

Actualización sobre el manejo del paciente quemado: Una revisión narrativa

Update on the management of the burn patient A narrative review.

Vanessa Montoya-Valencia ^{1,a}, Karina Unas-Perea ^{2,a}, Abdala Guillermo Yarala-Vásquez ^{3,a},
Juan Camilo Mosquera-Serrano ^{4,a}, María Fernanda Ledesma-Bolaños ^{5,a},
Stefanya Geraldine Bermúdez-Moyano ^{6,a}, Juan Santiago Serna-Trejos ^{7,b*}

¹ Universidad Santiago de Cali. Cali – Colombia.

² Unidad Central del Valle (UCEVA). Tuluá, Colombia.

³ Universidad Simón Bolívar. Barranquilla – Colombia.

⁴ Fundación Universitaria San Martín. Cali, Colombia.

⁵ Universidad del Valle. Cali, Colombia.

⁶ Universidad Santiago de Cali. Cali, Colombia.

⁷ Universidad ICESI. Cali, Colombia.

^a Médico

^b Médico Residente de Medicina interna, Magister en epidemiología, Doctorando en Salud Pública.

Información del artículo

Citar como: Montoya-Valencia V, Unas-Perea K, Yarala-Vásquez AG, Mosquera-Serrano JC, Ledesma-Bolaños MF, Bermúdez-Moyano SG, Serna-Trejos JS. Actualización sobre el manejo del paciente quemado: Una revisión narrativa. *Health Care & Global Health*.2024;8(2).

DOI: 10.22258/hgh.2025.92.207

Autor correspondiente

Juan Santiago Serna Trejos
Email: juansantiagosernatrejos@gmail.com

Historial del artículo

Recibido : 20/04/2025
Revisado : 03/05/2025
Aceptado : 27/06/2026
En línea : xx/08/2025

Revisión por pares interna: Si
Revisión por pares externa: No

Financiamiento

Autofinanciado

Conflictos de interés

Declaran no tener conflictos de interés.



Resumen

Introducción: Las quemaduras constituyen un problema de salud pública global con alta morbilidad y mortalidad. A pesar de los avances en el manejo, las complicaciones metabólicas, infecciosas y cicatriciales continúan representando un reto. **Objetivo:** Describir los principales avances clínicos y quirúrgicos en el abordaje integral del paciente quemado, con énfasis en estrategias de medicina regenerativa, bioingeniería de tejidos y enfoques traslacionales. **Metodología:** Se realizó una revisión narrativa mediante búsqueda en bases de datos biomédicas sin restricción temporal, seleccionando estudios sobre cirugía reconstructiva, terapia celular, bioingeniería de tejidos y enfoques traslacionales en el manejo de quemaduras. **Resultados:** Se analizaron estrategias avanzadas en resucitación, ventilación y soporte metabólico, destacando el impacto de la optimización de fluidos, ventilación protectora y nutrición especializada. Innovaciones en cirugía reconstructiva incluyen terapia celular con células madre y técnicas láser para manejo de cicatrices. **Conclusión:** El futuro del manejo de quemaduras requiere la integración de medicina regenerativa, bioingeniería y enfoques traslacionales. La investigación interdisciplinaria es clave para mejorar la supervivencia y calidad de vida de los pacientes quemados.

Palabras clave: Quemaduras; Cirugía Plástica; Células Madre Adultas; Terapéutica; Ciencia Traslacional Biomédica; Unidades de Quemados (Fuente: DeCS, BIREME).

Abstract

Introduction: Burns constitute a global public health problem with high morbidity and mortality. Despite advances in management, metabolic, infectious and scar complications continue to represent a challenge. **Objective:** To describe the main clinical and surgical advances in the comprehensive approach to the burn patient, with emphasis on regenerative medicine strategies, tissue bioengineering and translational approaches. **Methodology:** A narrative review was performed by searching biomedical databases without time restriction, selecting studies on reconstructive surgery, cell therapy, tissue bioengineering and translational approaches in burns management. **Results:** Advanced strategies in resuscitation, ventilation and metabolic support were analyzed, highlighting the impact of fluid optimization, protective ventilation and specialized nutrition. Innovations in reconstructive surgery include cell therapy with stem cells and laser techniques for scar management. **Conclusion:** The future of burn management requires the integration of regenerative medicine, bioengineering and translational approaches. Interdisciplinary research is key to improving the survival and quality of life of burn patients.

Keywords: Burns; Surgery, Plastic; Adult Stem Cells; Therapeutics; Translational Science, Biomedical; Burn Units (Source: MeSH, NLM).

Introducción

Las quemaduras representan un problema significativo de salud pública a nivel mundial debido a su alta incidencia, impacto en la morbilidad y mortalidad, y las secuelas físicas y psicológicas que generan. Se estima que en 2019 ocurrieron aproximadamente 8.3 millones de casos nuevos de quemaduras en todo el mundo, con una mortalidad de 111,292 casos, principalmente en niños de 1 a 4 años. Los países con mayor carga de enfermedad fueron China e India, y la mayor prevalencia se observó en adolescentes de 10 a 19 años. A pesar de una reducción global en la mortalidad y en los años de vida ajustados por discapacidad (DALYs, por sus siglas en inglés), el número absoluto de casos ha continuado en aumento, lo que refleja tanto un mayor riesgo en poblaciones vulnerables como una mejora en la detección y registro de casos ^{[1][2][3][4][5][6]}.

Las quemaduras son la cuarta causa más común de lesiones después de accidentes de tránsito, caídas y violencia física. En este contexto, el cambio climático ha influido en la mayor frecuencia de quemaduras solares, lo que aumenta el riesgo de cánceres cutáneos, incluyendo el melanoma. En Estados Unidos, el costo del tratamiento de las quemaduras solares supera los 11 millones de dólares anuales, lo que resalta la carga económica de esta patología ^{[7][8][9]}.

En las últimas décadas, los avances tecnológicos y la creación de centros especializados han mejorado la supervivencia de los pacientes quemados. Sin embargo, el manejo de estas lesiones sigue representando un reto debido a la respuesta inflamatoria sistémica, el estado hipermetabólico y la inmunosupresión que acompañan las quemaduras graves. Además, a medida que la tasa de supervivencia aumenta, emergen nuevos desafíos en la atención a largo plazo, como el tratamiento de cicatrices hipertróficas y el manejo de secuelas psicológicas, incluida la aparición de trastorno de estrés postraumático (TEPT) en una proporción considerable de los pacientes ^{[10][11][12][13][14][15][16][17][18]}.

La respuesta fisiopatológica a una quemadura depende de la extensión y profundidad de la lesión. Quemaduras que afectan más del 30% de la superficie corporal total (TBSA, por sus siglas en inglés) pueden inducir un estado de shock por quemadura, caracterizado por alteraciones en la resistencia vascular sistémica, hipovolemia y disfunción multiorgánica. La piel, al ser el órgano más extenso del cuerpo humano y representar aproximadamente el 8% del peso corporal total, juega un papel crucial en la regulación de la temperatura, la protección inmunológica y la homeostasis hídrica. La pérdida de su integridad favorece la deshidratación, las infecciones y el desequilibrio metabólico, aumentando el riesgo de complicaciones graves ^{[19][20][21][22]}.

Histológicamente, las quemaduras generan un daño cutáneo que se distribuye en tres zonas de acuerdo con la clasificación de Jackson de 1947: la zona de coagulación, donde ocurre necrosis irreversible; la zona de estasis,

caracterizada por hipoxia y potencial reversibilidad; y la zona de hiperemia, donde la inflamación y la vasodilatación predominan en los tejidos adyacentes. Este proceso influye directamente en la cicatrización, la cual se desarrolla en tres fases: inflamatoria, proliferativa y de remodelado. La cicatrización anormal puede conducir a la formación de cicatrices hipertróficas o queloides, que afectan la funcionalidad y la estética del paciente ^{[10][18][19][20][21][22]}.

El manejo integral del paciente quemado es clave para prevenir complicaciones y mejorar la recuperación, como una adecuada categorización para poder instaurar un plan de manejo con los recursos vigentes y los posibles avances en medicina traslacional (Figura 1). Esta revisión aborda los avances más relevantes en el manejo del paciente quemado.

Metodología

Se realizó una búsqueda de literatura en las bases de datos Medline, PubMed, EMBASE, Cochrane Library, OVID y ClinicalKey, incluyendo artículos originales, revisiones sistemáticas, no sistemáticas en inglés y español. No se estableció un límite temporal en la selección de estudios, con el objetivo de abarcar tanto investigaciones recientes como aquellas que han contribuido históricamente al desarrollo del manejo quirúrgico y terapéutico de las quemaduras.

Las palabras clave empleadas en la búsqueda fueron: “Burns”, “Surgery, Plastic”, “Adult Stem Cells”, “Therapeutics”, “Translational Science, Biomedical” y “Burn Units”, siguiendo la terminología de DeCS/MeSH. Se incluyeron estudios que abordaron avances en cirugía plástica reconstructiva, terapia celular, biomateriales, medicina regenerativa y enfoques traslacionales en el tratamiento de pacientes con quemaduras.

Los criterios de inclusión consideraron investigaciones que evaluaran la efectividad, seguridad, impacto clínico y viabilidad de estrategias quirúrgicas y terapias innovadoras, como regeneración tisular, bioingeniería de tejidos y abordajes interdisciplinarios en unidades especializadas. Se excluyeron artículos duplicados, estudios que no abordaran directamente el manejo avanzado de quemaduras o aquellos con limitaciones metodológicas significativas que comprometieran la validez de sus conclusiones.

Resultados

Estrategias avanzadas en resucitación y manejo crítico del paciente quemado

Resucitación y manejo de fluidos

La reanimación hídrica es fundamental en el paciente quemado con afectación del 15-20% de la superficie corporal total (TBSA) para evitar el shock hipovolémico y la disfunción orgánica múltiple ^[23]. La fórmula de Parkland sigue siendo la más utilizada, aunque se ha cuestionado su precisión debido al riesgo de sobrecarga hídrica, fenómeno conocido como “fluid creep” ^[24].



Figura 1. Matriz clínica de severidad de quemaduras y su relación con las complicaciones esperadas. Descripción: Clasificación bidimensional que permite estratificar las quemaduras según la profundidad de la lesión y el tipo de complicaciones clínicas, desde afecciones leves hasta eventos críticos o secueles. Fuente: Elaboración propia de los autores mediante BioRender®

Para mejorar la precisión en la administración de líquidos, se han desarrollado dispositivos mínimamente invasivos como la termodilución transpulmonar y la medición de agua extravascular pulmonar^[25]. Sin embargo, estos dispositivos no han demostrado un impacto significativo en la mortalidad en comparación con la monitorización convencional mediante diuresis. En entornos de bajos recursos, la diuresis sigue siendo el principal parámetro clínico para evaluar la resucitación^{[26][27]}. Una innovación clave ha sido el desarrollo de sistemas computarizados de soporte en la reanimación con fluidos, como el desarrollado por el USAISR, el cual optimiza la administración de líquidos y reduce la sobrecarga hídrica al interpretar tendencias en la diuresis y ajustar la reposición de líquidos^[28].

Manejo ventilatorio en pacientes con quemaduras graves

El compromiso de la vía aérea es frecuente en pacientes con quemaduras extensas, especialmente en lesiones por inhalación. Las estrategias de ventilación protectora han reducido la incidencia de lesión pulmonar mediante el uso de volúmenes tidales bajos y la limitación de presiones inspiratorias elevadas^[29].

En el síndrome de dificultad respiratoria aguda (ARDS), estrategias avanzadas como la ventilación percutánea de alta frecuencia (HFPV) y la ventilación oscilatoria de alta frecuencia (HFOV) han mostrado beneficios en la mejora del intercambio gaseoso y la reducción de la sobrecarga hemodinámica^{[30][31]}. Estrategias complementarias incluyen el óxido nítrico inhalado, prostaciclina y la ventilación en pronó^[32].

Control metabólico y soporte nutricional

El estado hipermetabólico post-quemadura conlleva pérdida de masa muscular, hiperglucemia y mayor susceptibilidad a infecciones^[33]. La hiperglucemia se asocia con mayor incidencia de infecciones y peor integración de los injertos cutáneos^[34].

La administración temprana de nutrición enteral mejora los tiempos de cicatrización y disminuye complicaciones^[35]. Entre las estrategias farmacológicas, la oxandrolona ha mostrado beneficios en la preservación de la masa magra y el balance proteico^[35].

Prevención y manejo de sepsis en el paciente quemado

Las infecciones continúan siendo una causa importante de morbimortalidad en pacientes con quemaduras severas. Estrategias preventivas incluyen apósitos antimicrobianos, escisión temprana y soporte nutricional^[36]. No se recomienda el uso de antibióticos profilácticos debido al riesgo de resistencia antimicrobiana^{[36][37]}. Biomarcadores como la proteína C reactiva (PCR) y la procalcitonina han sido útiles en la detección temprana de sepsis. El uso de corticosteroides en sepsis refractaria sigue siendo un tema de debate debido a su impacto en la respuesta inmune^[36].

Las consideraciones anteriores en el manejo integral del paciente quemado deben de ser consideradas por el clínico que enfrenta esta condición, como todas las ventajas y desventajas para proponer estrategias avanzadas en el manejo de las quemaduras (Figura 2).



Figura 2. Estrategias avanzadas en el manejo del paciente quemado.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Innovaciones en el manejo quirúrgico del paciente quemado

Terapias actuales y emergentes en el manejo de cicatrices

El manejo de cicatrices post-quemadura sigue siendo un reto significativo, especialmente en la prevención de cicatrices hipertróficas. Actualmente, las técnicas más utilizadas incluyen terapia de compresión con o sin silicona e infiltraciones intralesionales de corticosteroides, aunque la evidencia sobre su eficacia es variable^{[38][39][40][41]}.

Nuevas terapias han sido introducidas con el objetivo de mejorar los resultados estéticos y funcionales de las cicatrices por quemaduras. Entre ellas, se han explorado infiltraciones con agentes quimioterapéuticos como 5-fluorouracilo, mitomicina C y bleomicina, que han mostrado efectos modestos en la reducción de la altura de la cicatriz. También se ha investigado el injerto de grasa autóloga, aunque estudios recientes no han evidenciado mejoras significativas en pigmentación, vascularización o altura de la cicatriz tras su aplicación^{[42][43][44]}.

El uso de tecnología láser ha emergido como una opción prometedora en el tratamiento de cicatrices hipertróficas y eritematosas. Se ha observado que los láseres fotodinámicos

pueden ser útiles en cicatrices eritematosas tempranas, mientras que los láseres fraccionales han mostrado beneficios en la remodelación de cicatrices hipertróficas, irregularidades superficiales y contracturas. Sin embargo, se requieren estudios multicéntricos para definir su papel óptimo en la reconstrucción de quemaduras^{[45][46]}.

El futuro de la regeneración tisular: células madre y terapia celular

La medicina regenerativa y la terapia celular han revolucionado el tratamiento de enfermedades en las que hay un déficit celular, incluyendo patologías neurodegenerativas, diabetes, enfermedades cardiovasculares y, recientemente, el manejo de heridas y quemaduras^{[47][48][49]}. Estas estrategias buscan no solo reparar tejidos dañados, sino también modular la respuesta inflamatoria y acelerar la cicatrización.

Para lograr este objetivo, se han desarrollado dos enfoques principales:

1. Diferenciación dirigida, en la que células madre pluripotentes (ESCs o iPSCs) son inducidas a diferenciarse siguiendo procesos similares a los del desarrollo embrionario mediante factores de crecimiento como TGF-β, WNT y FGF, así como sistemas de co-cultivo^{[50][51]}.

2. Transdiferenciación o reprogramación celular, en la que células diferenciadas son convertidas directamente en el tipo celular deseado sin pasar por un estado pluripotente, utilizando factores de transcripción específicos [52].

Aplicación de células madre en el tratamiento de quemaduras

El uso de terapia celular en el tratamiento de quemaduras comenzó con los autoinjertos epiteliales compuestos (CEA) en 1975 y ha evolucionado hacia el empleo de sustitutos dérmicos bioingenierizados y células madre. Las células madre mesenquimales (MSCs), las células pluripotentes inducidas (iPSCs) y los linfocitos T $\gamma\delta$ han emergido como estrategias terapéuticas prometedoras, no solo en la regeneración de la piel, sino también en la modulación de la respuesta inflamatoria y metabólica sistémica post-quemadura [53][54][55].

Las MSCs han mostrado efectos inmunomoduladores significativos al atenuar la liberación de citoquinas proinflamatorias y la producción de óxido nítrico, al mismo tiempo que promueven la expresión de citoquinas antiinflamatorias como TGF- β , IL-10 e IL-12. También han demostrado efectos antiapoptóticos, inmunosupresores y antifibróticos, lo que las hace candidatas ideales para reducir el daño por isquemia y promover la cicatrización de heridas complejas [56].

Un enfoque innovador es la terapia génica combinada con terapia celular para el tratamiento de heridas crónicas. Esta estrategia implica la inserción de genes en células receptoras mediante transfección viral, inyección de ADN desnudo o vectores liposomales. La administración secuencial de genes de factores de crecimiento en momentos estratégicos del proceso de cicatrización ha mostrado resultados prometedores [57][58].

Bioingeniería de tejidos y mejora de la terapia con células madre

Para potenciar los efectos de la terapia celular en pacientes con quemaduras, es fundamental el desarrollo de matrices tridimensionales y andamios biocompatibles que favorezcan la integración celular en el sitio de la lesión. La ingeniería de tejidos se ha enfocado en mejorar las condiciones de cultivo y acondicionamiento celular para aumentar la supervivencia y funcionalidad de las células tras su trasplante [59].

La investigación en células madre ha demostrado que el principal mecanismo terapéutico no es su diferenciación en queratinocitos o fibroblastos, sino su capacidad de secretar mediadores paracrinos y factores de crecimiento que favorecen la regeneración cutánea y modulan la inflamación [55][56][57][58][59][60]. En este sentido, las MSCs podrían convertirse en una alternativa a la resucitación con grandes volúmenes de fluidos y ser un complemento en estrategias de ventilación protectora en pacientes con quemaduras severas.

Aplicaciones tecnológicas en entornos de bajos recursos

El acceso a tecnología avanzada sigue siendo un desafío en países de bajos ingresos, donde ocurren el 95% de las quemaduras que requieren atención médica. En estos contextos, la educación en prevención y la capacitación en el manejo temprano son estrategias clave [61][62][63]. La implementación de estándares clínicos y protocolos de manejo basados en evidencia ha sido fundamental en la mejora del cuidado de pacientes quemados en estos entornos [64][65]. Estas estrategias no solo optimizan la atención aguda, sino que también reducen la incidencia de secuelas y complicaciones a largo plazo.

Perspectivas futuras y desafíos en el manejo global de quemaduras

El futuro del manejo de quemaduras depende del impulso de la investigación traslacional y la integración de múltiples disciplinas médicas para desarrollar estrategias innovadoras y personalizadas. La ingeniería tisular y la terapia celular, incluyendo células madre y terapia génica, abren nuevas posibilidades para la regeneración cutánea y la modulación del proceso inflamatorio, aunque aún enfrentan desafíos en escalabilidad, viabilidad clínica y regulación bioética [66][67]. La colaboración entre cirujanos plásticos, intensivistas, bioingenieros y especialistas en inmunología es crucial para optimizar terapias avanzadas y reducir complicaciones como la sepsis y la fibrosis cicatricial. El desarrollo de modelos predictivos basados en inteligencia artificial y big data permitirá personalizar tratamientos y mejorar la toma de decisiones en tiempo real, facilitando la identificación temprana de complicaciones y optimizando la distribución de recursos en centros de atención especializada. La medicina traslacional jugará un papel clave en la validación de nuevas terapias, asegurando que los avances en biotecnología y farmacología se integren eficazmente en la práctica clínica. A medida que las investigaciones progresan, será esencial fomentar redes internacionales de colaboración científica que aceleren la transferencia de conocimientos y permitan adaptar innovaciones a diversos contextos socioeconómicos, reduciendo la brecha en el acceso a tratamientos de vanguardia. Lo anteriormente descrito a lo largo de este manuscrito debe ser considerado por todas las unidades de cuidado de pacientes quemados para brindar y conocer todas las alternativas de vanguardia para mejorar los desenlaces clínicos (Figura 3).

Discusión

El presente análisis resalta una transformación sustancial en la concepción terapéutica del paciente quemado, pasando de un enfoque centrado en la supervivencia inmediata a una visión más integral, prolongada y reparadora. En particular, los avances tecnológicos aplicados a la resucitación hídrica reflejan no solo un progreso técnico, sino también un cambio conceptual en la forma de abordar la fisiología del paciente quemado: el objetivo ya no es solo reponer volumen, sino



Figura 3. Avances en el manejo cicatricial y terapéutico del paciente quemado.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

modular dinámicamente la perfusión tisular sin incurrir en complicaciones como el “fluid creep”. La incorporación de algoritmos asistidos por inteligencia artificial, como el sistema del USAISR, representa un punto de inflexión, aunque su uso sigue circunscrito a centros con alto nivel de especialización y disponibilidad tecnológica [28].

En este mismo sentido, el soporte ventilatorio ha dejado de ser una intervención puramente mecánica para convertirse en una estrategia fisiológica finamente ajustada. La adopción de modalidades avanzadas como HFPV y HFOV, junto con técnicas complementarias como la posición prona y la administración de óxido nítrico inhalado, no solo busca mejorar la oxigenación, sino también reducir la injuria inducida por el ventilador y preservar la integridad pulmonar. Sin embargo, la falta de estudios comparativos amplios y su limitada aplicabilidad en escenarios de urgencia o en países de ingresos bajos sigue siendo una preocupación relevante [29][30].

Más allá del soporte vital inicial, el reto del manejo metabólico del paciente quemado permanece vigente. Si bien se ha avanzado en reconocer el estado hipermetabólico como un fenómeno sistémico de largo aliento, con implicaciones inmunológicas, endocrinas y musculares, la traducción de este conocimiento en intervenciones efectivas sigue siendo incompleta. El uso de fármacos como la oxandrolona abre nuevas posibilidades, pero la falta de esquemas de dosificación estandarizados y su evaluación en poblaciones específicas limitan su adopción global [33][34][35]. La sepsis, por su parte, continúa siendo el talón de Aquiles en la evolución clínica del paciente. Aunque se han desarrollado estrategias preventivas más agresivas, como la escisión precoz y el empleo de apósitos inteligentes, la identificación de sepsis en etapas subclínicas y la toma de decisiones terapéuticas precoces sigue representando una brecha crítica. Los

biomarcadores prometen ser aliados diagnósticos valiosos, pero su implementación aún no ha demostrado un impacto clínico suficientemente robusto [37][39].

En el campo reconstructivo, la cirugía plástica ha evolucionado hacia un espectro más amplio y menos invasivo. Las nuevas terapias cicatriciales, entre ellas las basadas en agentes intralesionales como el 5-fluorouracilo y la mitomicina C, así como la tecnología láser fraccional, permiten abordar no solo la función, sino también la estética, componente clave en la rehabilitación psicosocial del paciente. Sin embargo, su acceso está limitado a pocos centros y la ausencia de guías clínicas basadas en evidencia sólida obstaculiza su inclusión sistemática en protocolos terapéuticos [40][42][45][46].

El advenimiento de la medicina regenerativa ha sido una de las contribuciones más esperanzadoras en el tratamiento del paciente quemado, pero también una de las más complejas. La utilización de células madre, ya sea en forma de MSCs, iPSCs o combinadas con vectores de terapia génica, ha permitido explorar nuevas formas de regeneración cutánea. No obstante, su eficacia terapéutica parece residir más en la secreción de factores paracrinos que en la sustitución celular directa, lo que ha desplazado el enfoque desde la integración celular hacia el estudio de exosomas y mediadores solubles. Este cambio de paradigma es prometedor, pero exige nuevos métodos de producción, control de calidad y aprobación regulatoria que aún están lejos de ser homogéneos a nivel global [50][51][55][59][60]. La ingeniería de tejidos ha acompañado este progreso, construyendo andamios tridimensionales cada vez más biocompatibles, capaces de vehicular células, genes y fármacos. Su valor no solo radica en proporcionar soporte estructural, sino también en actuar como microambientes activos para la regeneración. Sin embargo, su uso masivo sigue limitado a laboratorios experimentales y

la brecha entre los desarrollos in vitro y la aplicación clínica efectiva sigue siendo amplia^[57].

Finalmente, los contextos de bajos recursos siguen siendo el gran desafío del siglo XXI. A pesar de que el 95% de las quemaduras ocurren en estos entornos, la mayoría de las innovaciones analizadas en esta revisión siguen concentradas en países de altos ingresos. Por ello, la implementación de medidas costo-efectivas, la educación comunitaria, la estandarización de cuidados básicos y el desarrollo de tecnologías frugales son aspectos prioritarios. Herramientas como la telemedicina, los algoritmos de inteligencia artificial simplificados y los kits de atención primaria adaptados a zonas rurales tienen el potencial de reducir brechas, siempre que estén acompañados de una política de salud coherente y sostenida^{[64][65]}. Esta complejidad no solo radica en la tecnología aplicada, sino en la integración interdisciplinaria que exige, en la formación continua del personal y en la adaptación de las innovaciones a cada realidad sociocultural. La medicina traslacional debe dejar de ser una aspiración y convertirse en una ruta concreta para llevar los avances biomédicos al lecho del paciente. En un entorno donde la supervivencia ya no es la única meta, sino también la calidad de vida y la reintegración social, las estrategias regenerativas, reconstructivas y predictivas deberán ocupar un lugar central en los próximos años.

Conclusiones

Los avances en el manejo de pacientes con quemaduras han transformado el enfoque terapéutico, logrando una reducción significativa en la mortalidad y mejorando los

desenlaces clínicos. La optimización de la reanimación, el soporte respiratorio avanzado y la modulación del estado hipermetabólico han permitido una recuperación más eficiente. No obstante, la complejidad de estas lesiones sigue representando un desafío, especialmente en la prevención de complicaciones a largo plazo y en la restauración de la función cutánea con resultados estéticos aceptables.

El desarrollo de terapias regenerativas y la bioingeniería de tejidos abren nuevas perspectivas en la reconstrucción de grandes áreas afectadas, con la posibilidad de restaurar estructuras anatómicas y mejorar la calidad de vida. La incorporación de inteligencia artificial y modelos predictivos podría optimizar la toma de decisiones y personalizar los tratamientos. Sin embargo, la accesibilidad a estas innovaciones sigue siendo desigual, lo que resalta la necesidad de fortalecer la investigación traslacional y fomentar estrategias colaborativas entre múltiples disciplinas para garantizar su implementación global.

Información complementaria

Contribución de autoría: Todos los autores han contribuido en la concepción, redacción de borrador-redacción del manuscrito final, revisión y aprobación del manuscrito.

Conflictos de interés: Los autores no declaran conflictos de interés.

Financiamiento: Autofinanciado

Disponibilidad de datos: No corresponde.

Referencias

- Ferrari AJ, Santomauro DF, Aali A, Abate YH, Abbafati C, Abbastabar H, et al. Global incidence, prevalence, years lived with disability (YLDs), disability-adjusted life-years (DALYs), and healthy life expectancy (HALE) for 371 diseases and injuries in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2024;403(10440):2133–61. DOI:10.1016/S0140-6736(24)00757-8.
- Liu X, Jiang Q, Wu P, Han L, Zhou P. Global incidence, prevalence and disease burden of silicosis: 30 years' overview and forecasted trends. *BMC Public Health*. 2023;23(1):2–3. DOI:10.1186/s12889-023-16295-2.
- Erdogan H, Sencan A. Analysis of the Epidemiological Features and Treatment Results of Burn Injuries in a Burn Center in Turkey. *J Burn Care Res*. 2024;45(1):169–79. DOI:10.1093/jbcr/irad119.
- Yakupu A, Zhang J, Dong W, Song F, Dong J, Lu S. The epidemiological characteristic and trends of burns globally. *BMC Public Health*. 2022;22(1):2–3. DOI: 10.1186/s12889-022-13887-2.
- James SL, Abate D, Abate KH, Abay SM, Abbafati C, Abbasi N, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 Diseases and Injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet*. 2018;392(10159):1789–858. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)32279-7.
- Abbfati C, Abbas KM, Abbasi M, Abbasifard M, Abbasi-Kangevari M, Abbastabar H, et al. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2020;396(10258):1204–22. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30925-9.
- Guy GP, Berkowitz Z, Watson M. Estimated cost of sunburn-Associated visits to us hospital emergency departments. *JAMA Dermatology*. 2017;153(1):90–2. DOI:10.1001/jamadermatol.2016.4231.
- Tripathi R, Mazmudar RS, Knusel KD, Ezaldein HH, Bordeaux JS, Scott JF. Trends in emergency department visits due to sunburn and factors associated with severe sunburns in the United States. *Arch Dermatol Res*. 2021;313(2):79–88. DOI: 10.1007/s00403-020-02073-2.
- Fan Di X, Joyce C, Mostaghimi A. Estimated cost of emergency sunburn visits - Validation of ICD-9-CM search criteria. *JAMA Dermatology*. 2017;153(6):612–3. DOI: 10.1001/jamadermatol.2017.0252.
- Rae L, Fidler P, Gibrán N. The Physiologic Basis of Burn Shock and the Need for Aggressive Fluid Resuscitation.

- Crit Care Clin. 2016;32(4):491–505. DOI:10.1016/j.ccc.2016.06.001.
11. Lundy JB, Chung KK, Pamplin JC, Ainsworth CR, Jeng JC, Friedman BC. Update on Severe Burn Management for the Intensivist. *J Intensive Care Med.* 2016;31(8):499–510. DOI:10.1177/0885066615592346.
 12. Wasiak J, Lee SJ, Paul E, Shen A, Tan H, Cleland H, *et al.* Female patients display poorer burn-specific quality of life 12 months after a burn injury. *Injury.* 2017;48(1):87–93. DOI:10.1016/j.injury.2016.07.032.
 13. Van Loey NEE, Van Son MJM. Psychopathology and psychological problems in patients with burn scars: Epidemiology and management. *Am J Clin Dermatol.* 2003;4(4):245–72. DOI:10.2165/00128071-200304040-00004.
 14. Huang YK, Su YJ. Burn severity and long-term psychosocial adjustment after burn injury: The mediating role of body image dissatisfaction. *Burns.* 2021;47(6):1373–80. DOI:10.1016/j.burns.2020.12.015.
 15. Berchiolla P, Gangemi EN, Foltran F, Haxhij A, Buja A, Lazzarato F, *et al.* Predicting severity of pathological scarring due to burn injuries: A clinical decision making tool using Bayesian networks. *Int Wound J.* 2014;11(3):246–52. DOI:10.1111/j.1742-481X.2012.01080.x.
 16. Pavoni V, Giancesello L, Paparella L, Buoninsegni LT, Barboni E. Outcome predictors and quality of life of severe burn patients admitted to intensive care unit. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2010;18(1). DOI:10.1186/1757-7241-18-24.
 17. Spronk I, Polinder S, Haagsma JA, Nieuwenhuis M, Pijpe A, van der Vlies CH, *et al.* Patient-reported scar quality of adults after burn injuries: A five-year multicenter follow-up study. *Wound Repair Regen.* 2019;27(4):406–14. DOI:10.1111/wrr.12709.
 18. Jeschke MG, van Baar ME, Choudhry MA, Chung KK, Gibran NS, Logsetty S. Burn injury. *Nat Rev Dis Prim.* 2020;6(1). DOI:10.1038/s41572-020-0145-5.
 19. Burgess M, Valdera F, Varon D, Kankuri E, Nuutila K. The Immune and Regenerative Response to Burn Injury. *Cells.* 2022;11(19). DOI:10.3390/cells11193073.
 20. AlHawaj A, AlMadhoob M, Alkhanzaizi R, AlHaddad A. Evaluation of White Blood Cell Count, Lymphocyte Percentage, Neutrophil Percentage, and Elevated Temperature as Predictors of Wound Infection in Burn Patients. *Cureus.* 2024;16(6). DOI:10.7759/cureus.63172.
 21. Rowan MP, Cancio LC, Elster EA, Burmeister DM, Rose LF, Natesan S, *et al.* Burn wound healing and treatment: Review and advancements. *Crit Care.* 2015;19(1). DOI:10.1186/s13054-015-0961-2.
 22. Burmeister DM, Chu GCY, Chao T, Heard TC, Gómez BI, Sousse LE, *et al.* ASCs derived from burn patients are more prone to increased oxidative metabolism and reactive oxygen species upon passaging. *Stem Cell Res Ther.* 2021;12(1):1–2. DOI:10.1186/s13287-021-02327-4.
 23. Navickis RJ, Greenhalgh DG, Wilkes MM. Albumin in burn shock resuscitation: A meta-Analysis of controlled clinical studies. *J Burn Care Res.* 2016;37(3):e268–78. DOI:10.1097/BCR.000000000000201.
 24. Pruitt BA. Protection from excessive resuscitation: “Pushing the pendulum back.” *J Trauma - Inj Infect Crit Care.* 2000;49(3):567–8. DOI:10.1097/00005373-200009000-00030.
 25. Béchir M, Puhan MA, Neff SB, Guggenheim M, Wedler V, Stover JF, *et al.* Early fluid resuscitation with hyperoncotic hydroxyethyl starch 200/0.5 (10%) in severe burn injury. *Crit Care.* 2010;14(3). DOI:10.1186/cc9086.
 26. Wang Y, Beekman J, Hew J, Jackson S, Issler-Fisher AC, Parungao R, *et al.* Burn injury: Challenges and advances in burn wound healing, infection, pain and scarring. *Adv Drug Deliv Rev.* 2018;123:3–17. DOI:10.1016/j.addr.2017.09.018.
 27. Aboelatta Y, Abdelsalam A. Volume overload of fluid resuscitation in acutely burned patients using transpulmonary thermodilution technique. *J Burn Care Res.* 2013;34(3):349–54. DOI:10.1097/BCR.0b013e3182642b32.
 28. Salinas J, Chung KK, Mann EA, Cancio LC, Kramer GC, Serio-Melvin ML, *et al.* Computerized decision support system improves fluid resuscitation following severe burns: An original study. *Crit Care Med.* 2011;39(9):2031–8. DOI:10.1097/CCM.0b013e31821cb790.
 29. Palmieri TL. What's New in Critical Care of the Burn-Injured Patient? *Clin Plast Surg.* 2009;36(4):607–15. DOI:10.1016/j.cps.2009.05.012.
 30. Cartotto R, Cooper AB, Esmond JR, Gomez M, Fish JS, Smith T. Early clinical experience with high-frequency oscillatory ventilation for ARDS in adult burn patients. *J Burn Care Rehabil.* 2001;22(5):325–33. DOI:10.1097/00004630-200109000-00006.
 31. Reper P, Van Bos R, Van Loey K, Van Laeke P, Vanderkelen A. High frequency percussive ventilation in burn patients: Hemodynamics and gas exchange. *Burns.* 2003;29(6):603–8. DOI:10.1016/S0305-4179(03)00068-8.
 32. Chung KK, Rhie RY, Lundy JB, Cartotto R, Henderson E, Pressman MA, *et al.* A survey of mechanical ventilator practices across burn centers in North America. *J Burn Care Res.* 2016;37(2):e131–9. DOI:10.1097/BCR.0000000000000270.
 33. Jeschke MG. Clinical review: Glucose control in severely burned patients - current best practice. *Crit Care.* 2013;17(4). DOI:10.1186/cc12678.
 34. Venkatesh K, Henschke A, Lee RP, Delaney A. Patient-centred outcomes are under-reported in the critical care burns literature: a systematic review. *Trials.* 2022;23(1). DOI:10.1186/s13063-022-06104-3.
 35. Zhang J, Luo W, Miao C, Zhong J. Hypercatabolism and Anti-catabolic Therapies in the Persistent Inflammation, Immunosuppression, and Catabolism Syndrome. *Front Nutr.* 2022;9. DOI:10.3389/fnut.2022.941097.
 36. De Simone B, Chouillard E, Podda M, Pararas N, de Carvalho Duarte G, Fugazzola P, *et al.* The 2023 WSES guidelines on the management of trauma in elderly and frail patients. *World J Emerg Surg.* 2024;19(1). DOI:10.1186/s13017-024-00537-8.
 37. Avni T, Levcovich A, Ad-El DD, Leibovici L, Paul M. Prophylactic antibiotics for burns patients: Systematic review and meta-analysis. *BMJ.* 2010;340(7745):517. DOI:10.1136/bmj.c241.
 38. Tausche AK, Skaria M, Böhlen L, Liebold K, Hafner J, Friedlein H, *et al.* An autologous epidermal equivalent tissue-engineered from follicular outer root sheath keratinocytes is as effective as split-thickness skin autograft in recalcitrant vascular leg ulcers. *Wound Repair Regen.* 2003;11(4):248–52. DOI:10.1046/j.1524-475X.2003.11403.x.
 39. Vig K, Chaudhari A, Tripathi S, Dixit S, Sahu R, Pillai S, *et al.* Advances in skin regeneration using tissue engineering. *Int J Mol Sci.* 2017;18(4). DOI:10.3390/ijms18040789.
 40. Ríos-Galacho M, Martínez-Moreno D, López-Ruiz E, Gálvez-Martín P, Marchal JA. An Overview on the Manufacturing of Functional and Mature Cellular Skin Substitutes. *Tissue Eng - Part B Rev.* 2022;28(5):1035–52. DOI:10.1089/ten.teb.2021.0131.
 41. Gauglitz GG. Management of keloids and hypertrophic scars: Current and emerging options. *Clin Cosmet Investig Dermatol.* 2013;6:103–14. DOI:10.2147/CCID.S35252.
 42. Jones CD, Guiot L, Samy M, Gorman M, Tehrani H. The use of chemotherapeutics for the treatment of keloid scars. *Dermatology Reports.* 2015;7(2):15–9. DOI:10.4081/dr.2015.5880.

43. Gal S, Ramirez JI, Maguina P. Autologous fat grafting does not improve burn scar appearance: A prospective, randomized, double-blinded, placebo-controlled, pilot study. *Burns* . 2017;43(3):486–9. DOI:10.1016/j.burns.2016.09.019.
44. Isaac K, Umraw N, Cartotto R. Construction of skin graft seams in burn patients: A prospective randomized double-blinded study. *J Burn Care Res*. 2016;37(6):397–403. DOI:10.1097/BCR.0000000000000433.
45. Tredget EE, Levi B, Donelan MB. Biology and principles of scar management and burn reconstruction. *Surg Clin North Am*. 2014;94(4):793–815. DOI:10.1016/j.suc.2014.05.005.
46. Thanh LT Van, Quan TS, Anh LV, Hung TQ, Vuong NL. The Efficacy of Intense Pulsed Light in the Treatment of Keloids and Hypertrophic Scars. *J Lasers Med Sci*. 2023;14. DOI:10.34172/jlms.2023.13.
47. Lengner CJ. IPS cell technology in regenerative medicine. *Ann N Y Acad Sci*. 2010;1192:38–44. DOI:10.1111/j.1749-6632.2009.05213.x.
48. Zhang F, Citra F, Wang DA. Prospects of induced pluripotent stem cell technology in regenerative medicine. *Tissue Eng - Part B Rev*. 2011;17(2):115–24. DOI:10.1089/ten.teb.2010.0549.
49. Senís E, Mosteiro L, Grimm D, Abad M. A versatile in vivo system to study myc in cell reprogramming. *Methods Mol Biol*. 2021;2318:267–79. DOI:10.1007/978-1-0716-1476-1_14.
50. Sancricca C. Mesenchymal stromal cells from human perinatal tissues: From biology to cell therapy. *World J Stem Cells*. 2010;2(4):81. DOI:10.4252/wjsc.v2.i4.81.
51. Li L, Li T, Zhang Y, Pan Z, Wu B, Huang X, *et al.* Peroxisome proliferator-activated receptor β/δ activation is essential for modulating p-Foxo1/Foxo1 status in functional insulin-positive cell differentiation. *Cell Death Dis*. 2015;6(4):1–2. DOI:10.1038/cddis.2015.88.
52. Babina IS, Turner NC. Advances and challenges in targeting FGFR signalling in cancer. *Nat Rev Cancer*. 2017;17(5):318–32. DOI:10.1038/nrc.2017.8.
53. Grogan S, Kopcow J, D'Lima D. Challenges Facing the Translation of Embryonic Stem Cell Therapy for the Treatment of Cartilage Lesions. *Stem Cells Transl Med*. 2022;11(12):1186–95. DOI:10.1093/stcltm/szac078.
54. Xu X, Browning VL, Odorico JS. Activin, BMP and FGF pathways cooperate to promote endoderm and pancreatic lineage cell differentiation from human embryonic stem cells. *Mech Dev*. 2011;128(7–10):412–27. DOI:10.1016/j.mod.2011.08.001.
55. Lewis CJ. Stem cell application in acute burn care and reconstruction. *J Wound Care*. 2013;22(1):7–16. DOI:10.12968/jowc.2013.22.1.7.
56. Wu X, Jiang J, Gu Z, Zhang J, Chen Y, Liu X. Mesenchymal stromal cell therapies: Immunomodulatory properties and clinical progress. *Stem Cell Res Ther*. 2020;11(1):13287. DOI:10.1186/s13287-020-01855-9.
57. Rahimnejad M, Derakhshanfar S, Zhong W. Biomaterials and tissue engineering for scar management in wound care. *Burn Trauma*. 2017;5(1):41038. DOI:10.1186/s41038-017-0069-9.
58. Zhang W, Ishida Y, Nosaka M, Kuninaka Y, Ishigami A, Yasuda H, *et al.* Immunohistochemical analysis of PDGFR- α for wound age determination. *Int J Legal Med*. 2024;138(4):1351–6. DOI:10.1007/s00414-024-03208-0.
59. Arno A, Smith AH, Blit PH, Al Shehab M, Gauglitz GG, Jeschke MG. Stem cell therapy: A new treatment for burns? *Pharmaceuticals*. 2011;4(10):1355–80. DOI:10.3390/ph4101355.
60. Sine CR, Belenkiy SM, Buel AR, Waters JA, Lundy JB, Henderson JL, *et al.* Acute Respiratory Distress Syndrome in Burn Patients: A Comparison of the Berlin and American-European Definitions. *J Burn Care Res*. 2016;37(5):e461–9. DOI:10.1097/BCR.0000000000000348.
61. Forjuoh SN. Burns in low- and middle-income countries: A review of available literature on descriptive epidemiology, risk factors, treatment, and prevention. *Burns*. 2006;32(5):529–37. DOI:10.1016/j.burns.2006.04.002.
62. Outwater AH, Ismail H, Mgalilwa L, Justin Temu M, Mbembati NA. Burns in Tanzania: morbidity and mortality, causes and risk factors: a review. *Int J Burns Trauma*. 2013;3(1):18–29. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3560491/>
63. Wanjeri JK, Kinoti M, Olewe THAM. Risk factors for burn injuries and fire safety awareness among patients hospitalized at a public hospital in Nairobi, Kenya: A case control study. *Burns*. 2018;44(4):962–8. DOI:10.1016/j.burns.2017.11.007.
64. Atiyeh BS, Costagliola M. Cultured epithelial autograft (CEA) in burn treatment: Three decades later. *Burns*. 2007;33(4):405–13. DOI:10.1016/j.burns.2006.11.002.
65. Potokar T, Anderson P. Use of dermal regeneration templates in a low resource environment. *Scars, Burn Heal*. 2016;2:205951311667279. DOI:10.1177/2059513116672790.
66. Nourian Dehkordi A, Mirahmadi Babaheydari F, Chehelgerdi M, Raeisi Dehkordi S. Skin tissue engineering: Wound healing based on stem-cell-based therapeutic strategies. *Stem Cell Res Ther*. 2019;10(1). DOI:10.1186/s13287-019-1212-2.
67. Wu Y, Zhao RCH, Tredget EE. Concise review: Bone marrow-derived stem/progenitor cells in cutaneous repair and regeneration. *Stem Cells*. 2010;28(5):905–15. DOI:10.1002/stem.420.