

SAM[®]

Heridas y cicatrización



Cicatrización posquemaduras

Dra. Fabiola Arvizu Ramírez



7

SAM® Heridas y cicatrización

7. Cicatrización posquemaduras

Derechos reservados © 2021 Intersistemas, S.A. de C.V.

Todos los derechos reservados. Esta publicación está protegida por los derechos de autor. Ninguna parte de la misma puede reproducirse, almacenarse en ningún sistema de recuperación, inventado o por inventarse, ni transmitirse de ninguna forma ni por ningún medio, electrónico o mecánico, incluidas fotocopias, sin autorización escrita del editor.

ISBN 978-607-572-081-4

Una edición de:



Intersistemas, S.A. de C.V.

Aguilar y Seijas 75
Lomas de Chapultepec
11000, Ciudad de México
Tel. (5255) 5520 2073
intersistemas@intersistemas.com.mx
www.intersistemas.com.mx

Advertencia

Debido a los rápidos avances en las ciencias médicas, el diagnóstico, el tratamiento, el tipo de fármaco, la dosis, etc., deben verificarse en forma individual. El (los) autor(es) y los editores no se responsabilizan de ningún efecto adverso derivado de la aplicación de los conceptos vertidos en esta publicación, la cual queda a criterio exclusivo del lector.



Reproducir esta obra en cualquier formato es ilegal. Infórmate en:
info@cempro.org.mx

Créditos

Cuidado de la edición: Dra. Magda Luz Atrián Salazar

Coordinación de producción: LDG. Edgar Romero Escobar

Formación: LDG. Marcela Solís Mendoza

Hecho en México/Made in Mexico

Autora

Dra. Fabiola Arvizu Ramírez

- Posgrado de Alta Especialidad en Recursos Auxiliares para el Diagnóstico y Tratamiento en Dermatología Pediátrica, Hospital Infantil de México “Federico Gómez”, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Especialidad Pediatría Médica, Hospital Infantil de México “Federico Gómez”, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Subespecialidad Dermatología Pediátrica, Hospital Infantil de México “Federico Gómez”, Universidad Nacional Autónoma de México.

Contenido

Introducción	5
Regeneración de la piel	6
Clasificación de las quemaduras	7
Bases celulares de las cicatrices hipertróficas	9
La función de las células Th1 y Th2 después de la quemadura	11
Inflamación neurogénica y prurito	12
Prevención	13
Factores predictores de cicatrización patológica	14
Identificación del riesgo de contracturas	15
Tipos de cicatrices en pacientes quemados	16
Escalas de valoración de las cicatrices	18
Tratamiento	21
Cirugía	21
Silicón	22
Presión	22
Hidratación y masaje	23
Pirferidona	24
Tratamiento intralesional	25
<i>Corticoesteroides</i>	25
<i>5-fluorouracilo (5-FU)</i>	26
Láseres	26
Conclusiones	32
Referencias	33
Evaluación	36

Introducción

Las quemaduras son lesiones traumáticas muy comunes; más de 11 millones de personas sufren quemaduras cada año a nivel mundial.

Aunque la mortalidad por quemaduras ha disminuido constantemente gracias a los avances continuos en cuidados intensivos y prevención de quemaduras, siguen siendo una fuente de morbilidad incapacitante.

Las secuelas de las quemaduras incluyen alteraciones pigmentarias, eritema, cicatrices hipertróficas y contracturas. Los mecanismos fisiopatológicos que ocurren son complejos y no están aclarados totalmente.

Actualmente, este tipo de cicatrices requiere de múltiples intervenciones quirúrgicas y de tiempos prolongados de rehabilitación.

Los pacientes con quemaduras en más de 30% de la superficie corporal requieren rehabilitación por 3 a 4 meses para mejorar las limitaciones funcionales y estéticas, el prurito intenso y la intolerancia al calor.

El proceso normal de cicatrización de las heridas incluye: inflamación en el sitio de la lesión, migración celular, proliferación, diferenciación, angiogénesis, reepitelización, síntesis y remodelación de la matriz celular. En la cicatrización de las quemaduras, cada una de estas etapas es diferente, por lo que la reparación del tejido es dramáticamente distinta.¹⁻³ 30 a 60% de los sobrevivientes de quemaduras presentan cicatrización hipertrófica.

Regeneración de la piel

Los factores que influyen en la cicatrización de la piel después de las quemaduras incluyen la causa, la profundidad, la extensión, el estado general del paciente y los tipos de injertos o materiales que se utilizan para cubrir las heridas. Dependiendo de la gravedad de la quemadura, el proceso de curación puede dar lugar a diferentes consecuencias. Las quemaduras superficiales se recuperan en 2 semanas y causan cicatrices mínimas. La reepitelización de quemaduras de espesor parcial ocurre por la migración de queratinocitos desde los apéndices cutáneos de la dermis desde las primeras horas a partir de la lesión. En quemaduras más profundas, sobre todo en zonas con menos apéndices cutáneos, la cicatrización ocurre desde los bordes, por lo que es necesaria más contracción del tejido para cerrar. Esta contracción adicional ocurre gracias a la activación continua de la vía del factor de crecimiento transformante β (TGF- β), que generalmente detiene la fase de remodelación y que puede conducir a la formación de una cicatriz hipertrófica.

En la fisiopatogenia de las quemaduras participan tanto los eventos sistémicos como los que ocurren en el sitio de la lesión. El cambio metabólico posterior a una lesión por quemadura es un estado hipermetabólico-catabólico, que predispone a retraso y anomalías en la cicatrización de las heridas.

Clasificación de las quemaduras

La gravedad de las quemaduras depende, en parte, de la profundidad. Las *de primer grado* son superficiales, involucran solo la epidermis. La piel está seca, eritematosa y dolorosa; se resuelven sin intervención y sin dejar cicatrices.¹

Las *de segundo grado* involucran la dermis. Se clasifican en superficiales y profundas. En las superficiales, la dermis está afectada parcialmente, los folículos pilosos y las glándulas sudoríparas están intactas. La piel está húmeda, eritematosa, extremadamente dolorosa, con ampollas, y la curación es lenta. En las profundas, toda la dermis, los folículos pilosos, las glándulas sudoríparas y las terminales nerviosas están afectados. La piel está menos húmeda, blanquea lentamente y aún puede ser dolorosa. Estas quemaduras dejan cicatrices y contracturas (**FIGURA 1**).¹



Figura 1.
Quemaduras de segundo grado, superficial y profundo

Cortesía de la Dra. Virginia Núñez Luna.



Figura 2.

Quemadura de tercer grado

Cortesía de la Dra. Virginia Núñez Luna.

Las *de tercer grado* destruyen la epidermis, la dermis y pueden lesionar el tejido subcutáneo. La piel puede ser blanca, roja o marrón-negro. Es seca e hipoanestésica debido a que el plexo dérmico ha sido dañado o destruido. Curan con cicatrices y contracturas (**FIGURA 2**).¹

Las *de cuarto grado* se extienden más allá de la piel hacia los tejidos subyacentes como fascia, músculo o hueso.¹

Bases celulares de las cicatrices hipertróficas

La formación de cicatrices después de una quemadura está íntimamente ligada a la profundidad de la lesión y el tiempo de recuperación. Las superficiales cicatrizan en 2 semanas sin secuelas. Las lesiones que tardan más de 3 semanas en sanar son propensas a dejar una cicatriz hipertrófica y a dejar contracturas.

La diferencia clave entre las heridas superficiales y profundas es el grado de lesión y la subpoblación de fibroblastos predominante.

Los fibroblastos dérmicos se dividen en superficiales (papilares) y profundos (reticulares) dependiendo de su ubicación en la dermis; estas subpoblaciones responden de manera muy diferente a las lesiones. Varios estudios han demostrado que los fibroblastos de las cicatrices hipertróficas se asemejan más a los de la dermis profunda en comportamiento, apariencia y producción de la matriz extracelular. Esto sugiere dos hipótesis principales de formación de cicatrices hipertróficas:

- 1) Proliferación selectiva de fibroblastos profundos profibróticos en respuesta a citocinas fibrogénicas.
- 2) Destrucción de fibroblastos superficiales por el daño de las quemaduras profundas, que deja a los fibroblastos profundos la repoblación de la herida y la formación de cicatriz.

La matriz extracelular formada durante el cierre de una herida se remodela con el tiempo. Sin embargo, el entorno local de la herida y la matriz extracelular persiste de forma alterada en las cicatrices hipertróficas, comparados con la piel normal.

La matriz extracelular contiene dos componentes: colágeno fibrilar, que proporciona resistencia mecánica, y glicosaminoglicanos y proteoglicanos que contribuyen a la hidratación. Las cicatrices hipertróficas contienen tejido firme, que se eleva por encima del nivel de la piel circundante.

La histología de estas cicatrices muestra epidermis más gruesa, dermis con matriz extracelular más espesa e hiperhidratada. En la piel normal, la matriz se compone de colágeno tipo I (80 %), colágeno tipo III (10 a 15 %) y mínimo colágeno tipo V. En contraste, en las cicatrices hipertróficas las proporciones son: colágeno tipo I: 67% III, 33 % y tipo V, 10 %. Los tipos III y V alteran el diámetro fibrilar de las bandas de colágeno tipo I.⁴

En la piel normal, la decorina es el proteoglicano predominante; sin embargo, en las cicatrices hipertróficas sus niveles son marcadamente reducidos. Este hallazgo es muy significativo porque la decorina no solo es un componente estructural de la matriz extracelular que modula la formación de colágeno fibrilar, sino que además regula la transformación del factor de crecimiento transformante- β (TGF- β), reduce la fibrosis y la contracción.⁴

Las cicatrices hipertróficas de pacientes quemados tienen más fibrosis, en comparación con las cicatrices maduras y la piel normal.⁵⁻⁷ Cuantitativamente, los fibrocitos producen menos colágeno que los fibroblastos de una cicatriz hipertrófica. Los fibrocitos de los pacientes quemados difieren en sus efectos paracrinós, que incluyen la estimulación de los fibroblastos para que proliferen, produzcan y contraigan la matriz extracelular, así como para que produzcan TGF- β , la cual es la principal citocina profibrótica.

La fase inflamatoria de la cicatrización inicia después de la quemadura y continúa hasta que la herida ha epitelizado completamente. La resistencia a la tracción de la cicatriz depende de la epidermis. En las quemaduras, la reepitelización se retrasa importantemente, por lo que la fase inflamatoria se prolonga y favorece la cicatrización hipertrófica. Los queratinocitos producen más inhibidores tisulares de metaloproteinasas de la matriz tipo 1, encargados de la remodelación de la matriz celular. Existe estrecha comunicación entre los queratinocitos y los fibroblastos, gracias a la cual se modula el comportamiento de ambos tipos celulares. Los queratinocitos de las cicatrices hipertróficas son anormales e inducen a los fibroblastos a producir cantidades mayores de matriz extracelular.⁴

Los miofibroblastos, abundantes en las cicatrices hipertróficas, son fibroblastos diferenciados que expresan actina del músculo liso, determinan la contracción de las cicatrices, producen más colágeno y menos colagenasa; además, son resistentes a las señales de apoptosis, lo que contribuye a la formación y persistencia de estas cicatrices.⁴

La función de las células Th1 y Th2 después de la quemadura

Las células T cooperadoras (CD4) influyen en el establecimiento de ambientes antifibróticos o profibróticos. Los linfocitos Th2 favorecen la fibrosis y los Th1 son antifibróticos. En los pacientes con quemaduras, el balance Th1/Th2 se inclina hacia la fibrosis.

En los pacientes quemados con cicatrices hipertróficas, en los primeros 3 meses, son escasos los linfocitos Th1, que producen IFN- γ . En los siguientes 9 meses, incrementa el número de linfocitos Th2, productores de IL-4 e IL-10, que persiste hasta 1 año, mientras que los niveles de IL-12 están disminuidos de forma importante. Las células Th2 expresan IL-4, IL-5 e IL-10, lo cual favorece el desarrollo de TGF- β producido por las células Th3, reduce la actividad de la colagenasa e induce la diferenciación de fibroblastos a fibrocitos.^{2,8}

Las heridas en áreas que experimentan mayor tensión y estiramiento son más propensas a desarrollar cicatrices hipertróficas, debido a que la tensión induce la diferenciación del miofibroblasto.⁸

Inflamación neurogénica y prurito

La primera parte del tratamiento de los pacientes con quemaduras incluye reanimación inicial y control homeostático. Una vez que el paciente ha rebasado la etapa aguda, los mayores desafíos en el manejo a largo plazo de las lesiones térmicas son el dolor, el prurito y el aspecto anormal de las cicatrices. El 67.6 % de los pacientes tiene dolor persistente, 73.3 %, prurito y 75.2 %, cicatrices anormales. El prurito del área quemada comienza cuando la herida se cierra, se intensifica a partir del tercer mes y continúa durante más de 1 año.

El malestar causado por el prurito y el rascado desencadena inflamación neurogénica, que favorece la cicatrización hipertrófica. Se cree que el daño del nervio periférico juega un papel importante en el prurito y la formación de cicatrices hipertróficas, ya que la estimulación de los nervios sensoriales libera neuropéptidos, mensajeros extracelulares, hormonas y factores paracrinós. Dichos neuropéptidos modulan la vasodilatación, la respuesta inflamatoria y la proliferación de tejido epitelial, vascular y conectivo. La sustancia P es particularmente importante, ya que induce inflamación, modula la angiogénesis, la proliferación de los queratinocitos y la fibrogénesis. Los niveles de sustancia P en las quemaduras agudas parciales y de espesor total son más altos que en las quemaduras superficiales o en la piel normal. El estiramiento durante la cicatrización estimula los nociceptores mecanosensibles de las fibras sensoriales A y C, lo que libera sustancia P, péptido relacionado con el gen de la calcitonina, neuroquina A y péptido intestinal vasoactivo. Dichos neuropéptidos modulan la proliferación, producción de citocinas, presentación de antígenos, neurotransmisión sensorial, desgranulación de mastocitos y vasodilatación.^{9,10}

Prevención

En los niños, 60 % de las quemaduras son por escaldadura, 40 % son por fuego directo, 25 % por electricidad y 10 % quemaduras solares.

Los niños pequeños son más propensos a las escaldaduras, mientras que los mayores tienen más accidentes por fuego directo.

La mayor parte de las quemaduras ocurre por accidentes en la cocina o en los baños; por lo tanto, la educación sobre los riesgos en estos sitios es fundamental. La prevención sigue siendo la mejor estrategia en el control de las quemaduras. Por ejemplo, la regulación adecuada de la temperatura del agua para el baño de la casa a no más de 42 °C, obtenida directamente de la ducha, puede reducir las quemaduras por escaldadura.¹¹

Una vez rebasada la fase aguda de las quemaduras, se debe modular la cicatrización para disminuir el riesgo de hipertrofia o de cicatriz queloides. La escisión del tejido necrótico de las quemaduras de segundo y tercer grado es una de las estrategias más eficaces para reducir las cicatrices graves. Otra estrategia es la terapia de compresión, que mejora la remodelación de la matriz extracelular, aun cuando el mecanismo de acción no se comprenda completamente. En un estudio prospectivo de 12 años las prendas de compresión condujeron a importante mejoría en la dureza, el color y el grosor de las cicatrices. En la reunión de 2016 de la Asociación Americana de Quemaduras, el uso temprano de esta terapia fue generalmente aceptado por el grupo.¹²

Factores predictores de cicatrización patológica

Wallace y colaboradores identificaron que el riesgo de cicatrización hipertrófica aumenta con la profundidad y la extensión de la quemadura, así como con la duración de la estancia hospitalaria y con las complicaciones asociadas. Los factores propios del paciente que incrementan la hipertrofia de la cicatriz incluyen: edad menor de 30 años, sexo femenino y fototipos IV a VI.^{13,14} Por otro lado, Deitch y colaboradores¹⁵ encontraron que las quemaduras que curan después de 3 semanas tienen mayor riesgo de desarrollar cicatriz hipertrófica.⁸

Identificación del riesgo de contracturas

Se ha definido como contractura de cicatriz por quemadura a la pérdida del rango de movimiento articular debido al reemplazo de piel con tejido cicatricial, que es menos elástico. Se debe considerar la prevención de las contracturas en cada fase del tratamiento. La profundidad y la topografía de la quemadura son factores clave para predecir el riesgo y establecer prioridades de tratamiento. Se debe vigilar el rango de movimiento con técnicas objetivas y estandarizadas, como la goniometría. Las extremidades inferiores tienen menos áreas de riesgo de contractura que las superiores.

Un factor de riesgo determinante para desarrollar contractura es la pérdida muscular. Cualquier déficit motor debe identificarse tempranamente y el uso de férulas puede disminuir el riesgo de contractura. Hay tres tipos de férulas: estáticas, dinámicas y estáticas progresivas. Las estáticas mantienen el tejido a una longitud constante, manteniendo la extremidad en una sola posición; deben cambiarse en cuanto se alarga el tejido. Las férulas dinámicas proporcionan tensión variable a las áreas involucradas usando mecanismos elásticos que permiten realizar ajustes en la posición de la articulación en incrementos relativamente pequeños.¹⁶

Oosterwijk y colaboradores, mediante una revisión sistemática, concluyeron que la prevalencia de las contracturas después de quemaduras es de 38 a 54%. Es posible que la prevalencia esté subestimada, puesto que no se informa adecuadamente y las medidas de reporte son heterogéneas.¹⁷

Tipos de cicatrices en pacientes quemados

Stella y Bombaro y colaboradores reportaron 77 % de prevalencia de cicatrices patológicas en los pacientes con quemaduras: hipertróficas, hipertróficas con contractura o contracturas y atróficas.^{18,19}

Las cicatrices *hipertróficas* ocurren en 44% de los pacientes; son elevadas, eritematosas, con piel fibrosa, pueden presentar dolor, prurito y disestesias. La hipertrofia aparece a partir del día 12 después de la quemadura (12 a 50 días, media de 26), persiste activa de 98 a 245 días y remite en 5 a 15 meses.

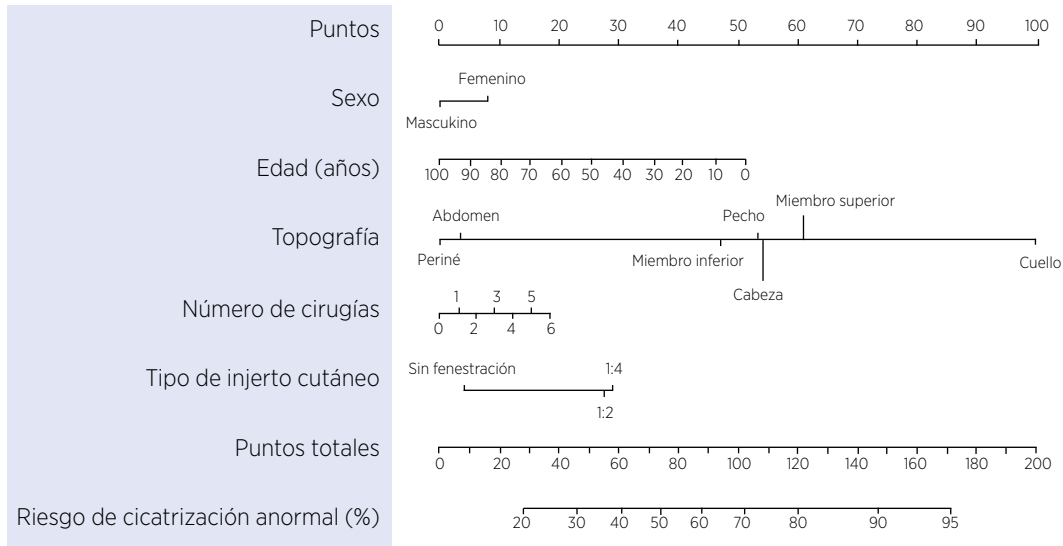
En las contracturas existe coartación de la piel con deformidad, que provoca reducción del rango de movimiento de las articulaciones. Las contracturas ocurren en 24% de los pacientes, aparecen a partir del día 10 después de la quemadura (10 a 55 días, media de 27).

Las cicatrices hipertróficas con contractura combinan las características de ambos grupos anteriores y ocurren en 28% de los pacientes. Estas cicatrices aparecen a partir del décimo día después de la quemadura (10 a 34 días con media de 19), permanecen activas por 4 a 9 meses y remiten en 6 a 15 meses.

Las cicatrices atróficas presentan adelgazamiento y fragilidad de la piel, pueden asociarse a prurito.

El riesgo de cicatrización anormal se puede estimar con el siguiente nomograma. Cada característica del paciente y de la quemadura se califica con puntos en la escala superior utilizando una regla para relacionar cada criterio. A continuación, se suman los puntos y luego se relacionan la suma de los puntos con el riesgo de cicatrización anormal en las dos escalas inferiores (**Cuadro 1**).

Cuadro 1. Nomograma para estimar el riesgo del paciente de cicatrización patológica posquemadura



Fuente: Gangemi EN, et al. Epidemiology and risk factors for pathologic scarring after burn wounds. Arch Facial Plast Surg. 2008.²⁰

Escalas de valoración de cicatrices

Actualmente se cuenta con cinco escalas diseñadas para evaluar parámetros subjetivos de una manera objetiva: la escala de cicatrices de Vancouver (VSS), la escala para cicatrices de Manchester (MSS), la escala para evaluación de cicatrices por el observador y el paciente (POSAS), la escala análoga visual (VAS), y la escala de evaluación de cicatrices Stony Brook (SBSES) (**Cuadro 2**).²¹

Las más usadas son la escala de Vancouver (**Cuadro 3**) y la POSAS debido a la facilidad de uso, pero son escalas subjetivas y pueden tener baja reproducibilidad entre diferentes evaluadores y son mejores para monitorear el cambio dentro del mismo individuo; además, están sujetas a la experiencia del evaluador. La POSAS consta de dos escalas, una para evaluación del observador y otra para evaluación del paciente, ambas son complementarias. Idealmente deben aplicarse en la misma consulta; sin embargo, se pueden aplicar por separado si fuese necesario. El paciente puede realizar su evaluación donde se sienta más cómodo y luego enviar

Cuadro 2. Escalas más utilizadas para evaluar parámetros subjetivos de una manera objetiva

Escala	Descripción
VAS	Basada en la observación de una fotografía de la cicatriz, evalúa cuatro parámetros (pigmentación, vascularidad, aceptabilidad y confort del observador) más contorno
MSS	Bastante completa, ya que mide siete parámetros; sin embargo, aún no es utilizada ampliamente como las otras escalas
SBSES	Mide seis parámetros, usa datos binarios (0-1) lo que limita su sensibilidad para encontrar diferencias entre cicatrices

VAS: escala de cicatrices de Vancouver

MSS: escala para cicatrices de Manchester

SBSES: escala de evaluación de cicatrices Stony Brook

Fuente: Idriss N, et al. Scar assessment scales: a dermatologic overview. Skin Res Technol. 2009.²¹

Cuadro 3. Escala de Vancouver

		Puntuación	Descripción
Vascularidad	Normal	0	Color semejante al color del resto del cuerpo
	Rosa	1	
	Roja	2	Leve aumento en el flujo sanguíneo local
	Violácea	3	Importante aumento en el flujo sanguíneo Flujo sanguíneo local excesivo
Pigmentación	Normal	0	
	Hipopigmentación	1	
	Hiperpigmentación	2	
Flexibilidad	Normal	0	Flexibilidad normal
	Suave/flexible	1	Flexible con mínima resistencia
	Flexible/dócil	2	Al presionar, ofrece resistencia moderada
	Firme	3	Sólida, inflexible, resistencia a la presión manual
	Formación de bandas	4	Bandas que blanquean al extender la cicatriz (no limita el movimiento)
	Contractura	5	Acortamiento permanente de la cicatriz, produce deformidad o distorsión (limita el movimiento)
Altura/grosor	Plana	0	
	< 2 mm	1	
	2-5 mm	2	
	> 5 mm	3	
Total		13	

Fuente: Idriss N, Maibach H. Scar assessment scales: a dermatologic overview. Skin Res Technol. 2009;15:1-5.²¹

las respuestas de forma remota a su tratante, ya que es una herramienta simple y diseñada para autollenado.²²

Una alternativa a las evaluaciones subjetivas es el uso de herramientas objetivas. Existen dispositivos experimentales para medir cicatrices por quemadura que podrían ser útiles una vez que se valide su utilidad.²³

Un obstáculo adicional para la medición objetiva es la falta de un parámetro de piel normal contra el que se evalúen los cambios a lo largo del tiempo. De esta manera se disminuiría el riesgo de sesgo en las mediciones por variabilidad en los puntos de referencia a lo largo del tiempo.

Lee y colaboradores investigaron los parámetros más precisos para la evaluación objetiva de las cicatrices por quemaduras con el fin de crear una puntuación combinada para facilitar el uso de un panel de herramientas de medición. Algunos de los parámetros utilizados en dicho estudio y que podrían ser útiles en esta evaluación son: colorimetría, cutometría y ultrasoni-

do de alta frecuencia. En la colorimetría se gradúan el pigmento (melanina) y la vasodilatación (eritema). Con el ultrasonido de alta frecuencia se mide el grosor de la piel, el contenido de colágeno, el tamaño de las fibrillas de colágeno, el grosor de los haces de colágeno y la cantidad de matriz extracelular. La elasticidad de la piel se evalúa con un cutómetro -un dispositivo electrónico que tiene una sonda que se coloca sobre el área de medición, donde genera presión negativa que atrae la piel hacia el centro de la sonda y luego estima, mediante láser el desplazamiento de la piel.²³

La vascularidad es uno de los parámetros más importantes, ya que está relacionada estrechamente con la maduración de la cicatriz. Durante el proceso de cicatrización de la herida se forma una red microvascular y aumento de sangre capilar que satisface la demanda metabólica de la cicatrización, que disminuye gradualmente al madurar la cicatriz.

Se recomienda que las cicatrices sean evaluadas por el paciente y por el observador junto con la medición de color y de flujo sanguíneo, lo que puede diferenciar las cicatrices normales de las queloides.²⁴

Deng y colaboradores propusieron la medición dermatoscópica de la vascularidad de la cicatriz, como predictora del cambio de grosor de la cicatriz. Cabe considerar la influencia de la melanina en la medición por dermatoscopia de la vascularidad.²⁵

Tratamiento

La combinación de terapias es el pilar del manejo de las cicatrices por quemaduras; aquí se incluyen la reconstrucción quirúrgica, las prendas de compresión, los geles y parches de silicón, y la terapia con láser. El láser mejora los síntomas asociados a las cicatrices hipertróficas causadas por quemaduras.⁵ Los tres grupos de láser que se utilizan son: 1) láser de colorante pulsado, 2) láser Nd:YAG Q-switch y 3) láseres fraccionados ablativos y no ablativos.⁵

Cirugía

El tratamiento de las cicatrices hipertróficas por quemaduras combina la escisión y el estrechamiento de las cicatrices con la plastia en Z o W para cambiar su dirección. Para la cara se prefieren plastias en W excluyendo los párpados y el borde bermellón, y para otros sitios la plastia en Z. También se recomienda colocar férulas en las cicatrices sometidas a tensión con suturas intradérmicas durante 6 semanas y hasta 6 meses, si la tensión es particularmente alta.¹¹

La plastia en Z es ideal para las cicatrices hipertróficas que cruzan las articulaciones o arrugas en ángulo recto ya que traslada la tensión de la cicatriz hacia las líneas de tensión de la piel relajada. Los injertos de piel y los injertos compuestos de piel y grasa son otra valiosa alternativa para lograr el cierre de la herida con una tensión mínima. Los sitios donantes preferidos para defectos faciales son el retro y preauricular, así como el cuello o el párpado superior.^{26,27}

Silicón

Las láminas de silicón se han usado para tratar las cicatrices hipertróficas desde 1980; a pesar del escepticismo inicial, ahora ya hay pruebas de su eficacia. Se recomienda que se usen 12 horas al día o más, por un mínimo de 2 meses. Se desconoce el mecanismo de acción, pero se ha sugerido que la oclusión hidrata la cicatriz. En consecuencia, se modifica la producción y secreción de factores de crecimiento a partir de los queratinocitos locales, y se regula la actividad de los fibroblastos. La hidratación también disminuye la permeabilidad capilar, la producción de mediadores inflamatorios y la síntesis de colágeno. La aplicación de los parches de silicón debe comenzar tan pronto como finaliza la reepitelización.²⁷

Presión

Aun cuando el uso de presión para tratar queloides se describió en 1835, se popularizó hasta 1970, cuando los médicos notaron que los pacientes con cicatrices por quemaduras que utilizaron medias compresivas, tuvieron menos eritema y grosor. Se piensa que la compresión mejora las cicatrices por los siguientes mecanismos:

- 1) A menos flujo sanguíneo superficial, menor producción de α 2-macroglobulina y mayor degradación del colágeno mediada por collagenasa, normalmente inhibida por la α 2-macroglobulina.
- 2) La hipoxia relativa conduce a la degeneración de fibroblastos y del colágeno.
- 3) A menor actividad de los fibroblastos, niveles más bajos de condroitina 4-sulfato, y mayor degradación de colágeno.
- 4) Disminución de la hidratación de la cicatriz, lo que resulta en la estabilización de mastocitos, disminución de la neovascularización y de la producción de la matriz extracelular. Además, se induce la desaparición de miofibroblastos.

La parte de la cara que más se beneficia de la terapia de compresión es el lóbulo de la oreja. Este manejo debe iniciar inmediatamente después de la reepitelización de la herida, una vez que la piel es capaz de soportar la presión. Los dispositivos de presión se deben usar durante 8 a 24 horas continuas durante los primeros 6 meses.²⁷ Wei y colaboradores, mediante metaanálisis, concluyen que para que la terapia por compresión sea eficaz la prenda se debe usar durante al menos 23 horas al día, por 6 a 12 meses o hasta que la cicatriz madure.

Se recomienda la presión de 15 a 25 mmHg ya que al estar por encima de la presión capilar disminuye el suministro de sangre y nutrientes al tejido cicatricial, sin lastimar los tejidos. Las presiones más altas aumentan el efecto y dan resultados más rápidos, sin embargo, por encima de 40 mmHg hay daño potencial como: ampollas, parestesias, crecimiento óseo anormal y necrosis de las extremidades. En contraste, la presión menor a 15 mmHg no tiene efecto.²⁸

Los factores que influyen en los efectos de la presoterapia son:

- El inicio del tratamiento; cuanto antes comience, mejores serán los resultados
- La edad del paciente; las etapas de la vida tienen diferentes procesos de curación y cumplimiento del tratamiento.
- La topografía de la quemadura. Las cicatrices en las distintas partes del cuerpo pueden requerir manejos diferentes. Además, la presión es difícil de aplicar en áreas cóncavas y flexoras de las articulaciones.²⁸

En cuanto a la combinación de terapia de compresión combinada con silicón en gel o en parche, se documentan resultados contradictorios. Pruk-sapong y colaboradores realizaron un ensayo prospectivo aleatorizado controlado y una revisión sistemática para estudiar la eficacia del gel de silicón contra los parches de silicón combinados con terapia de compresión en la prevención de cicatrices hipertróficas de quemaduras profundas de mano con injerto de piel, en el cual concluyen que la combinación de estos tratamientos es más efectiva que las prendas de compresión solas.²⁹ Por otro lado, Wiseman y colaboradores determinaron la efectividad del silicón y las prendas de compresión en niños con cicatrices posquemadura. Evaluaron el manejo con silicón, con terapia de compresión y con tratamiento combinado durante 6 meses. No encontraron diferencias en las cicatrices entre los grupos. Es posible que, al tratarse de poblaciones diferentes, haya resultados distintos.

Hidratación y masaje

En un modelo *in vitro* se demostró que la hidratación de los queratinocitos epidérmicos inhibe la producción de colágeno y glicosaminoglicanos en los fibroblastos.

El humectante aumenta el contenido de agua en el estrato córneo. Se desconoce si el hidratante tiene un efecto sobre los queratinocitos de las capas profundas del estrato córneo o de los estratos subyacentes. Humectar el estrato córneo, tanto con apósitos hidrocoloides como con cre-

ma humectante de pH ajustado al de la piel, reduce el prurito y el dolor, además de aumentar la flexibilidad de la piel.^{30, 31, 32}

Se ha utilizado el masaje para tratar las cicatrices después de una quemadura. 81 % de los médicos informaron haber realizado masajes de tejido cicatricial en sobrevivientes de quemaduras.

De manera internacional, las cicatrices se manejan con masaje. De acuerdo con algunas revisiones sistemáticas recientes, el masaje puede tener un efecto positivo sobre la flexibilidad de la cicatriz, el dolor y el prurito, así como para disminuir la altura de la cicatriz, vascularidad, flexibilidad, dolor y prurito.^{33,34}

El masaje generalmente se inicia una vez que el tejido cicatrizado ha ganado suficiente fuerza para tolerar la fricción de la superficie; como parte de la técnica, se utilizan humectantes en el área afectada. El masaje diario de las cicatrices puede prevenir y mejorar los síntomas y el aspecto de las hipertróficas, mejorando el dolor, el prurito, la flexibilidad y el grosor. La técnica incluye aplicar presión lenta y prolongada para las áreas de tensión o mayor espesor, sobre todo en las articulaciones contraídas. Se sugiere que los pacientes completen el masaje tres veces al día durante 5 minutos, mientras la articulación esté en extensión completa. Se postula que con el masaje se aplica fuerza y se generan cambios en la dirección del tejido cicatricial, lo que parece crear ruptura de los fibroblastos. La reducción del dolor puede atribuirse a la liberación de dopamina, lo que se obtiene mediante la presión firme.³⁵ Dodd y colaboradores mencionan que la terapia de masaje y las técnicas de elongación manual asistidas por un terapeuta se han utilizado con frecuencia en individuos con tejido cicatricial firme, no elástico ni con bandas.

Pirfenidona

La pirfenidona (5-metil-1-fenil-2(1H)-piridina) es una piridina sintética con capacidades analgésicas, antipiréticas y antiinflamatorias. Se ha utilizado por vía sistémica para tratar la fibrosis pulmonar, la renal intersticial, la cirrosis hepática y otros padecimientos con fibrosis. Su mecanismo de acción antiinflamatoria incluye: modulación del TGF- β , FNT- α , factor de crecimiento epidérmico, factor de crecimiento derivado de plaquetas, factor de crecimiento vascular endotelial, interleucina 1, 6 y 8.³⁶ En México, la pirfenidona se encuentra disponible en gel al 8% o en crema al 10%.

En un ensayo clínico controlado realizado en la Unidad de Quemados del Nuevo Hospital Civil de Guadalajara, México, se demostró que la pirfenidona gel al 8%, aplicada 3 veces al día, es más efectiva que la pre-

soterapia para mejorar el aspecto y la plegabilidad de las cicatrices por quemaduras, en fase de remodelación, en niños, utilizando las escalas de Vancouver y visual análoga.³⁷

La mejoría en la escala de Vancouver fue estadísticamente significativa desde el primer mes de tratamiento y continuó durante los siguientes 6 meses. En el grupo de pacientes que utilizó pirfenidona, el puntaje inicial disminuyó 30 a 45% en 67% de los pacientes; además, en 27% del grupo, disminuyó más de 55%. En el grupo de presoterapia, el puntaje inicial disminuyó menos de 30% al cabo de 6 meses de tratamiento. Sólo 12% de los pacientes presentó eritema en el sitio de aplicación. No hubo anormalidades en las pruebas paraclínicas.³⁷

En pacientes donadores de injerto cutáneo de espesor parcial, la pirfenidona permite que la reepitelización sea más rápida que en los pacientes que siguen los cuidados habituales.³⁶ Al reepitelizar las zonas erosionadas, la fase inflamatoria de la cicatrización se acorta, lo que disminuye el riesgo de cicatrices hipertróficas o con contracturas.

La pirfenidona es una alternativa segura y eficiente para el manejo de la cicatrización hipertrófica y con contracturas en los pacientes con quemaduras.

Tratamiento intralesional

Corticoesteroides

Los corticoesteroides inhiben la proliferación de los fibroblastos, la producción de colágeno y glicosaminoglicanos y la inflamación en el sitio. Además, inhiben la angiogénesis, por lo que disminuye el aporte de oxígeno al área, lo que incrementa la producción de collagenasa, inhibe la α 2-macroglobulina y a distintos factores de crecimiento.¹¹

El agente más utilizado es el acetónido de triamcinolona en concentraciones de 10 a 40 mg/ml. Se inyecta cada 2 a 6 semanas, en la dermis papilar, evitando el tejido adiposo, hasta la resolución clínica. Se pueden usar como tratamiento único, con respuesta clínica de 50 % a 100 % y recurrencia de 9 % a 50 %. Cuando se combinan con cirugía, la eficacia ha sido de 80 %, y la recurrencia, de 50 a 58 %. Son más efectivos en cicatrices recientes, que pueden aplanarse por completo.

Los efectos secundarios que pueden permanecer de 6 a 12 meses incluyen atrofia, hipopigmentación, telangiectasias, necrosis y ulceración.

5-fluorouracilo (5-FU)

Es un análogo de pirimidina que inhibe la proliferación de fibroblastos. Su administración, por inyección intradérmica, induce aplanamiento de hasta 75% de las cicatrices de acné. Sin embargo, hay recurrencias frecuentes, principalmente en cicatrices queloides con tratamientos únicos, por lo que se necesitan múltiples administraciones. En combinación con otros agentes como los corticoesteroides y láseres parecen producir mejores resultados. La triamcinolona y el 5-FU tienen mecanismos de acción diferentes, y al administrarse en conjunto son sinérgicos y se disminuyen los efectos indeseables. El 5-fluorouracilo en dosis de 0.9 ml (50 mg/ml) agregado a 0.1 ml de triamcinolona (10 mg/ml), tres veces a la semana, ajustado según respuesta, ha mostrado resultados clínicos satisfactorios.¹¹

Los agentes moduladores de la cicatrización hipertrófica y queloides tienen efecto en la dermis; hasta ahora, la administración de dichos agentes se ha realizado por inyección cada 2 a 4 semanas. El procedimiento es doloroso y se requieren múltiples aplicaciones para notar el efecto.

En búsqueda de otras vías de administración de agentes moduladores de la cicatrización, Artzi y colaboradores investigaron la efectividad clínica y el perfil de seguridad de un sistema termomecánico (Tixel^(R)) para la aplicación transepidérmica de una solución que contiene triamcinolona y 5-FU en cuatro niños con cicatrices hipertróficas por quemaduras. Se les aplicó el tratamiento en ocho ocasiones; se observó mejoría en el grosor, color e impresión estética en general. Los autores concluyen que este dispositivo termomecánico es una modalidad segura, relativamente indolora y eficaz para el tratamiento de cicatrices hipertróficas en niños.³⁸

Ren y Jlang, en dos revisiones sistemáticas sobre eficacia y seguridad de la aplicación de triamcinolona sola y en combinación con 5-FU. Los resultados mostraron que el tratamiento combinado es más efectivo para mejorar el grosor de la cicatriz y la satisfacción del paciente, con pocos efectos secundarios. El 5-FU podría disminuir los efectos adversos de los glucocorticoides.^{39,40}

Láseres

Láser de colorante pulsado

La aplicación de láseres en medicina inició a principios de la década de 1980, con la publicación de Anderson y Parrish detallando la teoría de la “fototermólisis selectiva”. Su teoría condujo a la invención de láseres de colorante pulsado (PDL) altamente selectivos. Alster y colaboradores in-

formaron por primera vez mejoría en la textura de la piel, volumen y flexibilidad de la mancha de vino de Oporto inducidas con láser Argón y tratadas con PDL. Los estudios posteriores mostraron además una mejoría clínica significativa en textura, flexibilidad y color en cicatrices quirúrgicas e hipertróficas tratadas con una o dos sesiones de PDL.⁴⁰

El cromóforo de PDL de 585 nm es la hemoglobina de los vasos sanguíneos dentro de las cicatrices; el efecto tardío es la proferación de fibroblastos, lo que reduce la producción adicional de colágeno.

Con un mínimo de tres sesiones de tratamiento con PDL pueden mejorar el puntaje en la escala de Vancouver. Se observó que esta mejoría era más significativa que con los tratamientos convencionales. Los mejores resultados se obtienen en pacientes con fototipos I a III, que aquellos que usan más fluencia y tratamiento combinado. Los eventos adversos son dolor, ampollas, púrpura e hiperpigmentación.⁴¹

Al realizar biopsias de piel en los pacientes tratados con PDL, se observa disminución en el número de fibroblastos y menos densidad de colágeno. La proliferación vascular juega un papel clave en las cicatrices hipertróficas; al disminuir la vascularidad y la inflamación pueden mejorar las cicatrices. El PDL causa fototermólisis selectiva de la hemoglobina, lo que conduce a la coagulación y necrosis de los vasos sanguíneos. La hipoxia tisular resultante conduce a la neocolagénesis, al calentamiento de las fibras de colágeno y a la disociación de sus enlaces disulfuro para que luego se realineen las fibras de colágeno. El PDL también provoca la liberación de histamina, disminuye la proliferación de fibroblastos y la deposición del colágeno tipo III.⁴²

El PDL es útil en las cicatrices de menos de 1 cm de espesor, ya que solo penetra 1.2 mm. La combinación de PDL con otras técnicas para disminuir el grosor debería tener un efecto sinérgico.⁴²

Donelan y colaboradores, evaluaron a 57 pacientes con cicatrices hipertróficas faciales que fueron tratados con PDL y 34 de ellos también fueron tratados con z-plastia para aliviar la tensión de la cicatriz. El láser disminuyó la proliferación de las cicatrices y fue eficaz para tratar el eritema persistente hasta 17 años después de la quemadura. Ninguna cicatriz requirió extirpación. Los autores concluyeron que el PDL debe convertirse en parte integral del tratamiento de las cicatrices por quemadura, con lo que se disminuirá significativamente la necesidad de escisión quirúrgica.⁴²

De las Alas y colaboradores concluyeron, mediante revisión sistemática que el PDL es más eficaz que los tratamientos convencionales para mejorar la apariencia de la cicatriz.³⁸

La monoterapia con PDL ha demostrado ser eficaz para tratar cicatrices de esternotomías queloides o hipertróficas. El ancho de pulso 0.45 ms fue mejor que el 0.40 ms en la reducción del tamaño de la cicatriz.⁴¹ Nouri y colaboradores publicaron un estudio donde informaron que el pulso corto es más benéfico que el pulso largo.⁴¹

Al comparar la efectividad de terapias combinadas en el tratamiento de las cicatrices por quemaduras, se encontró que la mejoría fue mayor en los pacientes que recibieron PDL, triamcinolona y 5-FU que en quienes recibieron triamcinolona sola o triamcinolona y 5-FU.⁴¹

Láseres ablativos

Los láseres ablativos más utilizados son Er:YAG y el de dióxido de carbono (CO₂). Henderson y colaboradores informaron por primera vez el uso de láser de Argón y CO₂ para tratar queloides en 1984. Sin embargo, no hay ensayos controlados aleatorizados publicados sobre la eficacia del láser CO₂ o ER:YAG para tratar cicatrices queloides. La combinación de ablación de CO₂ con inyecciones de interferón α -2b a cicatrices queloides en tronco y auriculares mejoró las cicatrices, sin recurrencia en 66 % de los casos, con seguimiento a 3 años. El uso de Er:YAG combinado con beta-metasona tópica oclusiva, en cicatrices queloides, mostró mejoría en 50 % de las lesiones con recurrencia en el 22 %.⁴³ En la **Figura 3** se muestran los efectos del tratamiento con Er:YAG en las cicatrices de quemadura de una paciente adulta.



Figura 3.

Paciente femenino 10 años de edad tratada con múltiples infiltraciones de triamcinolona con 5-fluorouracilo y láser CO₂ fraccionado

Cortesía del Centro Especializado en Enfermedades de la Piel (CEEPIEL). Dra. Fabiola Arvizu.

El láser de CO₂ fraccionado puede ser una más efectivo que otros láseres no fraccionados ya que, al dejar columnas de piel sin daño entre cada zona de tratamiento térmico, la reepitelización es más rápida y con menor probabilidad de hiperpigmentación. Se piensa que los mecanismos de acción del láser CO₂ incluyen fenestración ablativa microscópica, alteración térmica del colágeno y cambios en la expresión del factor de crecimiento transformante, de las metaloproteinasas de la matriz y crecimiento endotelial vascular.⁴⁴

Douglas y colaboradores investigaron el efecto del láser CO₂ fraccionado en la apariencia de la cicatriz y la arquitectura dérmica a las 6 semanas y hasta 3 años después del tratamiento. Hubo mejoría estadísticamente significativa del dolor y la picazón en la zona de tratamiento, en comparación con la zona de control a las 6 semanas. Los datos histológicos revelaron un aumento significativo en las fibras de colágeno de tamaño mediano en 6 semanas, en relación con el sitio control. Según la edad de la cicatriz, hubo mayor mejoría histológica en cicatrices inmaduras en relación con las más maduras.⁴⁴

En el 2019, Zhan y colaboradores encontraron, mediante metaanálisis, que el tratamiento de las cicatrices por quemadura con láser CO₂ fraccionado es una forma eficaz de mejorar la función y la cosmética. Sus resultados señalan que mejoraron significativamente las escalas de Vancouver y POSAS después del tratamiento, especialmente respecto de la pigmentación, vascularización, flexibilidad y altura de la cicatriz. El dolor y el prurito también mejoran con el tratamiento. Se postula que este láser rompe las fibrillas de colágeno desorganizadas que crean la contractura.⁴⁵

En el año 2020, Matuszczak y colaboradores evaluaron la eficacia de la combinación de PDL y laser de CO₂ fraccionado para tratar las cicatrices por quemaduras. Además, midieron marcadores plasmáticos de actividad de la matriz extracelular. Todos los pacientes tuvieron mejoría y no se reportó ningún efecto adverso. Los niveles de MMP2, TIMP-1 y colágeno tipo 1 alfa 1 séricos, medidos en los pacientes con cicatrices antes del láser, fue mayor en comparación con el grupo control. Dichos niveles disminuyeron significativamente después del tratamiento. La combinación de ambos láseres mejora la textura, el color y la función de la cicatriz, y también alivia el prurito.⁴⁶

El láser CO₂ puede mejorar las cicatrices hipertróficas de quemaduras en niños. El pigmento, la vascularización, el espesor, el relieve, la flexibilidad y la superficie mejoraron desde el primer tratamiento y hasta el tratamiento final. La rigidez mejoró lentamente.⁴⁷

En las **FIGURAS 4 y 5** se muestra la mejoría de dos pacientes tratados con triamcinolona y láser.



Figura 4.

Paciente masculino 7 años de edad tratado con 7 infiltraciones de triamcinolona, láser de colorante pulsado y láser Erbium (Fraxel)

Cortesía de Grupo Derma Integral y Fundación Michou y Mau.



Figura 5a.

Paciente femenina 41 años tratada con láser Erbium fraccionado cinco sesiones

Cortesía de Grupo Derma Integral y Fundación Michou y Mau.



Figura 5b.

Paciente femenina 41 años tratada con láser Erbium fraccionado cinco sesiones

Cortesía de Grupo Derma Integral y Fundación Michou y Mau.



Figura 5c.

Paciente femenina 41 años tratada con láser Erbium fraccionado cinco sesiones

Cortesía de Grupo Derma Integral y Fundación Michou y Mau.

Tawfic y colaboradores evaluaron la efectividad de columnas de láser fraccionado de CO₂ para modificar el ordenamiento del colágeno en las cicatrices de quemaduras: a) baja densidad, 7.4 %; b) media densidad, 12.6%; y c) alta densidad, 25.6%. Después de 12 semanas del último tratamiento (tres sesiones de láser CO₂ fraccionado) se realizaron biopsias.⁵⁰ En el grupo que recibió pulsos de láser con mayor densidad, se encontró mejoría en la calidad de las fibras de colágeno, con menos aglomeración en la dermis superficial y con disposición más paralela de las fibras. El uso de la nueva tecnología, con láser CO₂ microablativo permite aumentar de forma segura la densidad con mínimo daño colateral.⁴⁸

Conclusiones

Las cicatrices hipertróficas en los pacientes con quemaduras son el resultado de la persistencia de procesos inflamatorios y de neovascularización. La capacidad funcional de la piel en las áreas cicatriciales se compromete gravemente, ya que la piel es rígida, tensa, pruriginosa e intolerante a los cambios de temperatura. La atención de los pacientes con quemaduras comienza en la fase aguda con aporte de líquidos, electrolitos, nutrición y restauración de la barrera cutánea.

Una vez que se ha epitelizado la cicatriz, se debe modular la inflamación para prevenir la cicatrización anormal. El tratamiento de las cicatrices hipertróficas requiere medicamentos tópicos, intralesionales, terapia con presión y terapia con láser para obtener los mejores resultados que restauren la calidad de vida de los pacientes que han sufrido quemaduras.

Referencias

1. Hall C, Hardin C, Corkins CJ, Jiwani AZ, Fletcher J, Carlsson A. Pathophysiologic Mechanisms and Current Treatments for Cutaneous Sequelae of Burn Wounds. *Compr Physiol*. 2018;8:371-405.
2. Tredget EE, Levi B, Donelan MB. Biology and Principles of Scar Management and Burn Reconstruction. *Surg Clin North Am*. 2014;94:793-815.
3. Chiang RS, Borovikova AA, King K, Banyard DA, Lalezari S, Totanto JD. Current concepts related to hypertrophic scarring in burn injuries. *Wound Rep Reg*. 2016;24:466-477.
4. Kwan P, Tredget EE. Biological Principles of Scar and Contracture. *Hand Clin*. 2017;33(2):277-292.
5. Wang J, Stewart TL, Chen H, et al. Improved scar in post-burn patients following interferon alpha 2b treatment is associated with decreased angiogenesis mediated by vascular endothelial cell growth factor. *J Interferon Cytokine Res*. 2008;28(7):423-34.
6. Wang J, Jiao H, Stewart TL, et al. Improvement in postburn hypertrophic scar after treatment with IFN-alpha2b is associated with decreased fibrocytes. *J Interferon Cytokine Res*. 2007;27:921-30.
7. Wang JF, Jiao H, Stewart TL, et al. Fibrocytes from burn patients regulate the activities of fibroblasts. *Wound Rep Reg*. 2007;15(1):113-21.
8. Finnerty C, Jeschke MG, Branski LK, Barret JP, Dziewulski, Herndon DN. Hypertrophic scarring: the greatest unmet challenge after burn injury. *Lancet*. 2016;388:1427-36.
9. Chiang RS, Borovikova AA, King K, Banyard DA, Lalezari S, Toranto J, et al. Current concepts related to hypertrophic scarring in burn injuries. *Wound Rep Reg*. 2016;24:466-477.
10. Cubison TC, Pape SA, Parkhouse N. Evidence for the link between healing time and the development of hypertrophic scars (HTS) in paediatric burns due to scald injury. *Burns*. 2006;32:992-99.
11. Berman B, Viera M, Amini S, Huo R, Jones I. Prevention and management of hypertrophic scars and keloids after burns in children. *J Craniofac Surg*. 2008;19(4):989-1006.
12. Wallace HJ, Fear MW, Crowe MM, Martin LJ, Wood FM. Identification of factors predicting scar outcome after burn in adults: A prospective case-control study. *Burns*. 2017;43(6):1271-1283.
13. Rashaan ZM, Kwa KAA, van der Wal MBA, Tuinebreijer WE, van Zuijlen PPM, Breederveld RS. Patterns and predictors of burn scar outcome in the first 12 months after burn: The patient's perspective. *Burns*. 2019;45:1283-1290.
14. Tredget EE, Shupp JW, Schneider JC. Scar management following burn injury. *J Burn Care Res*. 2017;38(3):146-147.
15. Deitch EA, Wheelahan TM, Rose MP, Clothier J, Cotter J. Hypertrophic burn scars: analysis of variables. *J Trauma*. 1983;23:895-98.
16. Young AW, Dewey WS, King BT. Rehabilitation of burn injuries: An update. *Phys Med Rehabil Clin North Am*. 2019;30:111-132.
17. Oosterwijk AM, Mouton LJ, Schouten H, Disseldorp LM, van der Schans CP, Nieuwenhuis MK. Prevalence of scar contractures after burn: A systematic review. *Burns*. 2017;43:41-49.
18. Stella M. Esperienza personale nell'epidemiologia delle cicatrici patologiche post-ustione. En: Magliacani G, Teich Alasia S, eds. XIII Congresso Nazionale SIU La cicatrice patologica. Naples, Italy: Giuseppe De Nicola; 1998: 81-84.
19. Bombaro KM, Engrav LH, Carrougner GY, et al. What is the prevalence of hypertrophic scarring following burns? *Burns*. 2003;29(4):299-302.
20. Gangemi EN, Gregri D, Berchiolla P, Zingarelli E, Cairo M, Bollero D. Epidemiology and risk factors for pathologic scarring after burn wounds. *Arch Facial Plast Surg*. 2008;10(2):93-102.
21. Idriss N, Maibach H. Scar assessment scales: a dermatologic overview. *Skin Res Technol*. 2009;15:1-5.

22. Rodríguez T, Sanguinetti A, Moreno N, Carrillo K, Hasbún A, López S. Adaptación transcultural del cuestionario POSAS (Patient and observer scar assessment) para valoración de cicatrices. *Rev Cir.* 2019;71(5):385-391.
23. Lee KC, Bamford A, Gardiner F, Agovino A, ter Horst B, Bishop J, et al. Burns objective scar scale (BOSS): Validation of an objective measurement devices based burn scar scale panel. *Burns.* 2020 Feb;46(1):110-120.
24. Deng H, Li-Tsang C. Measurement of vascularity in the scar: A systematic review. *Burns.* 2019 Sep;45(6):1253-1265.
25. Deng H, Li-Tsang C, Li J. Measuring vascularity of hypertrophic scars by dermoscopy: Construct validity and predictive ability of scars thickness change. *Skin Res Technol.* 2020;26:369-375.
26. Anderson R, Donelan M, Hivnor C, et al. Laser treatment of traumatic scars with an emphasis on ablative fractional laser resurfacing. *JAMA.* 2014;15(2):187-93.
27. Wolfram D, Tzankov A, Pülzl P, Piza-Katzer H. Hypertrophic scars and keloids-A review of their pathophysiology, risk factors and therapeutic management. *Dermatol Surg.* 2009;35:171-181.
28. Wei J, Liu J, Pei SD, Liu Y, Li DS, Lin H. The effectiveness of pressure therapy (15-25 mmHg) for hypertrophic burn scars: A systematic review and meta-analysis. *SciRep.* 2017;7:1-11.
29. Pruksapong C, Burusapat C, Hongkarnjanakul N. Efficacy of silicone gel versus silicone gel sheet in hypertrophic scar prevention of deep hand burn patients with skin graft: A prospective randomized controlled trial and systemic review. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2020;8:e190.
30. Wiseman J, Ware RS, Simons M, McPhail S, Kimble R, Dotta A, et al. Effectiveness of topical silicone gel and pressure garment therapy for burn scar prevention and management in children: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2020;34:120-131.
31. Klotz T, Kurmis R, Munn Z, Heath K, Greenwood J. Moisturisers in scar management following burn: A survey report. *Burns.* 2017;43(5):965-972.
32. Anthonissen M, Daly D, Janssens T, Van den Kerckhove . The effects of conservative treatments on burn scars: A systematic review. *Burns.* 2016; 42(3):508-18.
33. Valladares-Poveda S, Avendaño-Leal O, Castillo-Hidalgo H, Murillo E, Palma C, Parry I. A comparison of two scar massage protocols in pediatric burn survivors. *Burns.* 2020 Dec;46(8):1867-1874.
34. Ault P, Plaza A, Paratz J. Scar massage for hypertrophic burns scarring-A systematic review. *Burns.* 2018;44:24-38.
35. Dodd H, Fletchall S, Starnes C, Jacobson K. Current concepts burn rehabilitation, Part II Long-Term Recovery. *Clin Plastic Surg.* 2017;44:713-728.
36. Mecott-Rivera GÁ, Aguilar-Baqueiro JA, Bracho S, Miranda-Maldonado I, Franco-Márquez R, Castro-Govea Y, Dorsey-Treviño EG, García-Pérez MM. Pirfenidone increases the epithelialization rate of skin graft donor sites. *Burns.* 2018;44(8):2051-2058.
37. Armendariz-Borunda J, Lyra-Gonzalez I, Medina-Preciado D, Gonzalez-García I, Martinez-Fong D, Miranda RA, Magaña-Castro R, Peña-Santoyo P, Garcia-Rocha S, Bautista CA, Godoy J, Flores-Montana J, Floresvillar-Mosqueda J, Armendariz-Vazquez O, Lucano-Landeros MS, Vazquez-Del Mercado M, Sanchez-Parada MG. A controlled clinical trial with pirfenidone in the treatment of pathological skin scarring caused by burns in pediatric patients. *Ann Plast Surg.* 2012 Jan;68(1):22-8.
38. Artzi O, Koren A, Niv R, Mehrabi J, Mashiah J, Friedman O. A new approach in the treatment of pediatric hypertrophic burn scars: Tixel-associated topical triamcinolone acetonide and 5-fluorouracil delivery. *J Cosmet Dermatol.* 2020;19:131-134.
39. Ren Y, Zhou X, Wei Z, Lin W, Fan B, Feng S. Efficacy and safety of triamcinolone acetonide alone and in combination with 5-fluorouracil for treating hypertrophic scars and keloids: a systematic review and meta-analysis. *Int Wound J.* 2017;14:480-4878.

40. de las Alas JM, Siripunvaraporn AH, Dofitas BL. Pulsed dye laser for the treatment of keloid and hypertrophic scars: a systematic review. *Expert Rev Med Devices* 2012;9(6):641-650.
41. Jiang ZY, Liao XC, Liu MZ, Fu ZH, Min DH, Yu XT, et al. Efficacy and safety of intralesional triamcinolone versus combination of triamcinolone with 5-Fluorouracil in the treatment of keloids and hypertrophic scars: A systemic review and meta-analysis. *Aesthetic Plast Surg*. 2020;44:1859-1868.
42. Donelan MB, Parrett BM, Sheridah RL. Pulsed dye laser therapy and Z-plasty for burn scars. The alternative to excision. *Ann Plast Surg*. 2008;60:480-486.
43. Forbat E, Ali FR, Al-Niimi F. Treatment of keloids scars using light-, laser- and energy-based devices: a contemporary review of the literature. *Lasers Med Sci*. 2017;32:2145-2154.
44. Donelan MB, Parrett BM, Sheridah RL. Pulsed dye laser therapy and Z-plasty for burn scars. The alternative to excision. *Ann Plast Surg*. 2008;60:480-486.
45. Forbat E, Ali FR, Al-Niimi F. Treatment of keloids scars using light-, laser- and energy-based devices: a contemporary review of the literature. *Lasers Med Sci*. 2017;32:2145-2154.
46. Douglas H, Lynch J, Harms KA, Krop T, Kunath L, Vreeswijk C, et al. Carbon dioxide laser treatment in burn-related scarring: A prospective randomised controlled trial. *J Plastic Reconstr Aesthet Surg*. 2019;72:863-870.
47. Zhan C, Yin K, Shen Y. Efficacy of fractional carbon dioxide laser therapy for burn scars: a meta-analysis. *J Dermatolog Treat*. 2019;22:1-6.
48. Matuszczak E, Weremijewicz A, Koper-Lenkiewicz, Kaminska J, Hermanowicz A, Debek W, et al. Effects of combined pulsed dye laser and fractional CO2 laser treatment of burn scars and correlation with plasma levels of collagen type I, MMP-2 and TIMP-1. *Burns*. 2021;47:1342-1351.
49. Patel SP, Nguyen HV, Mannschreck D, Redett RJ, Puttgen K, Stewart FD. Fractional CO2 laser treatment outcomes for pediatric hypertrophic burn scars. *J Burn Care Res*. 2019;40:386-391.
50. Tawfic S, Sayed S, Nada A, Manaa D, Shalaby S. High-Versus Low-Density fractional laser in the treatment of hypertrophic postburn scars: A randomized clinical trial. *Dermatol Surg*. 2020;46:e38-e44.

Evaluación

1. En la formación de cicatrices hipertróficas participan

- a) Los fibroblastos superficiales
- b) Los macrófagos
- c) Los fibroblastos profundos
- d) Los fibrocitos

2. Las moléculas que intervienen en la formación de cicatrices hipertróficas incluyen:

- a) Colágena 17, elastina
- b) Colágena III y V, TGF beta
- c) Decorina, BP 120
- d) Glucosaminoglicanos, MMP

3. En el tratamiento de las cicatrices postquemadura se pueden emplear:

- a) Antibióticos orales y tópicos
- b) Calcipotriol con betametasona
- c) Corticoides tópicos, inhibidores de calcineurina
- d) Cirugía, pirfenidona, presión

4. El cromóforo del PDL es:

- a) La melanina
- b) La hemoglobina
- c) El reflujo vascular
- d) La bilirrubina

5. El inicio del masaje como tratamiento de las cicatrices debe ser:

- a) En cuanto ocurre la quemadura
- b) En el día 5
- c) Al reepitelizar
- d) Cuando ha disminuido el eritema



CELL PHARMA

