

Tratamiento de quemaduras: de los métodos tradicionales a las innovaciones

Burn treatment: from traditional methods to innovations

Andrea Angelito Citam,^{*,‡} Patricia Coba Canul,^{*,‡} Vicente Coba Canul,^{*,‡}
Lidia Juárez Chi,^{*,‡} Perla Reyna González,^{*,‡} Gustavo Canul Medina^{*,§}

Palabras clave:

quemadura,
lesión, terapéutica,
fisiopatología, terapia
alternativa.

Keywords:

burns, wounds,
therapeutics,
physiopathology,
alternative therapy.

RESUMEN

Las quemaduras son lesiones cuya severidad pueden ser compleja y en ocasiones mortal. Las lesiones causadas por quemaduras pueden llegar a ser desde pequeñas escaldaduras superficiales hasta quemaduras masivas con alta mortalidad y morbilidad. Cada tipo de quemadura implica mecanismos de daño diferentes, desde necrosis por coagulación en quemaduras ácidas hasta necrosis colicuvativa en quemaduras alcalinas. Las quemaduras graves afectan grandes áreas del cuerpo, pudiendo dañar tejidos más profundos y órganos vitales. La atención inmediata de la quemadura es fundamental para el tratamiento y el pronóstico del paciente. En la actualidad, no existe un tratamiento único para tratar a estos pacientes. La reposición de líquidos, el uso de analgésicos, la eliminación de tejido necrótico, el uso de injertos cutáneos y apósitos como los hidrogeles son parte del tratamiento que permiten la mejora en el cuidado de las heridas. Además, en la actualidad el uso de piel de tilapia y cremas a base de *Aloe vera* son parte del tratamiento que han demostrado su eficacia en la protección y regeneración de la piel lesionada.

ABSTRACT

Burn is a common injury whose severity and extent can be complex and sometimes fatal. Injuries can range from minor superficial scalds to extensive burns with high mortality and morbidity. Each type of burn involves different damage mechanisms, including coagulative necrosis in acid burns, and liquefactive necrosis in alkaline burns. Severe burns affect large areas of the body, and damage deeper tissues and vital organs. Immediate attention to burned patient is crucial for treatment and prognosis. Currently, there is no unique treatment for burned patient. Fluid resuscitation, analgesic use, necrotic tissue removal, skin grafts, and dressings such as hydrogels are part of the treatment that improves wound care. Furthermore, the use of tilapia skin and Aloe vera-based creams could be part of the treatment regimen that has demonstrated efficacy in protecting and regenerating damaged skin.

Abreviaturas:

IL = interleucina.

TBSA = área de superficie corporal total (*total body surface area*).

INTRODUCCIÓN

Las lesiones por quemadura afectan a miles de personas alrededor de mundo; su etiología puede ser a causa de calor, fricción, fuentes químicas, frío o fuentes eléctricas. En las lesiones por quemadura, se presenta destrucción de tejidos debido a la transferencia

de energía, lo que desencadena una respuesta inflamatoria.¹ Las lesiones derivadas de compuestos ácidos ocasionan en el cuerpo necrosis por coagulación que conserva la estructura del tejido muerto. Las lesiones por productos químicos alcalinos producen necrosis colicuvativa, transformando los tejidos en una masa viscosa y líquida. Las lesiones eléctricas ocasionan mayores daños, llegando incluso a los tejidos más profundos. Las quemaduras por frío generan daño celular directo debido a la cristalización de agua en el tejido y daño

* Centro Educativo
Rodríguez Tamayo.
Yucatán, México.

‡ Estudiante de cuarto
año de la Licenciatura
en Medicina. México.

§ PhD. Departamento de
Investigación. Escuela
de Medicina. México.

Recibido: 30/08/2024
Aceptado: 30/09/2024



Citar como: Angelito CA, Coba CP, Coba CV, Juárez CL, Reyna GP, Canul MG. Tratamiento de quemaduras: de los métodos tradicionales a las innovaciones. Cir Gen. 2024; 46 (4): 231-238. <https://dx.doi.org/10.35366/118862>

indirecto proporcionado por la reperusión e isquemia. La lesión por calor origina necrosis que varía según el tiempo de exposición y la intensidad de la fuente de calor. Sin importar el tipo de quemadura, todas ocasionan necrosis, y las lesiones pueden no sólo limitarse a la piel, sino también a tejidos profundos.¹

La comprensión de los principios del cuidado en pacientes con quemaduras ha permitido aumento de las tasas de supervivencia, reducción en la estancia hospitalaria, y disminución en las tasas de mortalidad y morbilidad causadas por quemaduras.^{2,3} En quemaduras graves, la supervivencia depende de la atención prehospitalaria inmediata, el tratamiento temprano de emergencia con capacidad de soporte vital avanzado y la transferencia secundaria a una unidad de quemados.^{1,3} Los pacientes con diabetes y neuropatía tienen mayor riesgo de padecer complicaciones después de una lesión por quemadura.⁴

Las quemaduras se pueden clasificar, según la superficie de área lesionada, en quemaduras menores y quemaduras mayores. Las quema-

duras menores abarcan menos de 10% del área de superficie corporal total (TBSA) y aquí predominan las quemaduras superficiales. Las quemaduras más graves abarcan más de 30, 20 y 10% del TBSA en pacientes infantiles, adultos, y de edad avanzada, respectivamente.^{1,3} Mientras más profunda es la quemadura, más dificultad habrá para lograr una buena cicatrización.

Como se muestra en la *Figura 1*, las quemaduras también se clasifican según su severidad y la profundidad del daño en la piel.⁵ Las quemaduras de primer grado afectan únicamente a la epidermis, suelen ser benignas y dolorosas, no requieren cirugía, y cicatrizan sin dejar marcas.¹ Las quemaduras de segundo grado se extienden hasta la dermis, se les conoce como de espesor parcial, y suelen ser homogéneas, húmedas, hiperémicas, palidecen, y tienden a formar ampollas dolorosas.¹ Las quemaduras de tercer y cuarto grado están indicadas a cirugía.¹

Las quemaduras graves se asocian con una alta morbilidad y mortalidad. En la actualidad, existen sistemas de puntuación diseñados para pacientes con quemaduras graves. Sin embar-

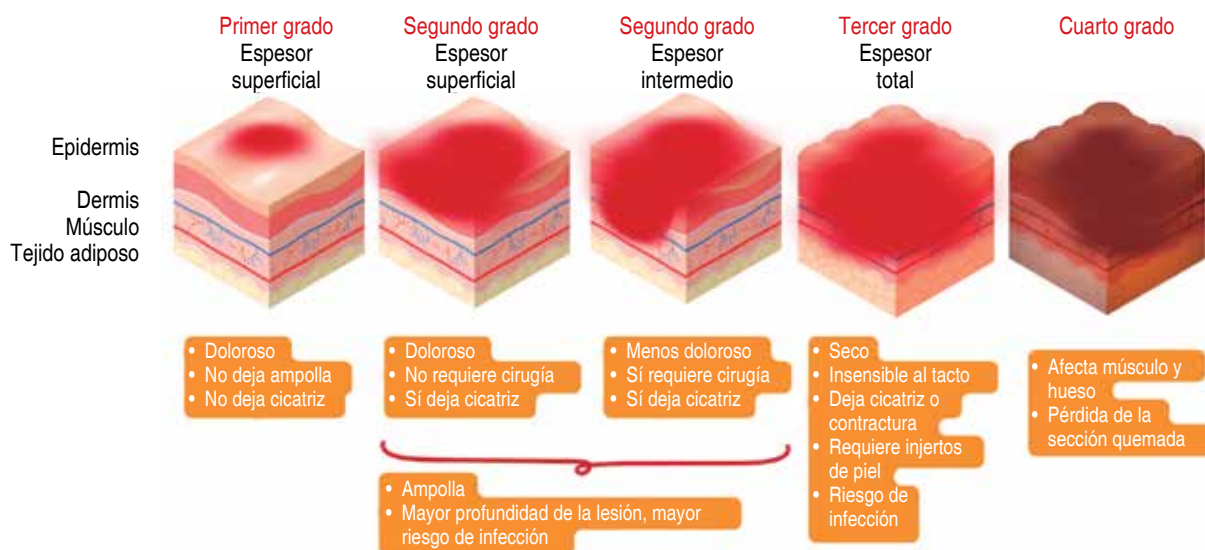


Figura 1: Las quemaduras de primer grado (grosor superficial, que afectan sólo a la epidermis) suelen ser benignas, muy dolorosas, no dejan cicatrices y no requieren cirugía. Las quemaduras que se extienden hasta la capa subyacente de la piel (dermis) se clasifican como de espesor parcial o de segundo grado; estas quemaduras frecuentemente forman ampollas dolorosas; van desde espesores parciales superficiales, que son homogéneos, húmedos, hiperémicos y palidecen, hasta espesores parciales profundos, que son menos sensitivos, más secos, pueden tener un patrón reticular al eritema y no palidecen. Las quemaduras de tercer grado (espeor total) y cuarto grado requieren cirugía y generalmente se presentan casi sin dolor.

Modificado de: Jeschke MG, et al.¹

go, una desventaja importante de estos puntajes es la falta parcial de consideración de las comorbilidades relacionadas con el paciente. Debido a que las quemaduras pueden tener un gran impacto físico y psicológico, es importante derivar a los pacientes con quemaduras complejas a centros especializados en quemados.^{6,7}

EPIDEMIOLOGÍA

En el 2017, las lesiones por fuego, calor y sustancias calientes causaron 8'991,468 lesiones y 120,632 muertes en todo el mundo. En el 2019, la tasa de incidencia estandarizada por edad (ASIR) fue de 117.51 por cada 100,000.⁸ La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que en todo el mundo se producen anualmente 11 millones de lesiones por quemaduras de todo tipo, de las cuales, 180,000 son mortales. El 90% de estas ocurrieron en países de ingresos bajos o medios.⁹

En México, las quemaduras constituyen la tercera causa de lesiones no intencionales. Los grupos más afectados son los adultos, seguidos por los niños de 0 a 19 años. En los adultos, las quemaduras ocurren principalmente en el entorno laboral. En los niños, el hogar es el sitio más común de ocurrencia ocasionado por escaldaduras y el fuego provocado por cerillos, encendedores o fuegos artificiales.^{8,10} Las muertes de niños relacionadas con quemaduras son de 7 a 11 veces más altas en los países de ingresos bajos que en los de ingresos altos.⁹

FISIOPATOLOGÍA DE LAS QUEMADURAS Y COMPLICACIONES

La lesión inicial provocada por la quemadura se divide en tres zonas: 1) una zona de coagulación, ubicada en el centro que incluye al tejido con mayor daño al momento de la lesión; 2) una zona de estasis o isquemia que rodea la zona de coagulación y que se caracteriza por inflamación y baja perfusión; y 3) una zona de hiperemia, que involucra un aumento de la vasodilatación de los tejidos periféricos, pero sin daño térmico de éstos.^{1,11,12}

Por otro lado, el proceso de curación de las heridas se divide en cuatro fases: fase hemostasis, fase inflamatoria, fase proliferativa y fase de remodelación.¹³ La fase de hemostasis

ocurre después de que se produce la lesión; en ésta ocurre vasoconstricción, activación y agregación plaquetaria, así como liberación de factores de crecimiento, plaquetas, queratinocitos, macrófagos y fibroblastos; además, la fibrina en el sitio de lesión participa como un soporte provisional para las siguientes fases.^{1,11} La fase inflamatoria es iniciada por neutrófilos y monocitos que llegan a la zona afectada; en la zona de lesión, los neutrófilos y macrófagos liberarán citocinas, quimiocinas y factores de crecimiento que promueven la remoción de los patógenos del sitio de lesión; el objetivo de esta fase es minimizar el tejido necrótico e iniciar la reparación de la lesión.^{1,11} La fase proliferativa se caracteriza por la sustitución del soporte provisional de fibrina con tejido nuevo; en esta fase se activan los queratinocitos y fibroblastos mediado por citocinas y factores de crecimiento, los cuales participarán en restaurar la perfusión vascular y promover la reparación de la lesión. Finalmente, la fase de remodelación se caracteriza por el depósito de colágeno y elastina, así como la transformación continua de fibroblastos a miofibroblastos.

El proceso de curación y la recuperación de la herida depende de la cantidad de células que derivan de la médula roja y del balance de los mediadores pro y antiinflamatorios.^{1,11,14} Además, diversos factores influyen en la forma en que responde el paciente ante una quemadura, tal como la severidad de la quemadura, la causa de ésta, presencia de herida por inhalación concomitante, exposición a toxinas, edad, comorbilidades, entre otros.^{1,11}

Efectos sistémicos de las quemaduras

Las quemaduras, principalmente las graves, desencadenan una destrucción tisular masiva, la activación de una respuesta inflamatoria mediada por citocinas, quimiocinas y proteínas, y un estado hipermetabólico. Los efectos sistémicos de estas quemaduras se dan en dos fases: una fase de choque o fase de reflujo, y una fase hipermetabólica o de flujo hiperdinámico.^{1,3,11,15}

El choque es un estado fisiológico anormal en donde la perfusión del tejido y el oxígeno se ven comprometidos, como consecuencia de una fuga de líquido intravascular hacia el espa-

cio intersticial, lo que contribuye a un edema profundo y una acumulación de líquido. Esta fuga genera un estrés oxidante, aumento en los niveles de óxido nítrico y de mediadores inflamatorios, lo que ocasiona un daño en el epitelio vascular.^{1,3,11,15} Durante las primeras 72 horas, el paciente cursa con un estado hipometabólico (fase de reflujo), causado principalmente por aumento del estrés del retículo endoplásmico y la disfunción mitocondrial.¹⁶ También se presenta descenso del metabolismo y de la perfusión tisular, así como gasto cardíaco bajo y la formación de edema.^{1,3,11,15} La lesión por quemadura genera cambios cardiovasculares debido al aumento de la permeabilidad capilar, y pérdida intravascular de proteínas y líquidos en el espacio intersticial.¹² Así mismo, se presenta una disminución de la función cardíaca a consecuencia del estrés oxidante y la liberación de mediadores inflamatorios.^{1,3,11,15} La disminución de la función cardíaca, junto con la hipovolemia y el bajo flujo sanguíneo por la vasoconstricción, afectan la perfusión de los tejidos y órganos.^{1,3,11,15}

Posterior a las 72 horas, se presenta un estado hipermetabólico (fase de flujo hiperdinámico), que puede persistir hasta 36 meses después de que se produjo la lesión.¹⁷ En esta fase, se genera una cascada de mediadores que regulan la respuesta hipermetabólica; estos mediadores incluyen las catecolaminas, glucocorticoides y glucagón, los cuales incrementan la presión arterial, la resistencia periférica a insulina, y modifican el metabolismo de glucógeno, proteínas y lípidos. Como resultado de esto, se incrementa el gasto metabólico en reposo del paciente, aumenta la temperatura corporal y el consumo de oxígeno; además, se presenta taquicardia, disminuye las proteínas totales del cuerpo y músculo.^{6,7,9,17} También aumenta la síntesis de proteínas de fase aguda, lo que resulta en un fallo multiorgánico, siendo bastante común en una fase aguda postquemadura al haber un gasto cardíaco y una contractibilidad baja.^{1,3,11,15,18}

Quemaduras y sistema inmune

Las lesiones por quemaduras tienen un gran efecto en el sistema inmunitario. Los monocitos, macrófagos y neutrófilos liberados reconocen factores endógenos y exógenos como

los patrones moleculares asociados a daño (DAMPs) y los patrones moleculares asociados a patógeno (PAMPs).¹ Estos patrones son reconocidos por receptores como los de tipo Toll (TLRs) y los receptores tipo NOD (NLRs), y la unión de estos con su ligando resulta en la activación del factor de transcripción NF- κ B (factor nuclear kappa B), y la liberación de mediadores inflamatorios como interleucina (IL) 1, IL-6, IL-8, IL-18 y TNF (factor de necrosis tumoral).¹⁹ La liberación de estas moléculas, genera un síndrome de respuesta inflamatoria sistémica, caracterizado por fiebre o hipotermia, taquicardia, taquipnea y un aumento en la cantidad de los leucocitos.^{1,3,11,15} De igual manera, también se ven afectadas otras funciones del sistema inmunitario como la presentación macrófago-antígeno, la proliferación de células T y la producción IL-2, lo que genera una mayor susceptibilidad a infecciones en este tipo de pacientes.^{1,3,11,15}

TRATAMIENTO

Uno de los principales desafíos en el tratamiento de lesiones agudas por quemaduras es el prevenir una infección temprana. Por esto, la escisión temprana de la escara, el recubrimiento de la herida, y el desbridamiento quirúrgico de tejido no viable de forma inicial son críticas.²⁰ Aunque en la actualidad existen múltiples tratamientos para las quemaduras y cobertura del lecho cutáneo, los injertos de piel continúan siendo el estándar para la cobertura rápida y permanente de quemaduras de espesor total.²⁰

El control del dolor es uno de los desafíos más grandes para el manejo de los pacientes con quemaduras. En ocasiones, los tratamientos terapéuticos para las quemaduras pueden exacerbar el dolor en el paciente, por ejemplo, cambios de vendaje, escisión e injertos o fisioterapia. Por lo tanto, un control del dolor adecuado se relaciona con una mejor curación de las heridas, facilidad de sueño, y mejor calidad de vida y de recuperación.¹⁵ En ausencia de un control agresivo del dolor por quemaduras, los pacientes tienden a desarrollar ansiedad a largo plazo o estrés postraumático que pueden afectar la curación de la herida.¹⁵

Tratamiento quirúrgico

Uno de los principales desafíos en el tratamiento de una lesión aguda por quemaduras, es prevenir la infección, extirpar la escara y cubrir la herida lo antes posible. El desbridamiento quirúrgico agresivo permite que el tejido no viable sea retirado y disminuir los mediadores inflamatorios que pudieran llevar a una falla orgánica multisistémica.²⁰ Sin embargo, el desbridamiento de la herida también incrementa el riesgo de infecciones.

La intervención quirúrgica tiene el objetivo de preservar el área dañada, evitar la isquemia, aliviar la presión de los compartimientos, reducir el riesgo de infección, salvaguardar el área dañada y mejorar la recuperación.²⁰ Dicha intervención dependerá de la profundidad y el tipo de herida. Por ejemplo, las escisiones de fascia (fasciotomía) es un procedimiento usado principalmente para quemaduras profundas largas, presenta una menor tasa de sangrado, pero con malos resultados cosméticos. Las escisiones tangenciales son usadas con mayor frecuencia ya que presentan mejores resultados cosméticos, pero tasas de sangrado mayores.²⁰

Escarotomía

Cuando las quemaduras carbonizadas rodean cualquier estructura corporal (principalmente los dedos, extremidades, abdomen, pecho o cuello), los tejidos son sometidos a un incremento en la presión intersticial, lo que empeora aún más por la presencia de edema generado por los tejidos durante la fase aguda de la quemadura (primeras 48 horas tras la quemadura). Con la escarotomía se busca liberar la constricción del tejido, para permitir a los tejidos y órganos del cuerpo mantener su perfusión y función normal.²⁰ En la mayoría de los casos, una sola incisión es inadecuada para proveer una liberación de la constricción provocada por la escara de la quemadura.²⁰

El uso de la escarotomía también permite mejorar la circulación distal, preservar la función respiratoria y prevenir la isquemia en las áreas más periféricas del cuerpo generadas por la escara. Este tipo de incisiones se realizan a nivel de las escaras con electrocauterización o

bisturí, siendo la electrocauterización la que genera menor sangrado.²¹

Reanimación con líquidos

Durante la fase inicial, los pacientes con quemaduras requieren amplios volúmenes de líquidos para restaurar la presión de perfusión y prevenir fallas orgánicas. Para estimar la cantidad de fluidos requeridos se emplea la fórmula de Parkland. Esta fórmula propone un volumen de resucitación de entre 3.5 a 4 ml/kg de peso corporal/%TBSA/24 horas, en donde la mitad del volumen de fluidos se da durante las primeras ocho horas postquemadura.²² La tasa de infusión de líquidos debe ser rigurosamente monitoreada de acuerdo con la producción de orina por hora, déficit básico, lactato sérico, presión venosa central y la presión en la vejiga.²³ El manejo y la calidad de la reanimación con líquidos en cualquier etapa del desarrollo de la quemadura puede presentar complicaciones como hemoconcentración, anemia, coagulopatía, y desequilibrios electrolíticos y ácido-base.

Tratamiento profiláctico

La infección es la complicación más frecuente en pacientes con quemaduras debido a las prolongadas estancias hospitalarias y al uso frecuente de catéteres Foley. Se estima que siete de cada 10 complicaciones en pacientes con quemaduras son de etiología infecciosa (neumonía, infecciones del tracto urinario, celulitis, septicemia y bacteriemia).²⁴ Sin embargo, el uso rutinario de antibióticos tópicos en el tratamiento de las quemaduras menores no es aconsejable, debido a que pueden afectar el proceso de cicatrización.²⁵

Las quemaduras de primer grado no requieren ningún tratamiento tópico específico. Aunque para disminuir dolor, se usan cremas hidratantes y analgésicos (preferiblemente vía oral) como paracetamol, ibuprofeno y metamizol; y en casos más severos se emplea la morfina hidrocloruro subcutáneo.²⁶

En quemaduras de segundo grado superficiales, se utilizan las gasas con parafina solas o asociadas a antibióticos. Si las heridas son muy extensas, se valora el uso

de apósitos hidrocoloides con plata o biosintéticos.^{13,25,26}

En quemaduras de segundo grado profundo y quemaduras de tercer grado, se recomienda el uso de antibióticos tópicos, en conjunto con apósitos hidrocoloides con plata o biosintéticos, los cuales se cambian a partir del tercer a quinto día.²⁷ Algunos antibióticos tópicos comúnmente utilizados son: sulfadiazina argéntica como primera elección contra Gram positivos y negativos (eficaz contra *Pseudomona aeruginosa* y *Candida*); la flamazine, que en combinación con sulfadiazina argéntica, potencia la acción antimicrobiana y el poder de penetración en la escara; la nitrofurazona posee un espectro reducido y posibilidad de reacciones alérgicas; y la bacitracina es una alternativa a la sulfadiazina argéntica, aplicándose en las quemaduras cuando éstas se encuentran en zonas expuestas al sol y en pacientes con hipersensibilidad a las sulfamidas.²⁶ Otros fármacos usados son los antihistamínicos para aliviar prurito y acompañar posteriormente la reepitelización (hidroxicina, dexclorfeniramina y cetirizina).²⁷

Apósitos de hidrogel

Tomando en cuenta las características que tienen las quemaduras, los principales métodos para su manejo terapéutico se enfocan en restaurar la función de la barrera de la piel, reducir las infecciones e inhibir la formación de cicatrices. El injerto de piel se considera el estándar de oro para el tratamiento de las quemaduras; sin embargo, en quemaduras muy graves, los injertos pueden estar limitados.²⁸ Por lo tanto, los apósitos pueden ser utilizados para tratamiento de pacientes con quemaduras.²⁹ La modificación de los hidrogeles permite tener diferentes funciones biológicas según las necesidades del paciente. Los apósitos de hidrogel pueden controlar la infección de la herida y permitir el desbridamiento autolítico del tejido necrótico con antibióticos o medicamentos antiinflamatorios.²⁹ Además, los recubrimientos de hidrogel pueden estimular la regeneración de los vasos sanguíneos y la proliferación de fibroblastos mediante la liberación de factores de crecimiento y sustancias orgánicas. Los recubrimientos de hidrogel también se pueden usar como tejidos para usar células madre o

inducir factores estimulantes de células. La estructura porosa del hidrogel puede absorber el exudado de la herida, mantener una buena absorción y un entorno suave alrededor de la herida y reducir el dolor de los pacientes hasta cierto punto. Los apósitos de hidrogel pueden ser un nuevo método para el manejo de las quemaduras y ayudar en la cicatrización de heridas.²⁹ Por lo tanto, el uso de apósitos de hidrogel para el tratamiento de heridas por quemadura tiene tres ventajas. Primero, los apósitos de hidrogel pueden absorber el exudado de la herida; la cantidad de agua retenida por un hidrogel es miles de veces su peso seco. Además, el diseño del proceso de hidrogel también ayuda a mantener un ambiente húmedo durante la cicatrización de heridas, lo cual es muy importante en el tratamiento de heridas secas. En segundo lugar, los apósitos de hidrogel se pueden elegir de cualquier forma según el estado de la cicatriz. En tercer lugar, los apósitos de hidrogel pueden adherirse a heridas no adherentes y reducir la inflamación y el dolor de la herida. También es transparente, lo que permite ver la herida.²⁹

Apósitos elaborados a base de piel de tilapia

La función principal de los apósitos son crear condiciones óptimas para la cicatrización de heridas y protegerlos de más lesiones y la penetración de microorganismos y patógenos. Desde el punto de vista económico, el uso de apósitos representa un gasto importante para los pacientes ya que, según el protocolo, pueden tener que llegar a reemplazarse cada 24 horas; y aunque protege la herida de la infección, la probabilidad de que se desarrolle una infección por los constantes cambios de apósito es alta.³⁰ Es por eso que, en diversas investigaciones, se ha considerado que la piel de tilapia se utilice como tratamiento en quemaduras como una alternativa económica y con resultado bastante efectivo gracias a su morfología similar a la piel del ser humano. En Latinoamérica, la tilapia es uno de los peces más cultivados en Ecuador, Colombia, Brasil, Honduras, México, Perú y Costa Rica.³⁰ Diversos estudios demuestran que el uso de la piel de tilapia como tratamiento alternativo para las quemaduras reduce el tiempo de reepitelización, la sensación de dolor en

el lugar de la lesión y la cantidad de apósitos utilizados entre curaciones.³⁰

El componente principal en la piel de tilapia es el colágeno tipo I, cuya composición es incluso superior a la de la piel humana.³⁰ El procedimiento para el tratamiento con piel de tilapia para quemaduras profundas consiste en realizar la eliminación de las ampollas y pieles sueltas, seguido de un lavado con solución salina y clorhexidina desgerminante al 2%. Después se coloca del apósito adhesivo junto con el apósito biológico oclusivo con piel de tilapia. Finalmente, se cubre la lesión y se realiza un monitoreo cada cuatro días durante un lapso de 22 días.³⁰ La reepitelización de las quemaduras parciales superficiales generalmente ocurren dentro de las primeras dos semanas y tres semanas para las quemaduras profundas.³¹

Por lo anterior, el uso de los apósitos elaborados con piel de tilapia presenta una alternativa para el tratamiento de quemaduras y acelerar la cicatrización, reducir el dolor y disminuir el proceso infeccioso. Además, el costo es mucho más económico que los tratamientos convencionales.

Tratamiento a base de Aloe vera

El *Aloe vera*, una planta nativa de Madagascar, Arabia Saudita e Irán, pertenece a la familia de las asfodeláceas o liliáceas. Históricamente, el *Aloe vera* ha sido utilizado como planta medicinal por diversas civilizaciones, incluidas las egipcia, griega, romana, árabe, india y china, entre otras.³² Después de la Segunda Guerra Mundial, el uso de *Aloe vera* como tratamiento terapéutico fue redescubierto, al usarse en pacientes con quemaduras sufridas por la población de Hiroshima y Nagasaki tras las bombas nucleares.³³ Estudios *in vitro* e *in vivo* han demostrado que el *Aloe vera* incrementa la expresión de TGFβ (factor de crecimiento transformante beta) y VEGF (factor de crecimiento endotelial vascular) en fibroblastos, promueven la proliferación y diferenciación de queratinocitos, así como la angiogénesis, la granulación y la epitelización.^{34,35} Ensayos clínicos han mostrado que el *Aloe vera* reduce el tiempo de cicatrización de quemaduras de segundo grado en comparación con otros tratamientos convencionales, como la sulfadiazina de plata

al 1%, la crema de frameticina y la nitrofurazona al 2%.^{34,35} Estos resultados subrayan el potencial del *Aloe vera* como una opción terapéutica efectiva en quemaduras, destacando la necesidad de continuar con investigaciones para profundizar en su mecanismo de acción y ampliar su aplicación clínica.

CONCLUSIÓN

Las quemaduras representan un desafío clínico debido a la complejidad de su manejo y las consecuencias que de ellas pueden derivarse. En los últimos años, han surgido diversos avances en el tratamiento y entendimiento de las lesiones por quemaduras. Sin embargo, en la actualidad no existe un tratamiento único para tratar a los pacientes con quemaduras. La reposición de líquidos, el uso de analgésicos, la eliminación de tejido necrótico, así como el uso de injertos cutáneos y apósitos, como los hidrogeles, son parte del tratamiento que permiten la mejora en el cuidado de las heridas. Además, el uso de biomateriales como la piel de tilapia, y el uso de *Aloe vera*, han demostrado su eficacia en el tratamiento, la protección y la regeneración de la piel lesionada.

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela de Medicina del Centro Educativo Rodríguez Tamayo. En especial, agradecemos a la Dra. Alma Estrella Martínez Fernández, coordinadora de la Licenciatura de Médico Cirujano en el Centro Educativo Rodríguez Tamayo por su apoyo y asistencia técnica.

REFERENCIAS

1. Jeschke MG, van Baar ME, Choudhry MA, Chung KK, Gibran NS, Logsetty S. Burn injury. *Nat Rev Dis Primers*. 2020; 6: 11.
2. Douglas HE, Dunne JA, Rawlins JM. Management of burns. *Surgery (Oxf)*. 2017; 35: 511-518.
3. Vivó C, Galeiras R, del Caz MDP. Initial evaluation and management of the critical burn patient. *Med Intensiva*. 2016; 40: 49-59.
4. Moffitt S, West W, Arora S, Nehila T, Koussayer B, Le NK, et al. 741 Occurrence and outcomes of burns in the southeastern diabetic population. *J Burn Care Res*. 2024; 45: 222.
5. Shaw P, Sharma AK, Kalonia A, Shukla A, Kumar R, Kirti, et al. Early cutaneous inflammatory response at different degree of burn and its significance for clinical

- diagnosis and management. *J Tissue Viability*. 2023; 32: 550-563.
6. Bagheri M, Fuchs PC, Lefering R, Grigutsch D, Busche MN, Niederstatter I, et al. Effect of comorbidities on clinical outcome of patients with burn injury-An analysis of the German burn registry. *Burns*. 2021; 47: 1053-1058.
 7. Van Yperen DT, Van Lieshout EMM, Nugteren LHT, Plaisier AC, Verhofstad MHJ, Van der Vlies CH. Adherence to the emergency management of severe burns referral criteria in burn patients admitted to a hospital with or without a specialized burn center. *Burns*. 2021; 47: 1810-1817.
 8. Moctezuma-Paz LE, Páez-Franco I, Jiménez-González S, Miguel-Jaimes KD, Foncerrada-Ortega G, Sánchez-Flores AY, et al. Epidemiología de las quemaduras en México. *Rev Esp Med-Quir*. 2015; 20: 78-82.
 9. McCann C, Watson A, Barnes D. Major burns: Part 1. Epidemiology, pathophysiology and initial management. *BJA Education*. 2022; 22: 94-103.
 10. Hidalgo-Solórzano E, Martínez-Nolasco MA, Martínez-Dávalos A, Híjar M. Lesiones no intencionales en México. *Ensanut Continua* 2022. *Salud Publ Mex*. 2023; 65: s126-s134.
 11. Nielson CB, Duethman NC, Howard JM, Moncure M, Wood JC. Burns: pathophysiology of systemic complications and current management. *J Burn Care Res*. 2017; 38: e469-e481.
 12. Hettiaratchy S DP. ABC of burns: pathophysiology and types of burns. *BMJ*. 2004; 329: 1427-1429.
 13. Patrick AL, Chen-Charpentier B. Building erudition in the wound healing process: an inflammation model analysis. *IJCM*. 2024: 1-20.
 14. Muthu K, He LK, Melstrom K, Szilagyi A, Gamelli RL, Shankar R. Perturbed bone marrow monocyte development following burn injury and sepsis promote hyporesponsive monocytes. *J Burn Care Res*. 2008; 29: 12-21.
 15. Griggs C, Gorman J, Bittner EA, Levi B. Sedation and pain management in burn patients. *Clin Plast Surg*. 2017; 44: 535-540.
 16. Jeschke MG, Gauglitz GG, Song J, Kulp GA, Finnerty CC, Cox RA, et al. Calcium and ER stress mediate hepatic apoptosis after burn injury. *J Cell Mol Med*. 2009; 13: 1857-1865.
 17. Jeschke MG, Gauglitz GG, Kulp GA, Finnerty CC, Williams FN, Kraft R, et al. Long-term persistence of the pathophysiologic response to severe burn injury. *PLoS ONE*. 2011; 6: e21245.
 18. Williams FN, Herndon DN. Metabolic and endocrine considerations after burn injury. *Clin Plast Surg*. 2017; 44: 541-553.
 19. Singer M, Deutschman CS, Seymour C, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3). *JAMA*. 2016; 315: 801-810.
 20. Gacto-Sanchez P. Surgical treatment and management of the severely burn patient: review and update. *Med Intensiva*. 2017; 41: 356-364.
 21. Mestanza PMG, Imbacuán DAC, Tipán VDC, Pinargote FER. Actualización en el manejo del paciente quemado en urgencias. *Recimundo*. 2023; 7: 207-217.
 22. Boehm D, Menke H. A history of fluid management-from "one size fits all" to an individualized fluid therapy in burn resuscitation. *Medicina (Lithuania)*. 2021; 57: 187.
 23. Zuo KJ, Medina A, Tredget EE. Important developments in burn care. *Plast Reconstr Surg*. 2017; 139: 120e-138e.
 24. Lachiewicz AM, Hauck CG, Weber DJ, Cairns BA, Van Duin D. Bacterial infections after burn injuries: impact of multidrug resistance. *Clin Infect Dis*. 2017; 65: 2130-2136.
 25. Triana P DM. Quemaduras. Manual de diagnóstico y terapéutica en pediatría. Sexta. Editorial Médica Panamericana S.A; 2018:547-553.
 26. Cambiaso-Daniel J, Gallagher JJ, Norbury WB, Finnerty CC, Herndon DN, Culnan DM. Treatment of infection in burn patients. In: *Total Burn Care*. Fifth edit. Elsevier; 2018, 93-113.e4.
 27. Martínez I, Angelats Romero C. Abordaje de las quemaduras en atención primaria. *Pediatría Integral*. 2019; 23: 81-89.
 28. Bbaale D, Mohr C, Lindert J, Allorto N, Mabanza T, Katabogama JB, et al. Barriers and prospects for skin grafting in burn treatment across African countries. *Burns*. 2024; 50: 1150-1159.
 29. Shu W, Wang Y, Zhang X, Li C, Le H, Chang F. Functional hydrogel dressings for treatment of burn wounds. *Front Bioeng Biotechnol*. 2021; 9: 788461.
 30. Ortega, M; Pino, V; Bello, N; Castro J. Manejo de quemaduras profundas con apósitos oclusivos elaborados a base de piel de Tilapia. *Dilemas contemp educ política valores*. 2022.
 31. Luze H, Nischwitz SP, Smolle C, Zrim R, Kamolz LP. The use of acellular fish skin grafts in burn wound management-A systematic review. *Medicina (Lithuania)*. 2022; 58: 912.
 32. Domínguez-Fernández RN, Arzate-Vázquez I, Chanona-Pérez JJ, Welti-Chanes JS, Alvarado-González J, et al. El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Rev Mex Ing Qui*. 2012; 11: 23-43.
 33. Wildpret WT, Hernández PC. Aloe vera en Canarias: aspectos botánicos y etnobotánicos. *Boletín de la Asociación Amigos del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife*. 2010; 12: 116-131.
 34. Hekmatpou D, Mehrabi F, Rahzani K, Aminiyan A. The effect of aloe vera clinical trials on prevention and healing of skin wound: a systematic review. *Iran J Med Sci*. 2019; 44: 1-9.
 35. Sánchez M, González-Burgos E, Iglesias I, Gómez-Serranillos MP. Pharmacological update properties of aloe vera and its major active constituents. *Molecules*. 2020; 25: 1324.
- Financiamiento:** no se recibió financiamiento.
Conflicto de intereses: no se declara conflicto de intereses.
- Correspondencia:**
PhD Gustavo Canul Medina
E-mail: gustavo.canul.medina@gmail.com