisular para facilitar las condiciones quirúrgicas posteriores. Sin embargo, la cirugía de

las secuelas por quemaduras puede comenzarse precozmente, cuando provoquen una afectación funcional como ectropión que comprometa la integridad corneal, microstomías que afectan la alimentación normal o que exista un riesgo para el crecimiento infantil. El tratamiento de las secuelas por quemaduras suele ser prolongado y laborioso. Algunas reparaciones importantes requieren muchos tiempos quirúrgicos espaciados por períodos de rehabilitación, lo que puede requerir varias intervenciones a lo largo de varios años. Es conviene establecer con el paciente en la primera consulta un esquema claro de todo el tratamiento para que comprenda los objetivos que deben lograrse así como el tiempo necesario (5).

Incisiones o resecciones

Las incisiones y escisiones tienen como objetivo liberar las bridas y las retracciones cicatriciales que son producto de fibrosis cicatricial que afecta al plano cutáneo y subcutáneo. La incisión de toda esta fibrosis hasta obtener un plano tisular sano es indispensable. La separación importante de los bordes de la incisión tras la liberación de las retracciones refleja la eficacia del procedimiento realizado y la falta de tejido preexistente. La cobertura de la pérdida tisular depende del área que quede cruenta. En el caso de las bridas pequeñas, generalmente se tratan mediante plastías locales, mientras que las retracciones importantes requieren la realización de injertos de piel total o el uso de regeneradores dérmicos. El fisiatra debe indicar en ocasiones en el postoperatorio férulas posturales para evitar la reaparición de actitudes posicionales viciosas, que reproducen la retracción previa (5).

Plastías

Se basa en el principio de colgajos cutáneos de transposición o de translación. Permiten el tratamiento de las bridas lineales y rodeadas de piel sana. El principio de las plastías cutáneas utilizadas en la cirugía de las secuelas por quemaduras consiste en el alargamiento cicatricial de la brida intercalando pequeños colgajos de piel sana en el seno de la cicatriz. El aumento de longitud obtenido de este modo permite liberar la brida. Las plastías en Z, VW, IC y en tridente son las más utilizadas. Permiten a la vez aumentar la longitud de la cicatriz y conferirle un trazo quebrado que facilitan su mejor integración estética en el seno de la región afectada (5).

Cobertura con autoinjertos dermoepidérmicos

El injerto de piel es el método principal del arsenal terapéutico disponible para el tratamiento quirúrgico de las secuelas por quemaduras. Es un procedimiento sencillo y eficaz que proporciona buenos resultados estéticos tanto en lo referente a la textura como al color. Se distinguen tres tipos de injertos interesantes en la cirugía reconstructiva de las secuelas por quemaduras: los injertos de piel total, los injertos semigruesos y los injertos compuestos. Los injertos dermoepidérmicos delgados nunca se utilizan solos en reconstrucción, debido a la retracción inevitable postoperatoria a pesar de una rehabilitación adecuada. En cambio, estos injertos dermoepidérmicos de piel delgada se utilizan a menudo en asociación de regenerados dérmicos y proporcionan buenos resultados en algunas indicaciones. En el caso de los de espesor completo, permiten obtener muy buenos resultados desde el punto de vista de la textura y del color de la zona cicatricial que se va a sustituir. Su grosor relativo permite evitar los fenómenos de contracción cicatricial frecuentes con los injertos de espesor parcial finos. El prendimiento del injerto depende de muchos factores (eliminación de la grasa de la piel,

vascularización del sitio receptor, inmovilización de la región injertada) durante los primeros días postoperatorios. El factor limitante principal es la cantidad disponible de sitios donantes. La expansión cutánea ha ayudado a superar estos límites al permitir la expansión reiterada de una misma región cuando no existe otra disponible (5).

Los autoinjertos cutáneos de espesor parcial gruesos son una alternativa a los autoinjertos de espesor parcial cuando no hay zonas donadoras disponibles. Se toman mediante un dermatomo eléctrico con un grosor ajustado entre 600 a 800 micras. Debido a que el grosor de su componente dérmico es más grueso que en un injerto de piel delgada, este tipo de injerto tiende a comportarse como un injerto de piel total, pero con resultados no tan óptimos. Lo ideal es cubrir la zona donadora con un injerto cutáneo delgado para permitir su cicatrización (injerto «en espejo»). En la cirugía de las secuelas, los injertos de piel delgada no están indicados, debido a que su resultado estético es deficiente y por

la gran contracción cicatricial asociada (5).



Figura 9. Retracciones cervicales graves a los 2 años de una quemadura por aceite caliente, desbridamiento e injerto de piel total abdominal (A, B, C). Resultado a los 3 años (D) (5).

Reconstrucción mediante autoinjertos compuestos

Autoinjertos cutáneos y de folículos pilosos.

Los injertos «pilosos» se utilizan para la reconstrucción de las cejas y del bigote. Los sitios donantes son las regiones temporal y occipital. La orientación de la movilización es primordial para que el sentido del crecimiento del pelo sea adecuado al sitio donante (5).

Autoinjertos condrocutáneos.

Los autoinjertos condrocutáneos se utilizan sobre todo para la reconstrucción de regiones de tamaño pequeño, que requieran un esqueleto semirrígido, como las distintas subunidades de la punta de la nariz y, en ocasiones, los párpados. Los injertos provienen casi siempre de los pabellones auriculares, de las fositas triangulares o de la raíces del hélix (5).

Expansión tisular cutánea

La reconstrucción de las secuelas por quemaduras se basa esencialmente en la sustitución de la piel quemada y con secuelas por piel sana. Su limitación es la cantidad de piel sana disponible. Gracias a la expansión cutánea, en la actualidad es posible aumentar estas reservas de piel mediante prótesis inflables colocadas bajo la piel y que se rellenan progresivamente con suero fisiológico (Fig. 10). Este aumento de la superficie cutánea se debe no sólo al estiramiento de la piel situada por encima del expansor, sino sobre todo a la producción de piel nueva por el aumento de la síntesis celular estimulada por la tensión cutánea. Dependiendo de la topografía de la región que se va a expandir y de la cantidad de piel necesaria, se dispone de diferentes formas y volúmenes de prótesis de expansión. En la mayoría de los casos, se emplean prótesis rectangulares o cuadradas con bordes romos. Se colocan a nivel subcutáneo o submuscular por una incisión radial alejada de la piel que se va a expandir. La expansión de la prótesis comienza en el postoperatorio y debe ser del 30-40% de su volumen teórico. Las otras sesiones de inflado se comienzan 2 semanas después de la intervención, al ritmo de una o dos inyecciones por semana del 10% del volumen de la prótesis. Se debe realizar una vigilancia cutánea durante toda la sesión de relleno, que se interrumpe si aparece dolor o palidez cutánea a nivel de la localización de la prótesis. La duración total de la expansión es de 3 meses

en promedio, al final de los cuáles se retira la prótesis. La piel producida por la expansión puede utilizarse según distintos procedimientos: localmente en forma de colgajo expandido o a distancia como un injerto de piel total expandida (5).



Figura 10. Secuelas por quemaduras torácicas por fuego (A). Expansión cutánea (B) y resultados 2 años después de colgajos de avance previamente expandidos (C) (5).

Cobertura asistida por regeneradores dérmicos

El estándar de oro para el tratamiento de las quemaduras graves es la escisión temprana de la quemadura y el autoinjerto. En las quemaduras graves, esto se complica por la falta de disponibilidad de sitios donantes. Otro desafío después de un trauma por quemadura es lograr resultados cosméticos y funcionales óptimos. Las plantillas de regeneración dérmica son biomatrices que ayudan a abordar estos problemas. De los más utilizados son el Integra® de dos etapas y el Matriderm® de una etapa (39).

Su utilización en las quemaduras profundas tiene como finalidad limitar las secuelas debidas a la desaparición local de la dermis mediante el aporte de un sustrato capaz de desarrollar propiedades similares de elasticidad y de soporte que la dermis fisiológica. Debe permitir la disminución de las secuelas cicatriciales a la vez que se preservan los sitios donantes habituales de injertos de piel total o de colgajos (5).

Estas biomatrices están constituidas a partir de una matriz de colágeno bovino asociada a glucosaminoglucanos (y a elastina en el caso de Matriderm®). Como parte de su mecanismo de acción, sirven de andamiaje para que se dé la colonización de forma secundaria por fibroblastos y los neovasos del sitio receptor hasta constituir histológicamente una neodermis casi idéntica a la dermis humana. Estas dermis se presentan en una versión monocapa de 1 mm de grosor (Matriderm®) que permite la realización del injerto dermoepidérmico de piel delgada en el mismo tiempo quirúrgico o en versión bicapa (Integra®) que requiere dos tiempos quirúrgicos separados por quince días, siendo el segundo tiempo quirúrgico donde se realiza el injerto cutáneo. Se utiliza preferentemente la técnica en un tiempo para disminuir el riesgo infeccioso y el número de intervenciones. En la actualidad, este procedimiento puede utilizarse en el tratamiento de las quemaduras profundas en el estadio agudo en especial en los niños. En adultos su uso es sobre todo en el tratamiento de las secuelas: tras la resección de una placa cicatricial, la cobertura cutánea se reconstruye a dos niveles: la dermis y el injerto dermoepidérmico delgado. El inconveniente principal de los regeneradores dérmicos se relaciona con su gran susceptibilidad a la infección, que complica su utilización en las zonas quemadas; por este motivo, los resultados estéticos aún son difícilmente previsibles en la actualidad y las indicaciones más frecuentes corresponden al tratamiento de las zonas funcionales, a nivel de los miembros sobre todo, donde los resultados obtenidos son muy satisfactorios (5).

Integra®

Integra (Integra Life Sciences Corporation) es una plantilla de regeneración dérmica acelular compuesta por una lámina bilaminada de colágeno bovino reticulado y glicosaminoglicanos de tiburón, cubierta por una lámina de silicona. Si bien inicialmente se desarrolló para proporcionar cobertura temporal de heridas en pacientes con quemaduras extensas, su uso se ha ampliado a otras indicaciones clínicas, incluida la reconstrucción de cicatrices de quemaduras y la reconstrucción de defectos complejos de tejidos blandos debido a cáncer, diabetes o traumatismos. Cuando se aplica al lecho de una herida adecuadamente preparado, la regeneración dérmica se produce a través de cuatro fases: imbibición, migración de fibroblastos, vascularización y remodelación. La vascularización de la plantilla tarda hasta 4 semanas, pero se ha observado en tan solo 2 semanas. Una vez vascularizada, la plantilla se injerta con un injerto cutáneo de espesor parcial. Después del injerto, se formarán crestas rete en la unión dermo-epidérmica (40).

Matriz de temporización biodegradable (BTM) ®

La matriz temporizada biodegradable NovoSorb (BTM, Polynovo Limited) es un andamio dérmico sintético de dos capas. El componente dérmico consiste en una espuma biodegradable de 2 mm de espesor, que se adhiere a una película de poliuretano no biodegradable que actúa como una neoepidermis. BTM se desarrolló como cobertura temporal para las quemaduras desbridadas hasta que haya suficiente piel donante disponible para cubrir la herida, al tiempo que proporciona un lecho vascularizado para el injerto y minimiza la contracción de la herida y la pérdida de agua. A diferencia de Integra, BTM se hidroliza gradualmente, y finalmente se reabsorbe por completo a los 18 meses. El proceso de "toma" ocurre de manera similar al de otras plantillas dérmicas. En nuestra experiencia, la neovascularización y la preparación para el injerto

se producen en 3 - 4 semanas; hay datos de que esto puede ocurrir después de 2 semanas, dependiendo de la vascularización del lecho de la herida, y hasta 10 semanas cuando se utiliza BTM para la reconstrucción de heridas complejas (40).

| | Pros | Contras |
|------------|---|---|
| Integra® | <ul style="list-style-type: none"> • Cierre temporal de la herida cuando no se dispone de sitios donantes • Menor morbilidad en el sitio donante (STSG más delgado) | <ul style="list-style-type: none"> • Dos etapas* • Infección • Costo |
| BTM® | <ul style="list-style-type: none"> • Cierre temporal de la herida cuando no se dispone de sitios donantes • Puede ser más resistente a la infección • Costo • Menor morbilidad en el sitio donante (injerto cutáneo más delgado) • Completamente sintético | <ul style="list-style-type: none"> • Dos etapas |
| Matriderm® | <ul style="list-style-type: none"> • Etapa única • Permite el uso de injerto cutáneo ultrafino | <ul style="list-style-type: none"> • El resultado de la cicatriz no es tan bueno como el de la integra |
| Alloderm® | <ul style="list-style-type: none"> • Etapa única • Permite el uso de injerto cutáneo ultrafino | <ul style="list-style-type: none"> • Resultado solo equivalente a un STSG más grueso |

Tabla 3. Comparación de los regeneradores dérmicos más comunes (40).

Técnica quirúrgica – Integra®

En esta técnica la aplicación de Integra® se realiza 48 horas después de la escarectomía primaria de la quemadura si la cirugía de "segunda revisión" confirmaba que la escisión de la quemadura estaba

completa y no se extendía más la herida. Después de la anestesia y el posicionamiento, los pacientes se limpian y se preparan dos veces con betadina acuosa. Se desbrida hasta obtener tejido sangrante sano. Integra® se aplica sin mallar y se fija con grapas a la periferia de la zona cruenta. Para evitar el cizallamiento, el Integra® se puede además reforzar con un apósito primario sin cizallamiento Telfa Clear® (Convidien), una gasa elástica superpuesta y un apósito de plata nanocrystalina. Esto se mantiene en su lugar con un voluminoso apósito secundario absorbente asegurado por vendajes de crepé. En el postoperatorio, los pacientes regresaron a la sala de quemados o a la unidad de cuidados intensivos de quemados, dependiendo de la extensión de su lesión por quemadura. Se inspeccionaron las heridas en busca de seroma, hematoma o infección y se cambiaron los apósitos cada 48-72 horas después de la aplicación de Integra®. Una vez que se tiene una vascularización adecuada, generalmente después de tres o cuatro semanas, se retiró la capa temporal de silicona y se aplicó un injerto de piel delgada (8/1000 de pulgada de grosor) (39).

Técnica quirúrgica – Matriderm®

Con la técnica de aplicación de Matriderm®, la colocación de ésta se realiza en el momento de la escarectomía primaria de la quemadura. Después de la anestesia y el posicionamiento, los pacientes se limpian y prepararan dos veces con betadina acuosa. Las quemaduras se extirparon hasta que se hizo un tejido viable sano y sangrante. El Matriderm® se aplica sin mallar y se cubre con un injerto de piel delgada dividida (8/1000 de pulgada de grosor) que lo cubre con grapas o suturas solubles en la periferia, todo en el mismo tiempo quirúrgico. Luego, se aplican apósitos no adherentes y reductores de cizallamiento como en el caso de Integra®. En el postoperatorio, los pacientes regresaron a la sala de quemados o a la unidad de cuidados intensivos de quemados, dependiendo de la

extensión de su lesión por quemadura. La revisión inicial del injerto generalmente se realizó después de 48 horas y la revisión de la herida en la zona donadora a los 14 días (39).

Matriderm®

Matriderm (MedSkin Solution Dr Suwelack AG, Billerbeck, Alemania) es un hidrolizado de colágeno (I, III, V) y elastina de origen bovino que actúa como sustituto dérmico. El andamio de colágeno favorece la regeneración, la migración celular, la proliferación y la neovascularización, mientras que la elastina fomenta la neoangiogénesis temprana y la síntesis de elastina. A diferencia del enfoque de dos etapas realizado con Integra y BTM, Matriderm está diseñado para su uso en un enfoque de una sola etapa. Matriderm se aplica a una herida desbridada y luego se empapa con solución salina al 0,9%. Esto da como resultado una contracción de aproximadamente el 5%; Esto debe tenerse en cuenta a la hora de seleccionar el tamaño adecuado para la herida. Después de la rehidratación, el Matriderm se contornea hacia el lecho de la herida subyacente y se fija en su lugar con un autoinjerto cutáneo de espesor parcial suprayacente ultrafino (39).

Alloderm®

Alloderm (LifeCell Corp., Branchburg, NJ) es un trasplante dérmico alogénico permanente de tejido cadavérico procesado y liofilizado. Los elementos epiteliales se eliminan durante el procesamiento, lo que da como resultado un producto acelular e inmunológicamente inerte con una matriz dérmica y una membrana basal conservadas. Alloderm se rehidrata durante al menos 20 minutos en el quirófano antes de su aplicación. Se puede aplicar en forma de lámina o malla. Al igual que Matriderm, Alloderm se aplica a una herida por quemadura desbridada y se cubre

simultáneamente con un autoinjerto cutáneo ultrafino (4-8 milésimas de pulgada). Esto proporciona los beneficios de un injerto más grueso, incluida una menor formación de contracturas y una cicatriz más flexible y funcional, y sin la morbilidad del sitio donante que de otro modo acompañaría a la inclusión de una capa más gruesa de dermis en un autoinjerto de espesor parcial. En un ensayo inicial de Alloderm, se observaron mejores tasas de prendimiento con el mallado del Alloderm y el uso de autoinjerto cutáneos de espesor parcial de menos de diez milésimas de pulgada (39).

En síntesis, los regenerados dérmicos en general son una herramienta reconstructiva más en el manejo tanto de los quemados agudos como en los que desarrollan secuelas. Sin embargo, además de su costo, el cual puede ser prohibitivo en algunos contextos socioeconómicos, hay que además tener en cuenta que la infección es el verdadero talón de Aquiles de todas las estrategias regenerativas dérmicas, y los centros experimentados han desarrollado protocolos agresivos para detectar y evacuar la infección antes de que la infección invada el lecho de la herida subyacente y amenace la salud del paciente. El tratamiento sistémico con antibióticos y antimicóticos puede tener un beneficio limitado cuando el lecho de la herida subyacente no está infectado. Mientras se somete a una neovascularización gradual, es posible que la matriz tampoco reciba una cantidad significativa de fármaco administrado en el sitio de la infección. Por lo tanto, se recomienda un régimen protocolizado que incluya apósitos antimicrobianos tópicos e inspecciones repetidas para permitir la detección temprana de la infección. Una vez que se detecta una infección, es necesario un aseo mecánico agresivo diario con o sin un curso corto de antibióticos sistémicos. También realizar una biopsia en sacabocados para incluir el lecho subyacente de la herida cuando sospechamos una infección bacteriana o fúngica invasiva. A pesar de que con este protocolo estricto se logra resultados exitosos en

la gran mayoría de los regenerados dérmicos, el régimen óptimo para apoyar su uso sigue sin estar claro. Preservar con éxito tales matrices, parece que sigue siendo más un arte que una ciencia aún actualmente. Las regeneradores de una sola etapa tienen beneficios atractivos, pero es probable que se reserven para heridas más pequeñas o pacientes con piel donante inmediatamente disponible. La combinación de las matrices con otros sustitutos de la piel y tecnologías novedosas, como la piel en aerosol (Recell®), representan un desarrollo continuo emocionante para superar muchos de los desafíos asociados con la disponibilidad y la morbilidad del sitio donante (39).

Reconstrucción quirúrgica mediante colgajos locales o regionales

Las secuelas pequeñas de quemaduras de tipo brida deben tratarse siempre de que sea posible mediante plastías locales. Los colgajos están indicados siempre que sea necesario aportar un tejido compuesto de gran superficie o que la liberación de las bridas y de las retracciones exponga elementos nobles que no puedan cubrirse mediante un injerto de piel total. En tales casos, los colgajos permiten una buena cobertura. Son loco-regionales si los tejidos contiguos lo permiten. Dependiendo de la región y de las estructuras que deban cubrirse, el tipo de colgajo puede diferir y puede aportar distintos tipos de tejido (5).

Los colgajos locales representan una solución sencilla e ideal para el tratamiento de las bridas y retracciones pequeñas. Gracias al aporte de tejido sano, permiten corregir el déficit cutáneo provocado por la secuela de la quemadura. La necesidad de que exista tejido sano en la proximidad inmediata de la zona que se va a tratar es el principal factor que limita la utilización de estos colgajos locales. Los más usados en las secuelas por quemaduras en estas condiciones son los colgajos de transposición, y el colgajo en IC es el principal. Para las bridas lineales y de pequeña importancia, se suelen realizar plastias locales (Z, tridente) (5).

Los colgajos regionales pueden ser de cualquier tipo, fasciocutáneo, muscular o miocutáneo. Cuando son axiales, presentan una mayor fiabilidad vascular que los colgajos locales, cuya vascularización es aleatoria. Permiten la sustitución de zonas cicatriciales más grandes, a la vez que aportan, si es necesario, un grosor tisular mayor. En algunas regiones, como la pierna, el aporte de un colgajo con componente muscular (gastrocnemio, sóleo) permite tratar los casos de cicatrices frágiles que pueden exponer con facilidad la cresta tibial. Los colgajos abdominales también se utilizan para la reparación de las secuelas de la cara dorsal de las manos y de los dedos (5).



Figura 11. Secuelas por quemaduras axilares anteriores: doble plastia de transposición en IC (A, B) (5).

Reconstrucción quirúrgica mediante colgajos libres

En ocasiones, la naturaleza de la lesión excede las capacidades de los métodos tradicionales para la cobertura. En estos escenarios, la exposición de estructuras críticas, como huesos, espacios articulares y/o estructuras neurovasculares significativas, requiere algo más complejo (41), siendo necesario recurrir a colgajos libres microanastomosados, que están indicados cuando los tejidos contiguos a la cicatriz de una quemadura que se va a tratar no permiten la realización de colgajos loco-regionales y los autoinjertos cutáneos no son una opción. Permiten la cobertura de cualquier región del cuerpo con tejidos simples o compuestos. Son más difíciles de realizar que los colgajos pediculados y conviene limitar su indicación a los casos en los que las otras técnicas no están disponibles o han fracasado. Su indicación más frecuente es en urgencias, durante el tratamiento agudo de las quemaduras. Sirven para cubrir las zonas óseas, tendinosas y nerviosas expuestas y que no se pueden injertar (5).

En el contexto de la cobertura aguda de heridas, usualmente resultado de lesiones profundas por fuego o quemaduras eléctricas. En este escenario, hay informes de quemaduras agudas que se tratan con colgajos libres. En una pequeña serie de Utah sobre quemaduras eléctricas, trataron con éxito a 4 pacientes que requirieron 5 colgajos libres para su reconstrucción, desbridaron en forma agresiva y posteriormente cubrieron con colgajos libres agudos. Aunque los resultados fueron limitados, 3 de 5 de los pacientes regresaron a un "empleo remunerado" (41).

En cuanto al momento de la reconstrucción aguda, los datos se limitan de nuevo a informes retrospectivos de un solo centro. En un artículo de Alemania que revisó su experiencia con 75 colgajos libres en 60 pacientes, encontraron que las tasas de pérdida de colgajos estaban relacionadas con el tiempo en que se realizó la microcirugía,

específicamente en pacientes con lesiones profundas producidas por fuego (n 5 49) y quemaduras eléctricas (n 5 26) (42). Experimentaron una tasa de pérdida de los colgajos del 13% (n 5, 10), en la que 8 de cada 10 ocurrieron entre los 5 y los 21 días y los otros 10 ocurrieron entre los 5 y los 42 días. Los investigadores notaron que no tuvieron pérdidas de colgajo cuando se realizaron en momentos superiores a 6 semanas. En otra publicación de la India, demostraron una tasa de éxito del 92% en el tratamiento de quemaduras eléctricas de 1 a 21 días después de la lesión, y su único fracaso ocurrió al tercer día con un colgajo gracilis libre (43). Otro patrón de lesión potencialmente susceptible de reconstrucción inmediata es la lesión térmica o eléctrica profunda de la cabeza y el cuello con estructuras críticas expuestas como la calota con tabla externa no viable, pérdida de la órbita y otros defectos de espesor total que exponen estructuras críticas. Aunque los datos colectivos son limitados en cuanto al momento ideal, los pacientes deben ser optimizados médica y quirúrgicamente antes de la transferencia libre de tejido (41).

Agudamente, el cierre de la herida por transferencia de tejido libre suele priorizarse sobre la función y la estética. Sin embargo, es importante tener en cuenta las preocupaciones funcionales y estéticas, ya que generalmente es posible incorporarlas al plan quirúrgico general. Por ejemplo, un defecto de la mejilla de espesor total podría reconstruirse con un colgajo fasciocutáneo, pero se podría considerar un colgajo miocutáneo neurotizado para restaurar la función del nervio facial (Fig. 12) (41).

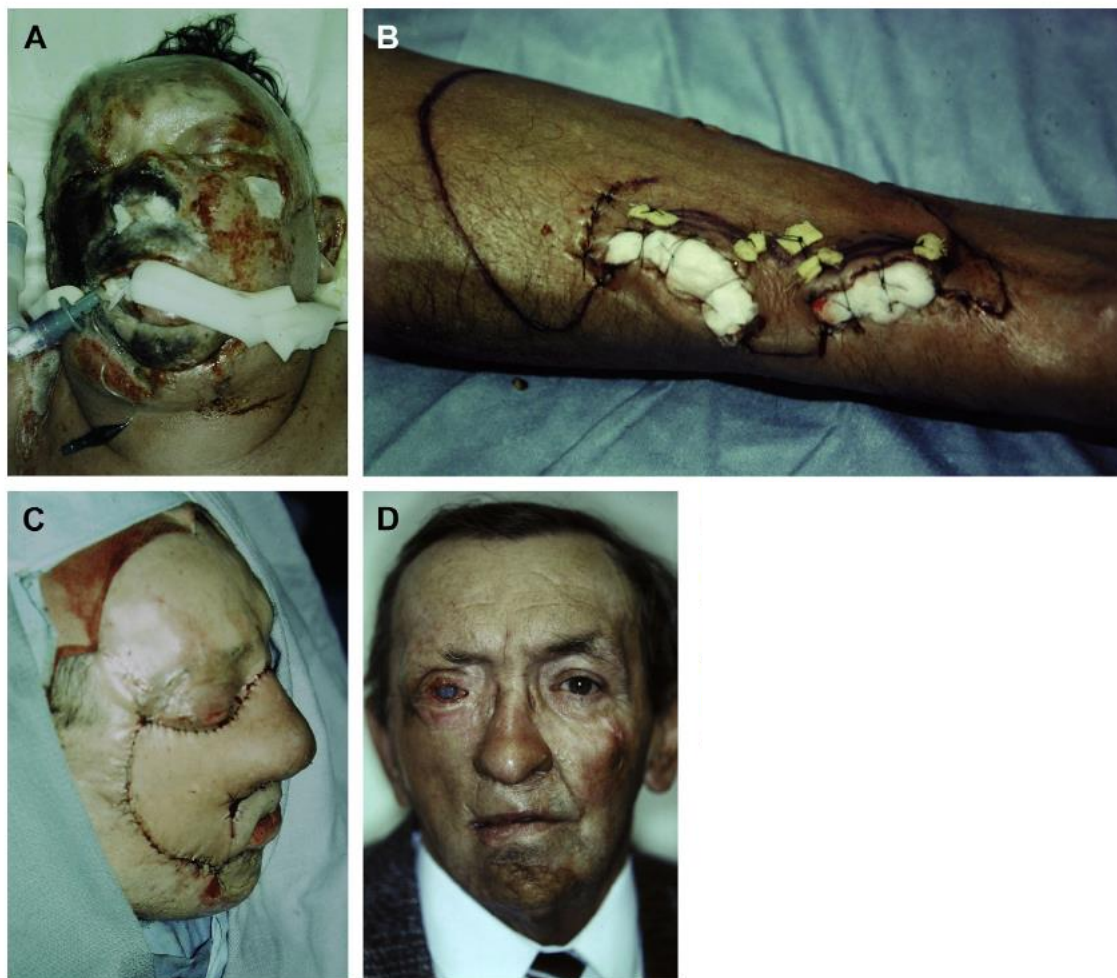


Figura 12. Este paciente tenía una quemadura facial extensa por el contacto prolongado con un radiador. Después del desbridamiento inicial, se realizó un colgajo libre microquirúrgico para la cobertura. En lugar de realizar un procedimiento de cobertura simple, se incorporó la reconstrucción nasal al plan quirúrgico mediante un colgajo prelaminado de antebrazo, donde se incluyó tejido cartilaginoso para el soporte y estructura nasal (41).

Otra consideración importante en el contexto agudo es el estado inflamatorio de los pacientes y su impacto en la integridad del tejido y la permeabilidad de la anastomosis. Aunque la evidencia con respecto al tratamiento antiagregante plaquetario y la anticoagulación en este

contexto no es concluyente, puede ser una consideración basada en el estado protrombótico de los pacientes con quemaduras agudas. Hay datos que sugieren que la normotermia es beneficiosa, que la reposición de volumen entre 3,5 y 6,0 ml/kg/h es útil, que los vasopresores no son perjudiciales para los resultados y que se debe evitar el dextrán (41).

En la fase reconstructiva, ya cuando la fase aguda ha sido superada, las heridas se han cerrado y la respuesta inflamatoria ha disminuido, las cicatrices de las quemaduras se pueden evaluar para una posible reconstrucción. La respuesta hipermetabólica a una quemadura grande puede persistir hasta 36 meses después de la lesión inicial y puede afectar los resultados de procedimientos reconstructivos complejos debido a un estado protrombótico y catabólico. Una vez que los pacientes han superado esta fase, los colgajos libres vuelven a entrar en el paradigma reconstructivo y pueden utilizarse para abordar una variedad de problemas estéticos y funcionales. Las opciones incluyen colgajos como transferencias musculares funcionales, colgajos quiméricos y colgajos prelaminaados según el escenario clínico (41).



Figura 13. (A–E) Tras recuperarse de una quemadura extensa, este paciente perdió y no lograba cerrar la boca. Se desarrolló un enfoque reconstructivo utilizando el principio de la grúa para transferir múltiples colgajos utilizando el mismo pedículo vascular. Se extrajo la rama descendente de la arteria femoral circunfleja lateral, se conectó a los vasos temporales y se implantó en el cuello para crear un colgajo prefabricado para la reconstrucción nasal. Su cobertura nasal existente se rechazó para el revestimiento, se agregaron injertos de cartílago y se transfirió el colgajo prefabricado para la reconstrucción nasal. A continuación, el pedículo se devolvió al cuero cabelludo con pelo para crear un colgajo prefabricado para la reconstrucción del labio superior. Después de la transferencia y reconstrucción del labio superior, el pedículo proximal se transfirió a la base nasal para aumentar la reconstrucción nasal. Se incluyó varios refinamientos menores para obtener el resultado final (41).

En la reconstrucción por secuelas de quemaduras de cabeza y cuello mediante colgajos libres, al igual que con cualquier reconstrucción, los objetivos principales incluyen la restauración de la apariencia estética (simetría, contorno, coincidencia de color y textura), así como la función (movilidad, sensación, expresión facial). Los autoinjertos cutáneos han sido un pilar tradicional de la reconstrucción de quemaduras, pero a menudo han dado resultados decepcionantes en la parte más visible y compleja del cuerpo. Los colgajos locales pueden ser beneficiosos, pero estas opciones a menudo están limitadas por el tejido locorregional que también se quema. La reconstrucción con colgajos libres para la cabeza y el cuello ha sido tradicionalmente criticada por la incapacidad de introducir tejido con un grosor y flexibilidad similares a los de la envoltura facial nativa. Sin embargo, hay literatura que demuestra su utilidad en el tratamiento de ciertas secuelas de quemaduras, incluido el cartílago nasal, en las quemaduras de piel cabelluda con exposición de cráneo, y para contracturas extensas del cuello o cicatrices hipertróficas. Además, el uso de colgajos quiméricos, y otras técnicas complementarias, como la prefabricación de colgajos, la prelaminación o la preexpansión, han mejorado nuestra capacidad de personalizar el tejido distante para cumplir con la especificidad y complejidad necesarias en la reconstrucción facial. Existen innumerables opciones microquirúrgicas para la reconstrucción de quemaduras de cabeza y cuello; sin embargo, la elección del colgajo siempre depende del tamaño del defecto y de las zonas donantes disponibles, sobre todo en el paciente con quemaduras más extensas (41).

Específicamente en la reconstrucción con colgajos libres, hay grupos quirúrgicos que basan más de la mitad de sus casos en el colgajo anterolateral de muslo (ALT) y en el colgajo paraescapular, seguidos por colgajos radiales de antebrazo, dorsal ancho, basados en los músculos rectos abdominales y los colgajos inguinales libres. Se destacan las indicaciones y técnicas específicas del colgajo, incluyendo el uso de colgajos radiales de antebrazo para la reconstrucción nasal total cuando no se disponía de la frente o el uso de colgajos basados en los músculos rectos abdominales o dorsal ancho para rejuvenecer el cuero cabelludo. Para las contracturas extensas o recurrentes del cuello, el colgajo paraescapular o ALT se describen a menudo para mejorar la movilidad y la estética en la reconstrucción del injerto de piel mediante la introducción de piel de espesor completo y tejido subcutáneo. Además, se ha descrito otros colgajos utilizados incluyendo el colgajo escapular, el colgajo ilíaco osteocutáneo y el colgajo libre temporoparietal (41).

Estudios informan de porcentajes de éxito relativamente altos, donde hubo pérdida de colgajo solamente en el 6% de los casos (44). Una desventaja inherente abordada es el grosor de los colgajos, que pueden enmascarar la expresión facial y requerir revisiones quirúrgicas para lograr un resultado aceptable. Parrett y colaboradores (44) informaron que el 64% de sus pacientes requirieron algún tipo de procedimiento citorreductor, generalmente realizado de forma ambulatoria.

En la reconstrucción microquirúrgica torácica el tamaño del defecto y la disponibilidad del sitio donante son los principales determinantes de la elección del colgajo. Por lo general, los defectos más pequeños se tratan con colgajos fasciocutáneo o adipocutáneos, como el ALT. Los defectos más grandes pueden requerir más volumen, que puede ser proporcionado por colgajos musculares, como el Dorsal Ancho o los DIEP (perforante de arteria epigástrica inferior profunda). Ante defectos muy grandes dada la

superficie que abarcan el tórax y el tronco, la preexpansión es una estrategia para considerar (41). Las cicatrices hipertróficas extensas pueden restringir la expansión torácica, que tradicionalmente se ha tratado con la liberación de cicatrices o la escarectomía y el injerto de piel. Sin embargo, los injertos de piel pueden contraerse secundariamente, lo que puede continuar limitando la expansión torácica. Angrigiani y colaboradores analizaron una serie de 16 pacientes quemados con quemaduras torácicas anteriores que habían recibido previamente terapia o injertos de piel que fracasaron en cuanto a la mejoría de su expansión respiratoria. A todos los pacientes se les realizó la liberación de la cicatriz y reconstrucción con colgajos libres, preferentemente colgajos ALT en hombres y DIEP en mujeres, demostraron mejoras significativas en la función respiratoria cuantitativa, incluido el porcentaje medio de capacidad vital forzada, el porcentaje de volumen espiratorio forzado en el primer segundo de la espiración y la circunferencia torácica general con complicaciones mínimas a los 2,5 años de seguimiento (45).

La reconstrucción de las extremidades superiores en pacientes con quemaduras puede variar en complejidad, desde procedimientos de cobertura pura para el rescate de extremidades hasta procedimientos sofisticados para restaurar las intrincadas funciones de la mano. La extremidad superior también es la más propensa a quemaduras secundarias a lesiones de alto voltaje, lo que puede provocar daños más extensos en los tejidos blandos.

Para la extremidad superior las opciones de colgajos locales o pediculados para la reconstrucción se vuelven limitadas dependiendo de la extensión del tejido quemado adyacente. Dependiendo del tamaño del defecto y de su ubicación en relación con los tendones y las articulaciones, donde se requiere una superficie de deslizamiento, se puede utilizar una variedad de colgajos libres (46). El colgajo radial del antebrazo y el colgajo lateral del brazo son colgajos fasciocutáneos delgados que permiten la

reconstrucción de defectos con una profundidad mínima, pero la disponibilidad del sitio donante y la morbilidad son factores limitantes. También se han utilizado colgajos libres de perforantes para defectos más grandes o profundos; Se pueden utilizar colgajos musculares, incluidos los colgajos de dorsal ancho, recto o gracilis, o colgajos quiméricos del sistema subescapular (colgajos escapulares, paraescapulares) donde también se puede extraer tejido óseo de la escápula.

Koul y colegas describieron una serie de 13 pacientes que experimentaron quemaduras eléctricas de alto voltaje principalmente en la extremidad superior utilizando varios colgajos diferentes, incluidos el dorsal ancho, la fascia temporoparietal, el paraescapular, el ALT, el gracilis y los colgajos laterales del brazo. Todos los casos se realizaron en el período inicial después de la lesión inicial (24 horas a 3 semanas) con solo 1 falla del colgajo. Llegaron a la conclusión de que con un desbridamiento meticuloso y el uso de vasos receptores alejados de la zona quemada (es decir, la zona de la lesión), la reconstrucción microvascular aguda después de la quemadura es factible y exitosa. Del mismo modo, investigadores de la Universidad de Heidelberg (42) han publicado varias series que analizan su experiencia con la transferencia de tejido libre para la reconstrucción de quemaduras de extremidades superiores. En su serie más reciente describen el uso de 42 colgajos libres para la reconstrucción de extremidades superiores quemadas en 35 pacientes. Se utilizó una variedad de colgajos libres tanto en quemaduras tradicionales como en lesiones eléctricas de alto voltaje. Para las lesiones eléctricas, prefirieron el uso de colgajos agudos musculares libres, mientras que para la reconstrucción tradicional de quemaduras prefirieron retrasar la reconstrucción. Curiosamente, la mayoría de las fallas de los colgajos ocurrieron en la etapa inicial, de 5 a 21 días después de la lesión por quemadura. Llegaron a la conclusión de que sus resultados ponen de manifiesto las diferencias entre las lesiones térmicas y las de alto voltaje,

cada una de las cuales requiere intervenciones personalizadas en función de la extensión de la lesión y el defecto resultante (41).

La reconstrucción de quemaduras en la extremidad inferior se guía por principios similares a los de la extremidad superior, incluido el uso de coberturas agudas para rescatar extremidades. La cobertura del pie dorsal y del talón se puede lograr satisfactoriamente con colgajos fasciales o fasciocutáneos, lo que permite el deslizamiento del tendón y la articulación. Los defectos más grandes, más proximales en la pierna, se pueden cubrir con un colgajo muscular o un colgajo ALT, lo que proporciona fiabilidad y tejido blando flexible. Al igual que en la mano, el tamaño del defecto y la necesidad de movimiento de los tendones y articulaciones dentro del defecto son consideraciones cruciales en la selección del colgajo. La literatura dedicada a la reconstrucción de la extremidad inferior quemada es limitada, con muchas series que se centran en la reconstrucción después de quemaduras en cualquier extremidad (41). Baumeister y colaboradores (42) informaron sobre una serie de pacientes, en la que 28 se sometieron a una reconstrucción de las extremidades inferiores con una variedad de colgajos libres, cada uno personalizado para los pacientes. Su enfoque incluyó el uso de colgajos quiméricos basados en el sistema subescapular para proporcionar más tejido o diferentes tipos de tejido, incluido el hueso, según fue necesario. Ofer y colegas (47) analizaron específicamente las lesiones por quemaduras eléctricas, se reconstruyeron 10 heridas de extremidades inferiores con buenos resultados y mínimas complicaciones. En ambas series, la parte inferior distal las extremidades (p. ej., pie, tobillo, parte inferior de la pierna) fueron los sitios más comunes que requirieron transferencia de tejido libre, como era de esperar.

También es de particular interés en las extremidades el tratamiento de contracturas circunferenciales a nivel de articulaciones, como la rodilla o el tobillo. El suministro de tejido libre a estas áreas después de la

liberación de la cicatriz proporciona la flexibilidad necesaria para restablecer el movimiento a través de estas articulaciones que no se puede lograr con una reconstrucción de injerto de piel (41).

Terapia con láser aplicado a las cicatrices por quemaduras

Los dispositivos láser han demostrado tener una gran utilidad para el tratamiento de cicatrices en dermatología. Su uso ha sido bien estudiado en determinados tipos de cicatrices, como las secundarias al acné, quirúrgicas, postraumáticas o queloides. Sin embargo, el tratamiento con láser de las secuelas cutáneas por quemaduras es menos conocido y no está disponible en la mayoría de los centros hospitalarios (48).

Los láseres son dispositivos que se basan en la emisión estimulada de radiación para producir un haz de luz. La palabra LÁSER es un acrónimo del término *amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación*. El dispositivo en sí consta de un medio activo, una fuente de energía y una cámara de resonancia. En la mayoría de los láseres, hay una población de átomos conocida como *medio activo*. El medio activo de un láser es un material de pureza, tamaño, concentración y forma controlados. Este material puede ser de cualquier estado: gaseoso, líquido, sólido o plasma. Los láseres de gas consisten en dispositivos de argón, vapor de cobre, helio-neón, criptón y CO₂. Uno de los láseres líquidos más comunes, el PDL, contiene un fluido con colorante de rodamina. Los láseres sólidos están representados por los láseres de rubí, neodimio:itrio-aluminio-granate (Nd:YAG), alejandrita, erbio y láseres de diodo (49).

En el estado de reposo del átomo, los electrones orbitan alrededor del núcleo en su estado fundamental o niveles de energía más bajos, en orbitales. Cuando un electrón absorbe energía de una fuente de energía,

los electrones se excitan y orbitan en orbitales más altos. La fuente de energía utilizada para excitar los electrones puede ser una fuente de luz, un campo eléctrico o un producto químico. Cuando estos electrones excitados vuelven a caer en sus orbitales en reposo, se libera energía, generando fotones (radiación electromagnética). Los fotones tienen longitudes de onda específicas para el átomo excitado. Dado que los láseres tienen una población constante de átomos, los fotones emitidos son todos idénticos. Estos fotones idénticos se consideran monocromáticos, lo que significa que todos los fotones de un rayo láser tienen la misma longitud de onda. Por el contrario, la IPL consta de muchas longitudes de onda diferentes (50).

La longitud de onda específica emitida por un láser determinará cómo interactúa el rayo láser con el tejido. Cuando el láser golpea el tejido, se produce una variedad de efectos deseables e indeseables a medida que el láser se refleja, se dispersa, se transmite o se absorbe. La reflexión es la proporción de láser que rebota en la superficie y se redirige en una dirección diferente. Cuando el láser se dirige perpendicularmente a la piel, se refleja aproximadamente el 5% del láser. El reflejo del láser es una de las razones por las que es imperativo usar gafas de seguridad adecuadas en todo momento cuando se realizan tratamientos con láser. *La dispersión* es el aumento en la distribución espacial de un rayo láser a medida que pasa más lejos a través del tejido, lo que lleva a la irradiación sobre un área más grande de tejido. Las principales longitudes de onda de dispersión se encuentran entre 400 y 1200 nm (aquellas en las que la absorción de agua de los tejidos es pobre). *La absorción* se puede describir como la conversión de la energía del láser en calor cuando sus fotones golpean un objetivo molecular específico, conocido como *cromóforo*. El mecanismo por el cual se utilizan los láseres para atacar tejidos específicos se denomina *fototermólisis selectiva* (foto = luz y termólisis = descomposición por calor). *La transmisión* ocurre cuando un láser que no

ha sido absorbido se transmite a un tejido más profundo más allá del cromóforo (50).

A la hora de seleccionar un tipo de láser terapéutico hay que tener en cuenta múltiples variables, además de la longitud de onda adecuada. Los parámetros adicionales del láser que optimizan el resultado son *la fluencia o* densidad de potencia (julios/cm²), el ancho o la duración del pulso, el modo de entrega y el tamaño del punto (al aumentar el tamaño del punto aumenta la penetración). La longitud de onda de la luz láser elegida debe ser selectiva y apropiada para el tejido diana que debe destruirse sin dañar los tejidos circundantes. El ancho de pulso o duración del pulso láser debe estar dentro del tiempo de relajación térmica de los tejidos tratados. El tiempo de relajación térmica es la cantidad de tiempo que se tarda en transferir dos tercios del calor resultante a los tejidos circundantes. El efecto del láser sobre la epidermis se puede clasificar además como ablativo o no ablativo, dependiendo de si la epidermis se deja intacta o no. Los láseres fraccionados tratan solo una parte (o fracción) del tejido. Los láseres no ablativos lesionan térmicamente el tejido, mientras que los láseres ablativos destruyen columnas enteras de tejido, incluida la epidermis (50).

En los últimos años, los láseres han demostrado su eficacia en el manejo de estas lesiones como intervenciones mínimamente invasivas, con bajo riesgo de efectos adversos y un rápido tiempo de recuperación. Por esta razón, algunos algoritmos de tratamiento ya los incluyen entre la modesta eficacia de los tratamientos conservadores y las intervenciones quirúrgicas, que pueden ser muy efectivas pero se asocian a una elevada morbilidad (51). No reemplazan necesariamente la cirugía, pero pueden reducir su extensión, y con ello, generar menos complicaciones postoperatorias (52).

Descripción general de los láseres en la cicatriz de quemadura hipertrófica

El objetivo final en el tratamiento de las cicatrices hipertróficas es realizar mejoras tanto estéticas como funcionales, así como reducir el prurito y el dolor relacionados con las cicatrices. Las tecnologías tradicionales y emergentes basadas en el láser y la luz ofrecen una nueva esperanza para los pacientes con cicatrices de quemaduras (50).

Una herramienta importante en la evaluación del paciente para un procedimiento de “*resurfacing*” es la escala de Fitzpatrick de tipos de piel reactiva al sol, y esto debe evaluarse antes del tratamiento con láser.

El tipo de anestesia empleada antes de la terapia con láser depende de varios factores, incluido el modo de tratamiento con láser (p. ej., los láseres ablativos son más dolorosos que los láseres no ablativos), el tamaño de la cicatriz y la edad del paciente.

Los niños pueden requerir anestesia general, mientras que los adultos pueden ser tratados con anestesia tópica. Esto es más necesario cuando se tratan áreas de hiperpigmentación. La respuesta al dolor se puede evaluar durante un procedimiento de parche de prueba. Si es necesario, mezcla eutética de anestésico local (EMLA; lidocaína 2,5% / prilocaína 2,5%; AstraZeneca AB, Södertälje, Suecia) se puede aplicar para reducir la estimulación del procedimiento y reducir el dolor postoperatorio. El uso de anestésico tópico como parte de la analgesia multimodal para el tratamiento con láser fraccionado de las cicatrices de quemaduras disminuye significativamente la necesidad de analgesia opioide y reduce los tiempos del procedimiento hasta el alta (50) (53).

Los pacientes que se someten a un tratamiento con láser fraccionado ablativo reciben de forma rutinaria profilaxis antibiótica perioperatoria, que generalmente no está indicada para los pacientes que se someten a tratamientos con láser no ablativo. Los pacientes sometidos a láser ablativo fraccionado se lavan rutinariamente con clorhexidina y se

secan completamente antes de iniciar el tratamiento con láser. A todos los pacientes que reciben láser ablativo fraccionado en la cara se les administra aciclovir para la profilaxis del herpes simple.

Se utiliza compresas de hielo en la piel inmediatamente después del tratamiento. El cuidado de la herida posterior a la terapia con láser se inicia el primer día postoperatorio e incluye un lavado con antiséptico tópico y la aplicación de una cantidad generosa de emoliente durante varios días. El cuidado de las heridas para la IPL consiste en una crema de aloe vera aplicada cada 15 minutos durante un par de días o hasta que el efecto estimulante haya retrocedido. La crema de hidrocortisona al 1% para uso tópico también se proporciona a aquellos pacientes que se someten a un tratamiento con láser fraccionado para ayudar con el prurito. La analgesia generalmente se logra con analgésicos como el paracetamol; Sin embargo, algunos pacientes pueden requerir un ciclo corto de medicamentos narcóticos. Los pacientes pueden reanudar su actividad normal casi de inmediato, incluida la fisioterapia o la terapia ocupacional. Dependiendo del nivel de malestar y del tipo de actividad deseada, los pacientes pueden regresar a la escuela o al trabajo después de 1 a 3 días. Se pueden usar prendas de compresión una vez que las heridas se reepitelizan. Es imprescindible evitar la exposición al sol y hacer uso de protectores solares de amplio espectro con un factor de protección solar (FPS) de al menos 30 son obligatorios durante 12 meses después de la operación para reducir la probabilidad de hiperpigmentación postinflamatoria (50).

Los principales dispositivos láser empleados en el tratamiento de las cicatrices por quemaduras se resumen en la tabla 4 y en la tabla 5, los principales láseres para el tratamiento de cicatrices por quemaduras según grado de recomendación y nivel de evidencia (48).

| Alteración | Dispositivos láser |
|---------------------|---|
| Eritema | LCP 585-595nm, LPI 500-1200nm, láser Nd:YAG 1064nm (ms), láser KTP 532nm (ms) |
| Grosor | LFA Láser CO ₂ 10600nm Láser Er:YAG 2940nm LFNA Láser Er:glass 1540-1550nm |
| Flexibilidad | Láser CO ₂ 10600nm |
| Pigmentación | LFA, LFNA, láser Alejandrita 755nm QS, láser Nd:YAG 1064nm QS, láser de rubí 694nm QS, láser KTP 532nm QS |

LCP: láser de colorante pulsado; LFA: láseres fraccionados ablativos; LFNA: láseres fraccionados no ablativos; LPI: luz pulsada intensa; ms: milisegundos (pulso largo); QS: *Q-switched* (nano/picosegundos, pulso corto).

Tabla 4. Principales alteraciones en las cicatrices y dispositivos láser disponibles para su tratamiento (48).

| Láser | Grado de recomendación | Nivel de evidencia |
|-------------------------------|------------------------|--------------------|
| Láser CO ₂ 10600nm | A | I |
| Láser LCP 585-595nm | B | I |
| Láser Er:glass 1540-1550nm | B | II |
| Láser Alejandrita 755nm | C | III |

LCP: láser de colorante pulsado.

Tabla 5. Principales láseres para el tratamiento de cicatrices por quemaduras según grado de recomendación y nivel de evidencia (48).

Naturalmente, antes de indicar cualquier acción que involucre la terapia laser, primero es necesario evaluar la cicatriz. La evolución natural en las cicatrices por quemaduras resulta en una cicatrización anormal en más de un 70% de ocasiones, bien por alteraciones en el grosor, textura, eritema o pigmentación (54). Esto ocurre con frecuencia en las quemaduras que afectan las capas profundas de la dermis, como las de segundo o tercer grado que son las que potencialmente van a requerir tratamiento con láser. Las quemaduras superficiales que no alcanzan la dermis reticular raramente producirán una cicatrización alterada y no suelen generar complicaciones (48) (55).

Respecto al grosor de estas cicatrices, se pueden clasificar en queloides, hipertróficas o atróficas, mientras que, en función de su pigmentación, pueden ser hipo- o hiperpigmentadas respecto a la piel no afecta del paciente. Por otro lado, es frecuente encontrar eritema, especialmente en aquellas activas y recientes (48) (54).

Para iniciar y monitorizar la estrategia terapéutica es importante evaluar la gravedad de las cicatrices. Para ello, la escala más utilizada es la "*Vancouver Scar Scale*" que evalúa la vascularización, grosor, flexibilidad y pigmentación de las lesiones. Sin embargo, la escala "*Patient and Observer Scar Assessment Scale*" (POSAS) es considerada la más completa, puesto que incorpora también los síntomas subjetivos del paciente, como dolor y prurito (56). Una correcta evaluación de estas cicatrices permite seleccionar el láser más apropiado para su tratamiento. Además, para elegir el tipo de dispositivo láser y sus parámetros es necesario considerar tanto las características del paciente (p. ej., fototipo, comorbilidades) como la localización topográfica de la cicatriz (p. ej., cabeza, cuello, extremidades) (48).

Láser vascular

El láser de colorante pulsado (LCP) es un tipo de láser no ablativo vascular que utiliza una longitud de onda de 585-595 nm. Este láser se basa en el principio de fototermólisis selectiva, lo que provoca la coagulación y necrosis de los vasos sanguíneos utilizando la oxihemoglobina como molécula diana. Se ha demostrado que el LCP es efectivo para corregir el eritema de las cicatrices, que es causado por un exceso de neovascularización durante el proceso de cicatrización. También se ha encontrado eficaz para el tratamiento de la hipertrofia de estas cicatrices. El LCP se utiliza generalmente con fluencias bajas, entre 4-8 J/cm² con un diámetro del haz del láser (spot) de 7-10 mm y duraciones de pulso cortas 0,5-2 ms. Los mejores candidatos para el tratamiento con LCP son los pacientes con fototipo I-III porque tienen menos melanina que compite con la hemoglobina para la absorción de energía (48).

Además, se ha demostrado que el láser de neodimium-doped yttrium aluminium garnet (Nd:YAG) 1064 nm de pulso largo y a fluencias bajas también es eficaz en el tratamiento de estas cicatrices. Finalmente, los dispositivos de luz pulsada intensa, que emiten un haz de luz policromática de amplio espectro entre 500-1200 nm, también podrían ser útiles para el tratamiento del componente vascular, la pigmentación e hipertrofia de las cicatrices de múltiples etiologías. Sin embargo, su evidencia en el tratamiento de cicatrices por quemadura es limitada (48).

Láser fraccionado ablativo

Los láseres fraccionados ablativos (LFA) son fundamentales para el tratamiento de las cicatrices por quemaduras. Los más utilizados son el láser CO₂ de 10600 nm y el láser erbio-doped yttrium aluminum garnet (Er:YAG) de 2940 nm, que tienen como cromóforo el agua. Estos láseres actúan generando columnas de daño térmico en la epidermis y en la dermis que favorecen la remodelación del colágeno, mejorando el grosor,

la flexibilidad y el color de las cicatrices. El láser CO2 tiene menos afinidad por el agua que el láser Er:YAG y genera más coagulación térmica en el tejido periférico. Este mecanismo facilita la respuesta de reparación del colágeno y, por ello, el láser CO2 se considera el más efectivo y es el más empleado (48).

Los parámetros utilizados de los LFA son muy variables y se ajustan a las características de la cicatriz y al fototipo del paciente. Por ejemplo, en las cicatrices más hipertróficas, se tienden a utilizar energías más altas para actuar a mayor profundidad, pero con densidades bajas para compensar el exceso de daño térmico.

En las cicatrices hipertróficas asociadas a contracturas, más frecuentes en zonas periarticulares, se ha empleado el láser CO2 en modalidad no fraccionada continua (modo clásico) para reducir la tensión de las mismas y aumentar su movilidad. En las cicatrices atróficas producidas por una reducción en el colágeno dérmico, también pueden utilizarse los LFA para estimular la nueva síntesis de colágeno (48).

El tratamiento mediante LFA es generalmente bien tolerado, con pocos efectos adversos asociados que, en caso de ocurrir, suelen ser leves. Han sido descritas como complicaciones, en orden de frecuencia: hipopigmentación, dolor e inflamación, eritema prolongado, vesículas, crecimiento paradójico de la cicatriz e infecciones (48).

Tratamiento láser para secuelas pigmentarias

Los láseres de pigmento principales son el láser de rubí 694 nm, el láser Alejandrita 755 nm y el láser Nd:YAG 1064 nm y 523 nm (KTP) en modalidad *Q-switched* (nano- o picosegundos). Aunque se utilizan con frecuencia para el tratamiento de la discromía en varios tipos de cicatrices,

no se han encontrado estudios específicos para su uso en las cicatrices por quemadura (57).

Los láseres ablativos que tienen como diana el agua, como el láser CO₂, también se pueden usar para eliminar de forma no selectiva la hiperpigmentación mediante la vaporización de la melanina en el tejido epidérmico. Sin embargo, los láseres cuyo cromóforo es la melanina son los más específicos puesto que destruyen selectivamente los melanosomas de los queratinocitos y melanocitos, limitando el daño térmico colateral del tejido periférico (48).

Los láseres de pigmento como el Alejandrita 755 nm de pulso corto pueden generar muy buenos resultados. Se propone la utilización de fluencias bajas (1-3 J/cm²), para mejorar su tolerancia, en pulsos de nano- o picosegundos y *spot* 3-5 mm (57).

Es importante tener en cuenta que los tratamientos tópicos despigmentantes junto a una fotoprotección estricta son el pilar fundamental de la hiperpigmentación postinflamatoria (48) (57).

Finalmente, en el tratamiento de la hipopigmentación se han empleado LFA y LFNA con cierta mejoría que se podría explicar por una migración de melanocitos normales que provienen de la periferia (48) (58).

Combinación de diferentes tipos de láser

Las cicatrices por quemadura a menudo presentan alteraciones tanto en el grosor como en la textura, eritema y pigmentación. La combinación de varios dispositivos láser permite un tratamiento más completo y específico. Existe ensayos clínicos que observan un mejor resultado con la combinación de tratamientos, especialmente LCP asociado a láser CO₂. Anderson y colaboradores (51) proponen un esquema terapéutico (figura 14) que incluye el uso inicial de LCP para el tratamiento del eritema e inflamación y, posteriormente, la combinación

con LFA para mejorar el grosor y textura de la cicatriz. En las cicatrices que presenten alteraciones de la pigmentación o hipertrichosis también se pueden asociar láseres cuyo cromóforo es la melanina como el láser Alejandrita 755 nm o Nd:YAG 1064 nm. En resumen, la combinación de diferentes tipos de láseres puede ofrecer un enfoque más completo y específico para el tratamiento de las cicatrices por quemaduras (48).

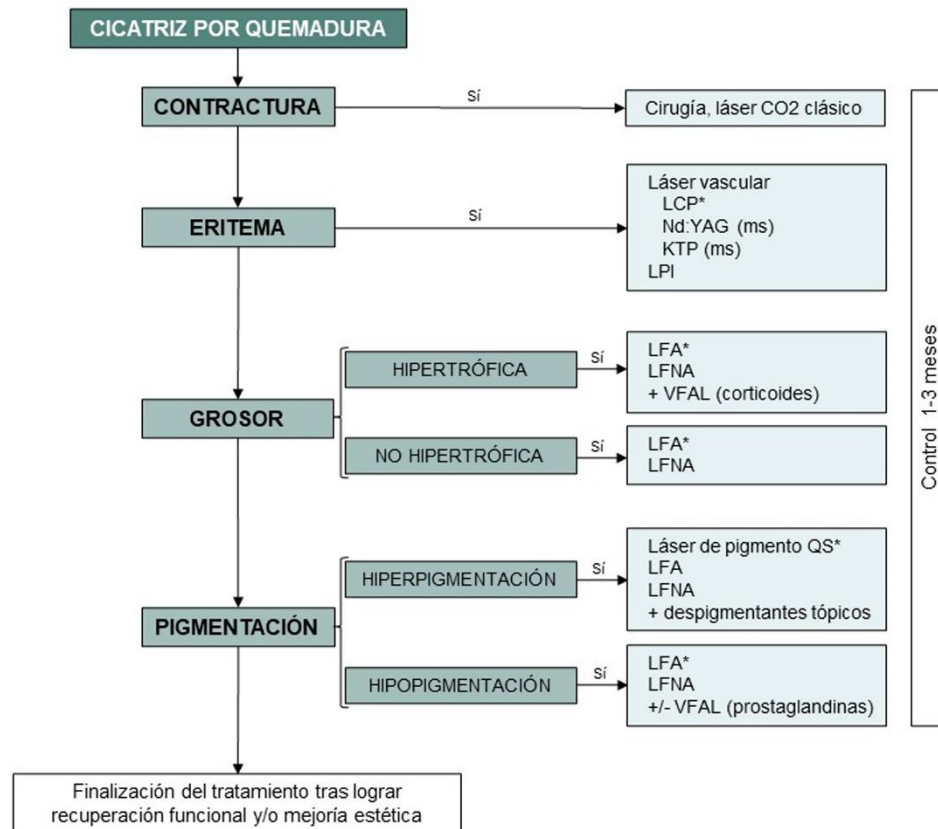


Figura 14. Algoritmo terapéutico de las cicatrices por quemadura. *Láser de elección; ms: milisegundos; LPI: luz pulsada intensa; LCP: láser de colorante pulsado; LFA: láser fraccionado ablativo; LFNA: láser fraccionado no ablativo; QS: Q-switched (nano- o picosegundos); VFAL: vehiculización de fármacos asistida por láser (48) (51).

Asociación de la terapia láser con otros tratamientos

Los tratamientos adyuvantes a los dispositivos láser pueden ofrecer un efecto sinérgico en el tratamiento de las cicatrices por quemadura. Algunos estudios indican una mejoría de las cicatrices hipertróficas al combinar LCP junto a corticoides intralesionales, principalmente la triamcinolona, y 5-fluorouracilo (48).

Otra modalidad prometedora cada vez más utilizada para el tratamiento de cicatrices es la vehiculización de corticoides asistida por láser, principalmente con el láser CO₂ y el Er:YAG en modalidad fraccionada. Este mecanismo se fundamenta en la introducción del fármaco a través de las columnas generadas en la epidermis aumentando su capacidad de actuación (59).

Recientemente, la aplicación de prostaglandinas como el latanoprost y bimatoprost tras los láseres fraccionados ha demostrado mejorías significativas de la hipopigmentación de cicatrices. Aunque tradicionalmente se han empleado para el tratamiento de la hiperpigmentación postinflamatoria, los retinoides tópicos en adyuvancia también se han empleado para restaurar el pigmento mediante la modulación de la actividad de la tirosinasa (60).

Por otro lado, también pueden ser de utilidad la infiltración de plasma rico en plaquetas, los injertos de grasa autóloga o la radiofrecuencia (48).

¿Cuándo iniciar con el tratamiento con láser?

Tras la curación completa de la herida por quemadura, una intervención precoz de las cicatrices permite reducir los síntomas, la formación de contracturas y mejora el proceso de rehabilitación. Aunque

el momento idóneo para iniciar el tratamiento en las cicatrices por quemaduras no está del todo definido, en las cicatrices quirúrgicas se han empleado el LCP, LFA y LFNA el mismo día de la retirada de los puntos, observándose efectivos y seguros (48).

Las cicatrices eritematosas e hipertróficas son frecuentes, especialmente durante el primer año de la cicatrización. Por ello, el tratamiento precoz con láseres vasculares tiene un papel importante, incluso previniendo la aparición de estas complicaciones⁴⁶. En algunos pacientes, especialmente aquellos con foto tipos bajos (I-II), el eritema puede volverse crónico. Se ha visto que el LCP también muestra buenos resultados al tratar estas lesiones de años de evolución (48).

Injertos grasos aplicados a cicatrices por quemaduras

Las quemaduras profundas y, sobre todo, las faciales, pueden causar secuelas estéticas y funcionales dramáticas cuya reparación requiere a menudo múltiples intervenciones quirúrgicas. Desde el punto de vista cronológico, las quemaduras profundas provocan en primer lugar retracciones que causan deformaciones y, por último, aparecen modificaciones volumétricas.

La liberación de las retracciones es insuficiente para restaurar los volúmenes, lo que explica la importancia de la restauración volumétrica mediante transferencia de tejido adiposo que, en la mayoría de los casos, es el último tiempo de la reparación. Cuando se asocian otros procedimientos quirúrgicos, la lipotransferencia se efectúa en último lugar para ajustar perfectamente los volúmenes y no traumatizar los adipocitos.

Las secuelas por quemaduras presentan condiciones locales específicas. El tejido cicatricial está mal vascularizado. La fibrosis y la distrofia provocan una resistencia a la inyección. Se deben multiplicar las sesiones

de inyección, porque los resultados son mejores en la segunda, e incluso en la tercera sesión. La neoangiogénesis obtenida por las primeras sesiones mejora progresivamente la calidad trófica del sitio receptor. De este modo, la supervivencia de los lipoinjertos es mejor. La cánula de inyección debe ser adecuada a la fibrosis. Con el fin de liberar espacio y disminuir la presión de inyección, se recomienda utilizar una cánula de despegamiento. En las secuelas por quemaduras, los adipocitos injertados, debido a su papel trófico, permiten mejorar el aspecto del revestimiento cutáneo, tanto en los tejidos cicatriciales como en los injertos de piel (5).

Los lipoinjertos permiten, además:

- Restaurar un plano de deslizamiento subcutáneo;
- rellenar relieve perdidos;
- rellenar depresiones localizadas;
- recuperar la curvatura facial en el rostro que carezca de definición;
- regularizar la piel cicatricial.

En el marco preciso de las secuelas por quemaduras, la lipotransferencia debe realizarse bajo cobertura de una profilaxis antibiótica, al menos antiestafilocócica. Los microorganismos procedentes de la fase aguda permanecen quiescentes incluso varios años después en los tejidos y sobre todo bajo los injertos de piel delgada. Los múltiples trayectos realizados por las cánulas de inyección de adipocitos pueden reactivar estas bacterias y, por consiguiente, infectar los adipocitos injertados en un lecho vascular de calidad menos buena que en condiciones normales.

La lipoinyección es una técnica esencial en cirugía reconstructiva. Es sencilla y fiable, no conlleva mayor morbilidad y proporciona resultados

satisfactorios para la restauración volumétrica de los tejidos blandos. La aplicación rigurosa de esta técnica en el tratamiento de las secuelas por quemaduras de la cara es otro paso hacia la reinserción social y la mejora del trauma psicológico (5).

Reconstrucción de heridas por quemaduras en áreas anatómicas especiales

Tratamiento quirúrgico de las secuelas de quemaduras del cuero cabelludo

Las quemaduras del cuero cabelludo son frecuentes en la infancia, por el derramamiento de líquidos calientes, y en adultos por el retorno de llamas. Las quemaduras profundas o infectadas pueden causar secuelas alopecias extensas, con repercusión social y psicológica. El tratamiento mediante escarectomía y cierre directo o con colgajos locales sólo es posible para las cicatrices que afectan a menos del 15% del cuero cabelludo. El tratamiento de las secuelas de quemaduras del cuero cabelludo consiste en la mayoría de los casos en la expansión cutánea; la piel del cuero cabelludo es idónea para la realización de colgajos expandidos. Esta es la única técnica que permite una reparación idéntica al cuero cabelludo original. La elección del número de prótesis, de su forma, su volumen y su localización depende de las características de la piel que se va a tratar y de la piel sana restante; es una técnica exigente, demandante para el paciente y no exenta de complicaciones. A pesar de todo, la expansión del cuero cabelludo es el tratamiento de referencia debido a los excelentes resultados obtenidos. Los mini y los microinjertos capilares, así como la dermopigmentación son métodos adyuvantes útiles para las cicatrices de pequeño tamaño o como complemento de los colgajos expandidos (61).

En la figura 15 se muestra un algoritmo para la reconstrucción de zonas alopécicas secundarias a quemaduras (62) (63).

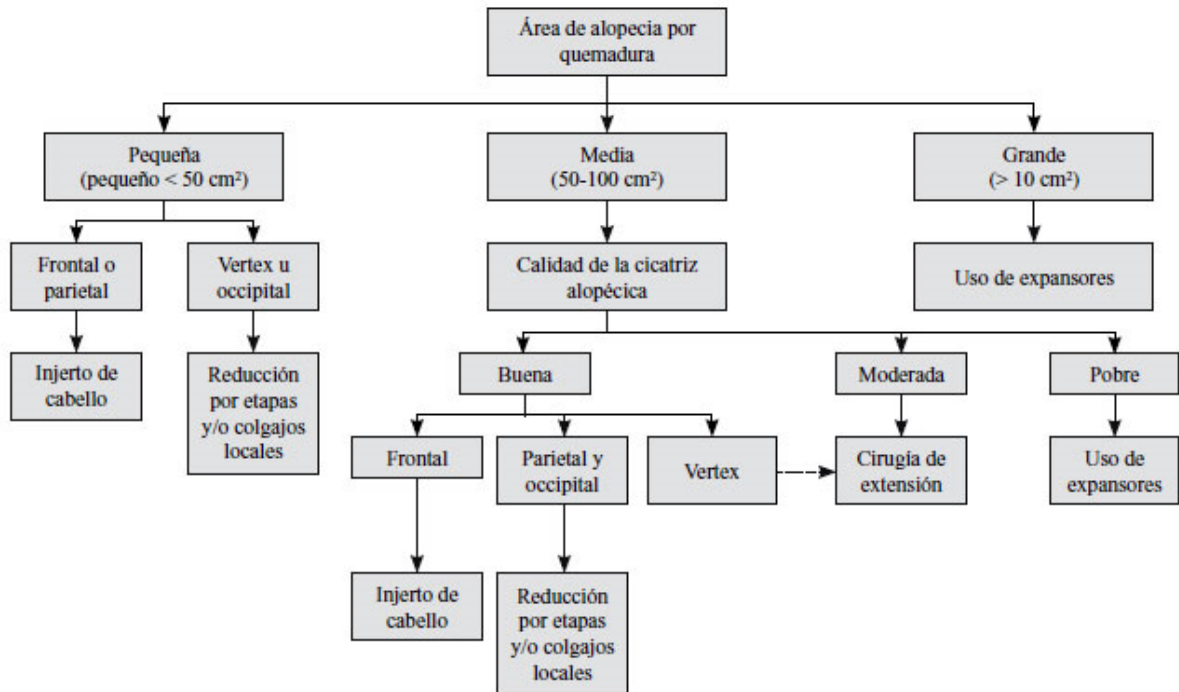


Figura 15. Algoritmo para el manejo de la alopecia secundario a quemaduras del cuero cabelludo (62) (63).

Tratamiento de las secuelas de las quemaduras de las manos

Aunque las manos sólo suponen el 4% de la superficie corporal, están implicadas en el 80% de las quemaduras debido al reflejo de protección. Las quemaduras profundas o tratadas inicialmente de forma inadecuada dejan secuelas tanto funcionales como estéticas. Las secuelas funcionales de tipo retracción cutánea se manifiestan por bridas cuya escisión deja una pérdida de sustancia que se cubrirá con un injerto de piel total, o con plastias en Z, en IC o en tridente (también conocido como

"*jumping man*"). Las reparaciones tendinosas pocas veces son necesarias y sólo pueden plantearse después de la reconstrucción de una superficie cutánea adecuada. La utilización de regeneradores dérmicos y la lipotransferencia son particularmente adecuadas para el tratamiento de las secuelas de quemaduras de las caras dorsales de las manos de tipo retracciones o adherencias. Las quemaduras del aparato ungueal dejan secuelas estéticas cuyo tratamiento consiste en la escisión de la placa cicatricial seguida de un injerto de piel total o de un colgajo local. El tratamiento de las secuelas de quemaduras de la mano amerita que sea asumido por un grupo multidisciplinario, en el que la rehabilitación tiene un lugar primordial (64).

Tratamiento quirúrgico de las secuelas de las quemaduras cervicales

Las secuelas de quemaduras cervicales son frecuentes e invalidantes, tanto en el plano funcional como en el plano psicosocial. Esto está en relación con una retracción, una hipertrofia, una discromía o una deformidad. La afectación del platisma es frecuente y agrava las secuelas funcionales. Pueden producir un déficit de extensión cervical, así como secuelas estéticas con pérdida de definición del ángulo cervicomentoniano. La prevención se basa en un tratamiento riguroso en la fase aguda junto a una rehabilitación cuidadosa basada en la contención postural. Antes de determinar la estrategia terapéutica es fundamental la caracterización precisa de las lesiones. El tratamiento se basa en un amplio desbridamiento, teniendo en cuenta la afectación del platisma, así como el aporte de una cobertura adecuada. Las características de la piel aportada deben estar lo más próximas posible a las de la piel cervical en términos de color, textura y grosor. Siempre que sea posible, se debe preferir el aporte de piel procedente de las regiones próximas, cervical o

supraclavicular. En estas indicaciones a menudo es indispensable la expansión cutánea. Los colgajos cutáneos preexpandidos locales y regionales responden particularmente bien a estas exigencias. Los injertos de piel total supraclavicular o abdominal, expandidos o no, son una buena alternativa. Los colgajos musculocutáneos y los colgajos libres tienen un lugar restringido en el arsenal terapéutico debido a que se usan tejidos poco adaptados a la región cervical. La rehabilitación postoperatoria sigue siendo la clave del éxito quirúrgico, independientemente de la técnica utilizada (65).

Hay estudios que describen un porcentaje significativamente alto de resultados exitosos en la reconstrucción de contracturas cervicales secundarias a quemaduras con el uso del regenerador dérmico Integra y autoinjerto cutáneo de espesor parcial en términos de vascularización completa y prendimiento del injerto, es decir, 85,7%. De manera similar, los resultados de Lohanan et al informaron el uso de Integra en quemaduras agudas en 15 (66%) y en la reconstrucción secundaria de quemaduras en 8 (34%) casos. El tiempo medio desde la colocación del Integra hasta el injerto fue de 23 días y la tasa de integración de los injertos fue del 87% (66).

Tratamiento quirúrgico de las secuelas de quemaduras de la cara

Las secuelas de quemaduras faciales se deben a quemaduras profundas o tratadas de forma insuficiente en el estadio inicial; su repercusión estética suele ser predominante, pero las secuelas funcionales pueden ser graves, sobre todo al nivel palpebral y labial. La reparación de las secuelas de quemaduras de la cara es un proceso largo y complejo, que requiere respetar las unidades estéticas de la cara y aportar piel sana de calidad y de color equivalente a la piel facial. Por tanto, en ella se utiliza casi siempre la expansión cutánea, en forma de injertos de piel total o de colgajos cutáneos expandidos, movilizados si es posible por encima de las

regiones claviculares. Las técnicas más complejas de reparación, colgajos libres o alotrasplante de cara, dan resultados a menudo poco satisfactorios y sus indicaciones son excepcionales. El uso de un conformador facial en el postoperatorio de los injertos de piel delgada o total permite limitar las retracciones y acelerar la maduración cicatricial (67).

Dentro de las secuelas que puede darse en el contexto de las quemaduras faciales, están las microstomía, que se tratad de una condición clínica de reducción de la apertura oral generalmente acompañada de deterioro estético y funcional, trauma psicológico debido a la inhabilitación social y mala calidad de vida (CV). Dentro de las diferentes formas de quemaduras que pueden provocar microstomias, están la radioterapia, quemaduras por fuego, quemaduras químicas y eléctricas. En el caso específico de las quemaduras, la contracción de la herida se produce durante la fase de cicatrización, lo que conduce a la epitelización y la formación de tejidos conectivos fibrosos, dando lugar a contracturas y cicatrices hipertróficas en la musculatura perioral, que a su vez, conduce a una reducción de la apertura bucal del paciente. Las opciones de tratamiento se han dividido en quirúrgicas y no quirúrgicas. El tratamiento quirúrgico incluye la resección del tejido cicatricial; comisuroplastía oral por colgajos triangulares, plastías en Z o colgajos romboidales; y la transposición del músculo orbicular de los labios. Pero después de la corrección quirúrgica, el tejido conectivo fibroso reemplaza a los tejidos en proceso de cicatrización, y la contracción constante de los tejidos periorales continúa durante meses, lo que conduce a la recidiva. Dentro de las modalidades de tratamiento no quirúrgico está la fisioterapia oral con conformadores, que incluye aparatos estáticos y dinámicos para el manejo de la microstomía. Los dispositivos estáticos sujetan la musculatura perioral durante la fase aguda de la cicatrización, atenuando la contracción, también resulta útil en los estadios postoperatorios. Los

dispositivos dinámicos están diseñados para recuperar la apertura bucal perdida con la ayuda de componentes activos como elásticos, resortes, tornillos de expansión. Los dispositivos dinámicos se utilizaron eficazmente en el tratamiento de la microstomía posterior a la quemadura, ya que actúa como una terapia física para la histiogénesis inducida por distracción con un rango de movimiento controlado (68).

Capítulo 5 – Futuro y terapias en investigación y desarrollo

Bioimpresión 3D para la cobertura de las heridas por quemaduras

Los sustitutos convencionales de la piel creados mediante ingeniería tisular se fabrican sembrando células en andamios biodegradables y se dejan madurar, tras lo cual se utilizan para trasplantes o pruebas in vitro. Estos sustitutos de la piel tienen varias limitaciones, contienen como máximo solo dos tipos de células y, dado que se basan en la fisiología de la cicatrización de heridas postnatales, no estimulan la regeneración de la vasculatura, los nervios, las glándulas sudoríparas y sebáceas, los folículos pilosos y la pigmentación. Todas estas estructuras son esenciales para restaurar la anatomía y fisiología completa de la piel nativa; Por lo tanto, existe una inmensa necesidad de desarrollar sustitutos de la piel de próxima generación de ingeniería tisular. Trabajos recientes de nuestro grupo demuestran que la bioimpresión podría utilizarse con éxito para cerrar grandes heridas de espesor total (69). Además, también se ha demostrado que la bioimpresión podría utilizarse de forma muy eficaz para fabricar con precisión tejidos blandos y duros con estructuras complejas de forma automatizada (70). La bioimpresión podría revolucionar el

campo del cuidado de las quemaduras al reemplazar los productos actuales para la piel celular o acelular disponibles en el mercado y proporcionar un proceso altamente automatizado de fabricación de construcciones complejas de la piel para mejorar el resultado funcional de las quemaduras (71).

La impresión 3D implica la entrega secuencial de capas delgadas de materiales y su unión para formar una estructura 3D sólida. Desarrollada por primera vez por Charles W. Hull en 1986 y originalmente llamada "estereolitografía", la impresión 3D es una técnica de fabricación aditiva. La impresión 3D puede automatizar la ingeniería de tejidos y facilitar la fabricación rentable a gran escala. La bioimpresión 3D, una variante de la impresión 3D, es un proceso de fabricación asistido por ordenador que deposita células vivas junto con andamios a base de hidrogel (también llamados "biotinta") y permite modelar componentes individuales del tejido u órgano, facilitando así la formación de una arquitectura tisular compleja. La fabricación de construcciones biológicas mediante bioimpresión 3D suele implicar la adición capa por capa de material en un andamio de soporte para construir tejido 3D con la entrada de un archivo de diseño asistido por ordenador (CAD). La bioimpresión permite la fabricación a medida de construcciones de tejidos mediante la alteración adecuada del archivo CAD antes de la impresión. Generalmente, el proceso de bioimpresión 3D implica cinco pasos diferentes: (1) se realiza la obtención de imágenes/escaneo del tejido objetivo; (2) utilizando la entrada de imágenes, el modelo se desarrolla con softwares CAD-CAM (fabricación asistida por computadora); (3) dependiendo del tejido que se va a imprimir, los andamios y las células del biomaterial se eligen cuidadosamente, se pueden utilizar uno o más tipos de células; (4) el tejido se imprime con una bioimpresora; y (5) se deja madurar el tejido bioimpreso. La bioimpresión se puede realizar *in vitro* o *in situ*; Si se realiza *in vitro*, después de la maduración del tejido, las construcciones de

tejido bioimpreso se utilizan para la implantación o para pruebas *in vitro* (figura 16). A grandes rasgos, el proceso de bioimpresión se desarrolla en tres etapas diferentes: las etapas de maduración de la pre-bioimpresión de tejidos, la bioimpresión y la post-bioimpresión (71) (72).

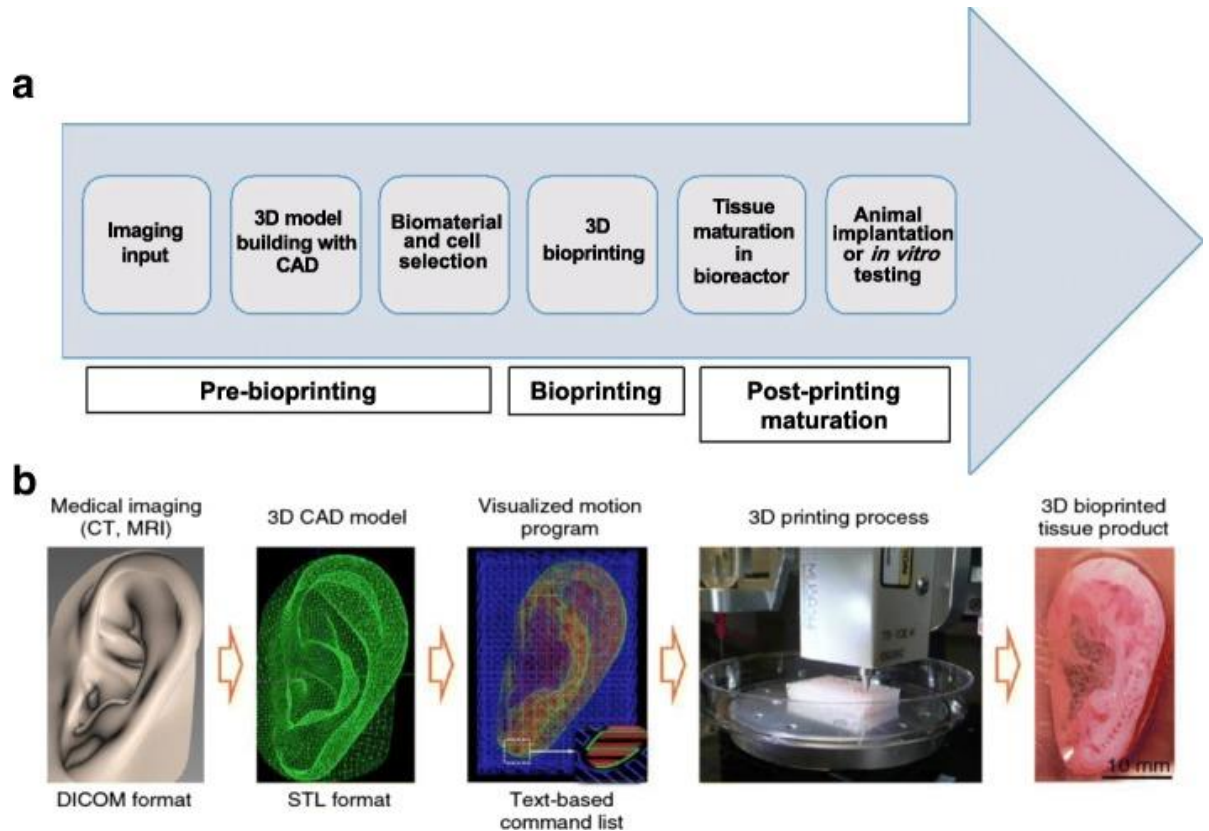


Figura 16. El proceso de bioimpresión. A. Diferentes etapas que conducen a la producción de construcciones bioimpresas para su implantación o pruebas *in vitro*. B. El proceso de bioimpresión utilizando la impresora integrada de tejidos y órganos ilustrado con bioimpresión de cartílago de oreja. Esta cifra fue adaptada del artículo original de Kang et al. [(Copyright 2016 Nature America, Inc.). Los datos de la entrada de imágenes médicas se utilizan para generar el modelo CAD 3D. Se genera un programa de movimiento visualizado y las instrucciones para imprimir la construcción se transmiten a la computadora mediante un comando basado en texto. *Diseño asistido por ordenador CAD tridimensional en 3D, resonancia magnética por resonancia magnética, tomografía computarizada por tomografía computarizada, STL STereoLithography, imágenes digitales DICOM y comunicaciones en medicina* (70) (71).

Los principales sistemas tecnológicos para la bioimpresión incluyen la bioimpresión basada en inyección de tinta, microextrusión y láser (figura 17). La bioimpresión basada en inyección de tinta utiliza mecanismos térmicos, piezoeléctricos o acústicos para depositar gotas de suspensión celular de alto rendimiento. Si bien la tecnología de bioimpresión por inyección de tinta tiene muchas ventajas, una desventaja es el riesgo de exponer las células y los materiales a estrés térmico y mecánico y, en el caso de las impresoras acústicas, el uso de altas frecuencias puede afectar la viabilidad de las células. Las bioimpresoras de inyección de tinta también están limitadas por la viscosidad de la biotinta utilizada; Cuanto más viscosa sea la biotinta, mayor será la fuerza necesaria para expulsar la gota de la boquilla de la impresora. Además, la densidad celular que se puede utilizar para la impresión puede ser inferior a los números fisiológicamente relevantes debido a los posibles problemas de obstrucción de los inyectores (72).

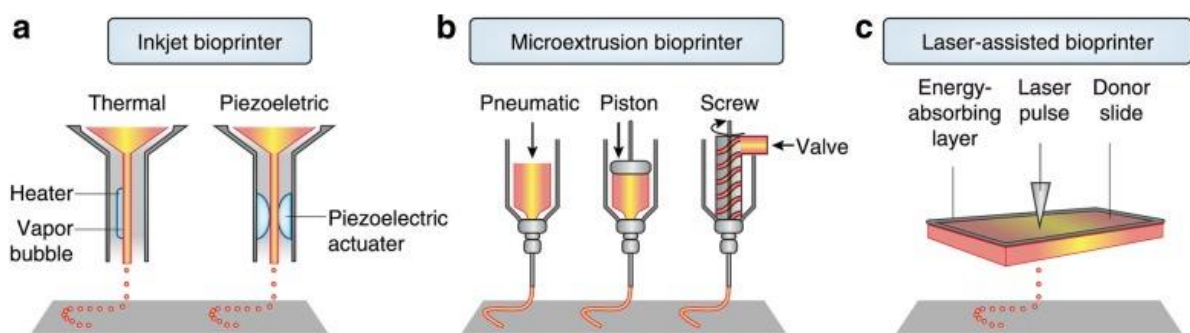


Figura 17. Componentes de bioimpresoras de inyección de tinta, microextrusión y asistidas por láser. Esta figura fue adaptada del artículo original de Murphy et al. (Derechos de autor 2014 *Nature America, Inc.*). a En las impresoras térmicas de inyección de tinta, el cabezal de impresión se calienta eléctricamente para producir pulsos de presión de aire que expulsan las gotas de la boquilla, mientras que las impresoras acústicas utilizan pulsos formados por presión piezoeléctrica o ultrasónica. b Las impresoras de microextrusión utilizan sistemas de dispensación neumáticos o

mecánicos para extruir cordones continuos de material y/o celdas. c Las impresoras asistidas por láser utilizan láseres enfocados en un sustrato absorbente para generar presiones que impulsan los materiales que contienen células sobre un sustrato colector (70) (71).

La tecnología de bioimpresión de la piel tiene un enorme potencial para facilitar la fabricación de tejido fisiológicamente relevante y permitir resultados funcionales mejores y más consistentes en pacientes con quemaduras. El uso de la bioimpresión para la reconstrucción de piel después de quemaduras es prometedor, y permitirá la colocación precisa de todos los diferentes tipos de células nativas de la piel y la fabricación precisa y reproducible de construcciones para reemplazar la piel lesionada o lesionada. El uso de la bioimpresión 3D para la cicatrización de heridas facilitará un cierre más rápido de las heridas, lo cual es fundamental en el caso de lesiones por quemaduras extensas. La intervención temprana reducirá el potencial de infecciones y contribuirá a una curación más rápida, menos cicatrices y mejores resultados funcionales y estéticos. Esto también contribuirá a reducir el número de cirugías necesarias y la duración de la estancia hospitalaria. Para facilitar el éxito de la traslación clínica y el uso de la bioimpresión para la reconstrucción de heridas, el producto desarrollado debe ser sencillo y capaz de integrarse perfectamente en el flujo de trabajo quirúrgico y en el proceso quirúrgico. Los nuevos avances en términos de desarrollo de bioimpresoras 3D estandarizadas de grado clínico y biotintas biocompatibles permitirán un uso más amplio de esta tecnología en la clínica. Además, el establecimiento de centros de fabricación de células que cumplan con las buenas prácticas de manufactura y que se ajusten a las instalaciones médicas facilitará una adopción más amplia de esta tecnología para la reconstrucción de heridas. Esto también ayudará significativamente en la logística y la aplicación de la tecnología. En general, la bioimpresión 3D es una tecnología muy transformadora, y su uso para la reconstrucción de

heridas conducirá a un cambio de paradigma en los resultados de los pacientes (71).

Conclusiones

Para los paciente víctimas de trauma por quemadura no es suficiente sobrevivir. Quien logra superar la fase aguda, en mayor o menor grado afrontará secuelas, las cuales tienen repercusiones funcionales, estéticas e indudablemente con consecuencias negativas para la salud mental. El objetivo es tener un sobreviviente que en la medida de lo posible se pueda reincorporar a su vida previa. Para esto es mandatorio que el manejo sea desde el inicio integral por un equipo multidisciplinario, teniendo dentro de las metas la prevención de secuelas, realizando escarectomías tempranas, así como coberturas prontas, el acompañamiento del médico de rehabilitación y los terapeutas físicos también debe darse desde el inicio. La terapia física requiere también ser temprana, pero además constante, dando provecho al tiempo en que el paciente es llevado al quirófano para ahí bajo anestesia general darle movilización pasiva sin el inconveniente de sentir el dolor de la manipulación. El equipo multidisciplinario también debe de contar con profesionales en Terapia Ocupacional que prevean los obstáculos y planifiquen estrategias para ayudar al paciente tanto en su fase de rehabilitación como en la reincorporación a la sociedad y a su vida laboral. Queda claro que las secuelas no son solamente físicas, por lo cual también es mandatorio la integración al equipo de profesionales en salud mental, para que desde el inicio el paciente tenga el apoyo necesario en ese aspecto y que sea evolucionado después del alta hospitalaria de la fase aguda.

En síntesis, las secuelas del quemado como primer punto se previenen, las que evolucionan requieren del apoyo integral multidisciplinario, haciendo énfasis en que no es un tema solamente quirúrgico y que además requerirá un acompañamiento por largo tiempo para ir superando los obstáculos en forma planificada, procurando la mejor recuperación para el paciente.

Desde el punto de vista médico hay un gran arsenal que permiten solucionar la gran mayoría de secuelas físicas como lo son el prurito, el dolor persistente. Quirúrgicamente, las cicatrices retractiles que comprometen la funcionalidad y la estética del paciente son susceptibles de una gran mejoría mediante la gran variedad de herramientas reconstructivas con las que se dispone actualmente. Importante recordar que hay situaciones además de la cobertura cutánea que requieren de solución reconstructiva pronta como lo son las secuelas palpebrales que desarrollan ectropion comprometiendo la integridad corneal, y las microstomías que pueden perjudicar la alimentación y el estado nutricional de un paciente que afronta o ha afrontado cambios catabólicos importantes poniendo en riesgo su recuperación.

Bibliografía

1. Khosroshahi AF, Rad JS, Kheirjou R. Skin Burns: Review of Molecular Mechanisms and Therapeutic Approaches. 2019;31(12).
2. Kelter BM, Holavanahalli R, Suman OE, Ryan CM, Schneider JC. Recognizing the long-term sequelae of burns as a chronic medical condition. *Burns*. marzo de 2020;46(2):493–6.
3. Miricescu D, Badoiu SC, Stanescu-Spinu II, Totan AR, Stefani C, Greabu M. Growth Factors, Reactive Oxygen Species, and Metformin—Promoters of the Wound Healing Process in Burns? *IJMS*. el 1 de septiembre de 2021;22(17):9512.
4. Greenhalgh DG. Management of Burns. Longo DL, editor. *N Engl J Med*. el 13 de junio de 2019;380(24):2349–59.
5. Viard R, Comparin JP, Foyatier JL, Voulliaume D. Tratamiento de las secuelas por quemaduras. *Generalidades. EMC - Cirugía Plástica Reparadora y Estética*. junio de 2016;24(2):1–10.
6. Goverman J, Mathews K, Holavanahalli RK, Vardanian A, Herndon DN, Meyer WJ, et al. The National Institute on Disability, Independent Living, and Rehabilitation Research Burn Model System: Twenty Years of Contributions to Clinical Service and Research. *Journal of Burn Care & Research*. 2017;38(1):e240–53.
7. Hawkins HK, Jay J, Finnerty CC. Pathophysiology of the Burn Scar. En: *Total Burn Care [Internet]*. Elsevier; 2018 [citado el 6 de diciembre de 2023]. p. 466-475.e3. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780323476614000447>
8. Singer AJ, Boyce ST. Burn Wound Healing and Tissue Engineering: *Journal of Burn Care & Research*. 2017;38(3):e605–13.
9. Dasu MR, Hawkins HK, Barrow RE, Xue H, Herndon DN. Gene expression profiles from hypertrophic scar fibroblasts before and after IL-6 stimulation. *The Journal of Pathology*. abril de 2004;202(4):476–85.

10. Song Y, Wang T, Yang L, Wu J, Chen L, Fan X, et al. EGCG inhibits hypertrophic scar formation in a rabbit ear model. *J of Cosmetic Dermatology*. abril de 2023;22(4):1382–91.
11. Song B, Zhang W, Guo S, Han Y, Zhang Y, Ma F, et al. Adenovirus-mediated METH1 gene expression inhibits hypertrophic scarring in a rabbit ear model. *Wound Repair Regeneration*. julio de 2009;17(4):559–68.
12. Kwan P, Desmoulière A, Tredget EE. Molecular and Cellular Basis of Hypertrophic Scarring. En: *Total Burn Care* [Internet]. Elsevier; 2018 [citado el 5 de diciembre de 2023]. p. 455-465.e4. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780323476614000459>
13. Ogawa R. Mechanobiology of Cutaneous Scarring. En: Téot L, Mustoe TA, Middelkoop E, Gauglitz GG, editores. *Textbook on Scar Management* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2020 [citado el 5 de diciembre de 2023]. p. 11–8. Disponible en: http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-44766-3_2
14. Houlihan M, Patel K, Wilson YT, Rajput V, Chipp E. A new wound in an old burn scar: a guide to Marjolin’s ulcers for primary care. *Br J Gen Pract*. febrero de 2021;71(703):92–3.
15. Shah M, Crane JS. Marjolin Ulcer. En: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [citado el 7 de diciembre de 2023]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532861/>
16. Elkins-Williams ST, Marston WA, Hultman CS. Management of the Chronic Burn Wound. *Clin Plast Surg*. julio de 2017;44(3):679–87.
17. Joo SY, Park CH, Cho YS, Seo CH, Ohn SH. Plastic Changes in Pain and Motor Network Induced by Chronic Burn Pain. *J Clin Med*. el 11 de junio de 2021;10(12):2592.
18. Klifto KM, Hultman CS, Dellon AL. Nerve Pain after Burn Injury: A Proposed Etiology-Based Classification. *Plast Reconstr Surg*. el 1 de marzo de 2021;147(3):635–44.
19. Kloth L. The Roles of Physical Therapists in Wound Management: Part IV. *J Am Col Certif Wound Spec*. diciembre de 2009;1(4):106–8.
20. Gouin JP, Kiecolt-Glaser JK. The Impact of Psychological Stress on Wound Healing: Methods and Mechanisms. *Critical Care Nursing Clinics of North America*. el 1 de junio de 2012;24(2):201–13.

21. Loey NEV, Schoot R van de, Faber AW. Posttraumatic Stress Symptoms after Exposure to Two Fire Disasters: Comparative Study. *PLOS ONE*. el 24 de julio de 2012;7(7):e41532.
22. ter Smitten MH, de Graaf R, Van Loey NE. Prevalence and comorbidity of psychiatric disorders 1–4 years after burn. *Burns*. el 1 de agosto de 2011;37(5):753–61.
23. Cen Y, Chai J, Chen H, Chen J, Guo G, Han C, et al. Guidelines for burn rehabilitation in China. *Burns & Trauma*. el 21 de octubre de 2015;3(1):20.
24. Tziotzios C, Profyris C, Sterling J. Cutaneous scarring: Pathophysiology, molecular mechanisms, and scar reduction therapeutics: Part II. Strategies to reduce scar formation after dermatologic procedures. *Journal of the American Academy of Dermatology*. el 1 de enero de 2012;66(1):13–24.
25. Macintyre L, Baird M. Pressure garments for use in the treatment of hypertrophic scars—a review of the problems associated with their use. *Burns*. el 1 de febrero de 2006;32(1):10–5.
26. Ripper S, Renneberg B, Landmann C, Weigel G, Germann G. Adherence to pressure garment therapy in adult burn patients. *Burns*. el 1 de agosto de 2009;35(5):657–64.
27. Candy LHY, Cecilia LTWP, Ping ZY. Effect of different pressure magnitudes on hypertrophic scar in a Chinese population. *Burns*. el 1 de diciembre de 2010;36(8):1234–41.
28. Van den Kerckhove E, Stappaerts K, Boeckx W, Van den Hof B, Monstrey S, Van der Kelen A, et al. Silicones in the rehabilitation of burns: a review and overview. *Burns*. el 1 de mayo de 2001;27(3):205–14.
29. Langschmidt J, Caine PL, Wearn CM, Bamford A, Wilson YT, Moiemmen NS. Hydrotherapy in burn care: A survey of hydrotherapy practices in the UK and Ireland and literature review. *Burns*. el 1 de agosto de 2014;40(5):860–4.
30. Lehmann JF, de Lateur BJ. Chapter 31 - Ultrasound, shortwave, microwave, laser, superficial heat and cold in the treatment of pain. En: Melzack R, Wall PD, editores. *Handbook of Pain Management* [Internet]. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2003 [citado el 8 de diciembre de 2023]. p. 473–83. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780443072017500357>

31. Ahuja RB, Gupta R, Gupta G, Shrivastava P. A comparative analysis of cetirizine, gabapentin and their combination in the relief of post-burn pruritus. *Burns*. marzo de 2011;37(2):203–7.
32. Akhtar N, Brooks P. The use of botulinum toxin in the management of burns itching: Preliminary results. *Burns*. diciembre de 2012;38(8):1119–23.
33. Van Loey NEE, Van Son MJM. Psychopathology and Psychological Problems in Patients with Burn Scars: Epidemiology and Management. *American Journal of Clinical Dermatology*. 2003;4(4):245–72.
34. Patterson DR, Everett JJ, Bombardier CH, Questad KA, Lee VK, Marvin JA. Psychological effects of severe burn injuries. *Psychol Bull*. marzo de 1993;113(2):362–78.
35. Poveda MJC, García PA. Aportaciones a la psicología clínica en el abordaje de pacientes quemados. En 2019 [citado el 8 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Aportaciones-a-la-psicolog%C3%ADa-cl%C3%ADnica-en-el-abordaje-Poveda-Garc%C3%ADa/6371b2eee264dee2ed9074543f70442649e00f23>
36. Potter M, Aaron D, Mumford R, Ward L. An evaluation of clinical psychology input into burns multidisciplinary follow-up clinics. *Scars, Burns & Healing*. enero de 2023;9:205951312211410.
37. Low JFA, Meyer WJ, Willebrand M, Thomas CR. Psychiatric Disorders Associated With Burn Injury. En: *Total Burn Care* [Internet]. Elsevier; 2018 [citado el 8 de diciembre de 2023]. p. 700-708.e3. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780323476614000666>
38. Keivan N, Daryabeigi R, Alimohammadi N. Effects of religious and spiritual care on burn patients' pain intensity and satisfaction with pain control during dressing changes. *Burns*. noviembre de 2019;45(7):1605–13.
39. Phillips GSA, Nizamoglu M, Wakure A, Barnes D, El-Muttardi N, Dziewulski P. The Use Of Dermal Regeneration Templates For Primary Burns Surgery In A UK Regional Burns Centre. *Ann Burns Fire Disasters*. el 30 de septiembre de 2020;33(3):245–52.
40. Mason SA, Pham TN. Use of Dermal Regenerative Templates for Burns. *Journal of Burn Care & Research*. el 2 de enero de 2023;44(Supplement_1):S19–25.

41. Seth AK, Friedstat JS, Orgill DP, Pribaz JJ, Halvorson EG. Microsurgical Burn Reconstruction. *Clinics in Plastic Surgery*. octubre de 2017;44(4):823–32.
42. Baumeister S, Köller M, Dragu A, Germann G, Sauerbier M. Principles of microvascular reconstruction in burn and electrical burn injuries. *Burns*. el 1 de febrero de 2005;31(1):92–8.
43. Koul AR, Patil RK, Philip VK. Early use of microvascular free tissue transfer in the management of electrical injuries. *Burns*. el 1 de agosto de 2008;34(5):681–7.
44. Parrett BM, Pomahac B, Orgill DP, Pribaz JJ. The Role of Free-Tissue Transfer for Head and Neck Burn Reconstruction. *Plastic and Reconstructive Surgery*. diciembre de 2007;120(7):1871.
45. Angrigiani C, Artero G, Castro G, Khouri RK. Reconstruction of thoracic burn sequelae by scar release and flap resurfacing. *Burns*. diciembre de 2015;41(8):1877–82.
46. Ibrahim AE, Skoracki R, Goverman JG, Sarhane KA, Parham CS, Abu-Sittah G, et al. Microsurgery in the burn population – a review of the literature. *Ann Burns Fire Disasters*. el 31 de marzo de 2015;28(1):39–45.
47. Ofer N, Baumeister S, Megerle K, Germann G, Sauerbier M. Current concepts of microvascular reconstruction for limb salvage in electrical burn injuries. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*. el 1 de julio de 2007;60(7):724–30.
48. Altemir A, Boixeda P. Tratamiento láser de cicatrices por quemaduras. *Actas Dermo-Sifiliográficas*. el 1 de noviembre de 2022;113(10):938–44.
49. Goldberg D. *Laser Dermatology*. Springer Berlin Heidelberg; 2012. 142 p.
50. McLaughlin J, Branski LK, Norbury WB, Bache SE, Chilton L, El-Muttardi N, et al. Laser for Burn Scar Treatment. En: *Total Burn Care* [Internet]. Elsevier; 2018 [citado el 7 de diciembre de 2023]. p. 648-654.e1. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780323476614000605>
51. Anderson RR, Donelan MB, Hivnor C, Greeson E, Ross EV, Shumaker PR, et al. Laser Treatment of Traumatic Scars With an Emphasis on Ablative Fractional Laser Resurfacing: Consensus Report. *JAMA Dermatology*. el 1 de febrero de 2014;150(2):187–93.

52. Issler-Fisher AC, Waibel JS, Donelan MB. Laser Modulation of Hypertrophic Scars: Technique and Practice. *Clinics in Plastic Surgery*. el 1 de octubre de 2017;44(4):757–66.
53. Edkins RE, Hultman CS, Collins P, Cairns B, Hanson M, Carman M. Improving comfort and throughput for patients undergoing fractionated laser ablation of symptomatic burn scars. *Ann Plast Surg*. marzo de 2015;74(3):293–9.
54. Gangemi EN, Gregori D, Berchiolla P, Zingarelli E, Cairo M, Bollero D, et al. Epidemiology and Risk Factors for Pathologic Scarring After Burn Wounds. *Archives of Facial Plastic Surgery*. el 3 de marzo de 2008;10(2):93–102.
55. Yoshino Y, Ohtsuka M, Kawaguchi M, Sakai K, Hashimoto A, Hayashi M, et al. The wound/burn guidelines – 6: Guidelines for the management of burns. *The Journal of Dermatology*. septiembre de 2016;43(9):989–1010.
56. Draaijers LJ, Tempelman FRH, Botman YAM, Tuinebreijer WE, Middelkoop E, Kreis RW, et al. The Patient and Observer Scar Assessment Scale: A Reliable and Feasible Tool for Scar Evaluation. *Plastic and Reconstructive Surgery*. junio de 2004;113(7):1960.
57. Passeron T, Genedy R, Salah L, Fusade T, Kositratna G, Laubach H - J., et al. Laser treatment of hyperpigmented lesions: position statement of the European Society of Laser in Dermatology. *Acad Dermatol Venereol*. junio de 2019;33(6):987–1005.
58. Simbolon Sitohang IB, Sirait SAP, Safira FD. Fractional carbon dioxide laser for treating hypertrophic scars: A systematic review of randomised trials. *Australasian Journal of Dermatology*. 2022;63(1):27–35.
59. Alegre-Sánchez A, Jiménez-Gómez N, Boixeda P. Laser-Assisted Drug Delivery. *Actas Dermo-Sifiliográficas (English Edition)*. el 1 de diciembre de 2018;109(10):858–67.
60. Baugh EG, Anagu O, Kelly KM. Laser Treatment of Hypopigmentation in Scars: A Review. *Dermatol Surg*. el 1 de febrero de 2022;48(2):201–6.
61. Person H, Viard R, Comparin JP, Foyatier JL, Voulliaume D. Tratamiento quirúrgico de las secuelas de quemaduras del cuero cabelludo. *EMC - Cirugía Plástica Reparadora y Estética*. marzo de 2017;25(1):1–9.

62. Jeong SH, Koo SH, Han SK, Kim WK. An Algorithmic Approach for Reconstruction of Burn Alopecia. *Annals of Plastic Surgery*. septiembre de 2010;65(3):330–7.
63. Pereira C N, Léniz M P, Enríquez C E, Mabgelsdorff G G, Piñeros B JL, Calderón O W. Quemaduras de cuero cabelludo: Serie de casos y revisión de la literatura. *Revista chilena de cirugía*. abril de 2012;64(2):161–8.
64. Vincent PL, Viard R, Aimard R, Comparin JP, Foyatier JL, Voulliaume D. Tratamiento de las secuelas de las quemaduras de las manos. *EMC - Cirugía Plástica Reparadora y Estética*. marzo de 2017;25(1):1–13.
65. Mertens A, Viard R, Aimard R, Comparin JP, Foyatier JL, Voulliaume D. Tratamiento quirúrgico de las secuelas de las quemaduras cervicales. *EMC - Cirugía Plástica Reparadora y Estética*. junio de 2017;25(2):1–10.
66. Mujahid AM, Tarar FA, Khalid FA, Sajjad Y, Ishaque U, Tarar MN. Outcome of successful graft take of Integra and split thickness skin graft after the release of post-burn neck contracture. *TPMJ*. el 10 de enero de 2021;28(01):106–12.
67. Voulliaume D, Comparin JP, Viard R, Gir P, Foyatier JL. Tratamiento quirúrgico de las secuelas de quemaduras de la cara. *EMC - Cirugía Plástica Reparadora y Estética*. marzo de 2017;25(1):1–14.
68. Thakur A, Chauhan D, Singla N, Viswambaran M, Kumar S, Yadav R. Prosthetic Management of Microstomia with Customized Dynamic Splint. *Int J Prosthodont*. mayo de 2020;33(3):347–53.
69. Skardal A, Mack D, Kapetanovic E, Atala A, Jackson JD, Yoo J, et al. Bioprinted Amniotic Fluid-Derived Stem Cells Accelerate Healing of Large Skin Wounds. *Stem Cells Transl Med*. noviembre de 2012;1(11):792–802.
70. Kang HW, Lee SJ, Ko IK, Kengla C, Yoo JJ, Atala A. A 3D bioprinting system to produce human-scale tissue constructs with structural integrity. *Nat Biotechnol*. marzo de 2016;34(3):312–9.
71. Varkey M, Visscher DO, van Zuijlen PPM, Atala A, Yoo JJ. Skin bioprinting: the future of burn wound reconstruction? *Burns Trauma*. el 12 de febrero de 2019;7:4.
72. Murphy SV, Atala A. 3D bioprinting of tissues and organs. *Nat Biotechnol*. agosto de 2014;32(8):773–85.

