

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE MEDICINA

“IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL TRATAMIENTO DE QUEMADURAS PEDIÁTRICAS: UNA REVISIÓN NARRATIVA”

Requisito previo para optar por el Título por el título de Médico

Modalidad: Artículo Científico

Autor: Balseca Artos, Eddy Efren

Tutor: Dr. Esp. Fiallos Brito, Edisson Javier

Ambato – Ecuador

Septiembre 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Artículo Científico sobre el tema:

"IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL TRATAMIENTO DE QUEMADURAS PEDIÁTRICAS: UNA REVISIÓN NARRATIVA", desarrollado por BALSECA ARTOS EDDY EFREN, estudiante de la carrera de medicina de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Ambato; considero que reúne los requisitos técnicos, científicos y corresponden a lo establecido en las normas legales para el proceso de graduación de la Institución; por lo mencionado autorizo la presentación de la investigación ante el organismo pertinente, para que sea sometido a la evaluación de docentes calificadores, designado por el Honorable Consejo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Septiembre 2024

EL TUTOR

Firmado electrónicamente por:
EDISSON JAVIER
FIALLOS BRITO

……

Dr. Esp. Fiallos Brito, Edisson Javier

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los criterios emitidos en el Artículo de Revisión "**IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL TRATAMIENTO DE QUEMADURAS PEDIÁTRICAS: UNA REVISIÓN NARRATIVA**", como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, son de autoría y exclusiva responsabilidad de la compareciente, los fundamentos de la investigación se han realizado en base a recopilación bibliográfica y antecedentes investigativos

Ambato, Septiembre 2024

EL AUTOR



……

Balseca Artos, Eddy Efren

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, **BALSECA ARTOS EDDY EFREN** con cédula de identidad 2300616972 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **"IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL TRATAMIENTO DE QUEMADURAS PEDIÁTRICAS: UNA REVISIÓN NARRATIVA",** autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Septiembre 2024

El AUTOR



Firmado electrónicamente por:
EDDY EFREN BALSECA ARTOS

……

Balseca Artos Eddy Efren

CI. 2300616972

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, **FIALLOS BRITO ÉDISSON JAVIER** con CI: en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL TRATAMIENTO DE QUEMADURAS PEDIÁTRICAS: UNA REVISIÓN NARRATIVA”,** autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Septiembre 2024

EL TUTOR



……

Dr. Esp. Fiallos Brito Edisson Javier

CI. 1803691458

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el Informe del Trabajo de Titulación, sobre el tema: **"IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL TRATAMIENTO DE QUEMADURAS PEDIÁTRICAS: UNA REVISIÓN NARRATIVA",** estudiante de la Universidad Técnica de Ambato de la Carrera de Medicina.

Ambato, Septiembre 2024

Parar su constancia firma;

……..

Presidente

…….…… ……..……

1er Vocal 2do Vocal

Instituto Nacional de Pediatría
Dirección enseñanza
Unidad de Publicaciones Médicas

Cd. de México, a 10 de mayo 2024.

Dr. Eddy Efren Balseca Artos
Universidad Técnica de Ambato. Facultad ciencias de la salud – Medicina. Ambato. Ecuador

Estimado Dr. Balseca:

Le informamos que el artículo titulado **"Implementación de nuevas tecnologías en el tratamiento de quemaduras pediátricas: Una revisión narrativa**, cuyos autores son además de usted el Dr- **Edisson Javier Fiallos Brito** ha sido aceptado para publicación en la revista Acta Pediatrica de México" (Acta Pediatr Méx. ISSN: 0186-2391 e-ISSN: 2395-8235) como parte del Volumen 45 que se publicará en el año en curso.

.

Atentamente

Dr. Felipe Aguilar Ituarte
Editor en jefe

DEDICATÓRIA

En primer lugar, este triunfo se lo quiero dedicar a mis padres y hermanos, por ser los principales promotores de mis sueños, darme la fortaleza necesaria en cada paso de mi vida personal y profesional; por confiar y creer en mis expectativas, por los valores y principios que me han inculcado día a día.

A todos mis profesores de la Universidad por su valiosa guía y apoyo a lo largo de mi carrera universitaria; y médicos que han sido una guía dentro y fuera del área hospitalaria, y han permitido llegar donde ahora estoy.

Balseca Artos, Eddy Efren

Ambato, Septiembre 2024

AGRADECIMIENTO

Me complace comenzar expresando mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido en la realización de esta tesis. En primer lugar, quiero agradecer el apoyo recibido por mis padres, hermanos y demás familia quienes han puesta su confianza en mí, por apoyarme e impulsarme por ser cada día mejor. Gracias por su amor, paciencia y motivación, los cuales me han impulsado a seguir adelante. Siempre han estado dispuestos a apoyarme en todo momento, especialmente en aquellos momentos de estrés y preocupación, mi tutor y profesores de la Universidad por su valiosa guía y apoyo a lo largo de mi carrera universitaria. Gracias a su conocimiento y experiencia, he adquirido un amplio conocimiento en el campo de la medicina que me ha permitido realizar esta investigación.

No puedo dejar de lado a mis compañeros de estudio y amigos, quienes han sido un apoyo fundamental en todo momento. Agradezco la oportunidad de aprender y crecer junto a ustedes como equipo. Agradezco los debates y discusiones que hemos tenido, los cuales me han permitido tener una perspectiva más amplia y crítica sobre el tema.

Balseca Artos, Eddy Efren

Ambato, Septiembre 202

IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL TRATAMIENTO DE QUEMADURAS PEDIÁTRICAS: UNA REVISIÓN NARRATIVA

Balseca Artos, Eddy Efren[1]; Fiallos Brito, Edisson Javier [2]

1. Interno Rotativo De Medicina. Hospital General Ambato. Universidad Técnica de Ambato. Facultad ciencias de la salud – Medicina. Ambato. Ecuador. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9490-1613
2. Doctor Especialista en Pediatría y Cuidados Intensivos Pediátricos Hospital Regional Docente Ambato. Universidad Técnica De Ambato. Facultad ciencias de la salud – Medicina. Ambato. Ecuador. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3906-360X

Resumen

Las quemaduras en niños y adultos exhiben diferencias fisiopatológicas derivadas de las características anatómicas y fisiológicas propias de cada grupo etario, por lo cual las quemaduras son graves y requieren atención médica inmediata. El cálculo de la superficie total quemada precisa es crucial, sin embargo, los métodos actuales como la tabla de Lund y Browder, la regla de los nueve o los diagramas bidimensionales están sujetos a una variación entre evaluadores y sobrestiman gravemente el área quemada. Una estimación inexacta de la extensión quemadura genera traslados innecesarios a centros de quemados, sobrecarga de líquidos, incremento de la estancia hospitalaria y secuelas a mediano y largo plazo. Para abordar estos desafíos, se ha evaluado una serie de aplicaciones para teléfonos móviles e inteligencia artificial, así como la implementación de la realidad virtual, uso de sustitutos cutáneos y terapias bioactivas que permitan reducir los costos en el área hospitalaria. El desarrollo e implementación de herramientas terapéuticas ejemplifica cómo la medicina está evolucionando, no obstante, es

importante destacar la necesidad de extender la investigación en este campo para optimizar el pronóstico y calidad de vida.

PALABRAS CLAVES**:** QUEMADURAS EN PEDIATRÍA; REDES NEURONALES; APLICACIONES MÓVILES; INTELIGENCIA ARTIFICIAL; TRATAMIENTO.

IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL TRATAMIENTO DE QUEMADURAS PEDIÁTRICAS: UNA REVISIÓN NARRATIVA

Balseca Artos, Eddy Efren[1]; Fiallos Brito, Edisson Javier [2]

1. Rotating Medicine Intern. Ambato General Hospital. Technical University of Ambato. Faculty of health sciences – Medicine. Ambato. Ecuador. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9490-1613
2. Doctor Specialist in Pediatrics and Pediatric Intensive Care Ambato Regional Teaching Hospital. Technical University of Ambato. Faculty of health sciences – Medicine. Ambato. Ecuador. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3906-360X

Abstract

Burns in children and adults exhibit pathophysiological differences derived from the anatomical and physiological characteristics of each age group, which is why burns are serious and require immediate medical attention. Calculating accurate total burned area is crucial, however, current methods such as the Lund and Browder table, the rule of nine, or two-dimensional plots are subject to inter-rater variation and severely overestimate the burned area. An inaccurate estimate of the extent of the burn generates unnecessary transfers to burn centers, fluid overload, increased hospital stay, and medium and long-term sequelae. To address these challenges, a series of applications for mobile phones and artificial intelligence have been evaluated, as well as the implementation of virtual reality, the use of skin substitutes and bioactive therapies that allow reducing costs in the hospital area. The development and implementation of therapeutic tools exemplifies how medicine is evolving; however, it is important to highlight the need to extend research in this field to optimize prognosis and quality of life.

KEYWORD**S:** BURNS IN PEDIATRICS; NEURAL NETWORKS; MOBILE APPS; MACHINE INTELLIGENCE; TREATMENT

Antecedentes

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define las quemaduras como lesiones en la piel o tejido orgánico causadas por calor, fricción, radiación, radiactividad, electricidad o productos químicos. **(Jordan et al., 2022)** Estas constituyen el cuarto tipo más común de traumatismo pediátrico a nivel mundial, con una morbimortalidad significativa antes de los cinco años, generando una carga socioeconómica considerable para la sociedad y los servicios de salud. **(Jordan et al., 2022)** La complejidad de las quemaduras, dada su diversidad de causas, demanda una atención y comprensión integral para abordar adecuadamente sus implicaciones clínicas y sociales. La importancia de su reconocimiento y gestión eficaz se vuelve evidente al considerar el impacto que tienen en la salud y el bienestar de los niños, así como en los recursos de los servicios de salud.

Para hacer frente a esta problemática, es esencial no solo comprender la diversidad de factores desencadenantes, sino también adoptar estrategias preventivas efectivas y mejorar los protocolos de tratamiento. La carga socioeconómica asociada con las quemaduras pediátricas subraya la necesidad de investigaciones continuas, intervenciones eficaces y una conciencia pública mejorada para mitigar su impacto en la población infantil. Las quemaduras pediátricas se tornan hemodinámicamente preocupantes cuando el área de superficie corporal (ASC) afectada supera el 10%. Sin embargo, lesiones de menor extensión también están asociadas con deterioros en el funcionamiento psicosocial que dificultan la adaptación a corto y largo plazo. **(Mulatu et al., 2022)** En estos casos, el manejo inicial debe seguir el protocolo de soporte vital avanzado, donde la precisión en la estimación del área quemada resulta crucial para la reanimación hidroelectrolítica, el mantenimiento de la diuresis y la estabilidad hemodinámica. La incorrecta estimación de la extensión quemada repercute en el tratamiento inicial, el traslado a centros especializados y la posibilidad de sobrecarga de líquidos durante la reanimación.

La reanimación con líquidos durante las primeras 24 horas se ha convertido en un pilar fundamental para la atención médica, ya que su omisión agrava el riesgo de complicaciones. La hipovolemia incrementa la mortalidad y el riesgo de lesión renal aguda. No obstante, el exceso de líquido puede ocasionar edema tisular, convirtiendo la precisa estimación de la superficie corporal total quemada (SCTQ) en un desafío en pacientes pediátricos, dado que los métodos convencionales presentan problemas de sobreestimación y variación entre observadores**. (Leclerc et al., 2021)**

La innovación tecnológica ha producido avances realmente notables en la atención de salud durante las últimas décadas lo que permitido superar limitaciones de tratamientos convencionales. En los últimos años, los avances en una variedad de áreas han ayudado a mejorar la prestación de atención médica y los resultados en el manejo de pacientes quemados, se ha desarrollado herramientas digitales como aplicaciones móviles, uso de sistemas de escaneo tridimensional ofreciendo ventajas claras sobre los métodos clásicos y reduciendo el riesgo de errores en la administración de líquidos, **(Retrouvey et al., 2018)** además de la introducción apósitos bioactivos y terapias innovadoras que ofrecen alternativas al autoinjerto y mejoran la comodidad del paciente durante el cambio de apósito. **(Schlottmann et al., 2021)**

Además, se han desarrollado terapias dirigidas a la respuesta hipermetabólica en pacientes con quemaduras graves. Actualmente, el uso de ácido ascórbico permite mitigar el estrés oxidativo, mejorando la respuesta inmunológica en pacientes con quemaduras, con un impacto significativo en su progreso clínico. Además de la reanimación con líquidos, el manejo del dolor es esencial, y se recurre a diversos agentes farmacológicos. **(McGovern et al., 2022)** Sin embargo, la realidad virtual ha emergido como una herramienta prometedora que disminuye la ansiedad y el dolor en pacientes sometidos a procedimientos dolorosos**. (Xiang et al., 2021)**

Metodología

El propósito de este artículo fue identificar y evaluar de manera crítica las tecnologías sanitarias disponibles, según la literatura, que puedan ser implementadas de manera efectiva en el tratamiento convencional de pacientes pediátricos con quemaduras. El objetivo principal se centró en mejorar el pronóstico, reducir la duración de la estancia hospitalaria, gestionar los costos y minimizar las complicaciones.

Se llevó a cabo una exhaustiva búsqueda bibliográfica en diversas bases de datos, como *Medline, Cochrane, Scopus, PubMed, Science Direct, Springer Link, Ovid, Web of Science y Embase*. La inclusión abarcó una variedad de documentos, como artículos originales, estudios multicéntricos, reportes científicos, revisiones bibliográficas, revisión sistemática, memorias epidemiológicas, metaanálisis y documentos de consenso relacionados con el tema. Además, se consideraron datos históricos publicados en revistas de alto impacto en los últimos 5 años en español o inglés.

En el proceso de selección, se excluyeron estudios que no estuvieran completamente accesibles, así como aquellos con resultados no concluyentes. La búsqueda se guió por palabras clave y términos MESH, tales como "pediatric burns", "neural networks", "mobile apps", "machine intelligence", "technology" y "treatment". En última instancia, se incluyeron 83 artículos en inglés y español que cumplían con los criterios establecidos para contribuir al enriquecimiento de la comprensión en este ámbito.

Implementación de tecnologías sanitarias

En la presente era caracterizada por crecientes presiones de costos, reestructuración en la prestación y pago de la atención médica, y una demanda ampliada por parte de los consumidores, la tecnología sigue siendo fundamental en el ámbito de la atención médica. La tecnología sanitaria, conforme a la definición de

la OMS, se refiere a "la aplicación de conocimientos y habilidades organizados en forma de dispositivos, medicamentos, vacunas, procedimientos y sistemas desarrollados para resolver un problema de salud y mejorar la calidad de vida". **(Cresswell et al., 2020; van Gemert-Pijnen, 2022)**

El éxito de la implementación de las tecnologías sanitarias en la práctica clínica depende en gran medida del enfoque adoptado durante su implementación. En este contexto, la implementación de la Evaluación de Tecnologías Sanitarias (ETS) representa un enfoque sistemático y multidisciplinario que tiene como propósito determinar el valor de una tecnología sanitaria y proporcionar orientación sobre cómo integrar estas tecnologías en los sistemas de salud a nivel mundial, teniendo en cuenta tanto sus consecuencias directas como indirectas. **(Cresswell et al., 2020; van Gemert-Pijnen, 2022)**

La implementación de cualquier tecnología en la atención sanitaria comunitaria se considera un desafío. Sin embargo, la ETS se trata de un proceso transparente y responsable que los tomadores de decisiones y otras partes interesadas pueden emplear para respaldar la toma de decisiones en políticas de atención médica, al ofrecer evidencia sobre tecnologías específicas. A menudo, se describe la ETS como un puente que conecta el mundo de la investigación con el de la formulación de políticas, facilitando así una transición fluida y eficaz de los avances científicos a la práctica clínica y las políticas de salud. **(van Gemert-Pijnen, 2022)**

Epidemiología

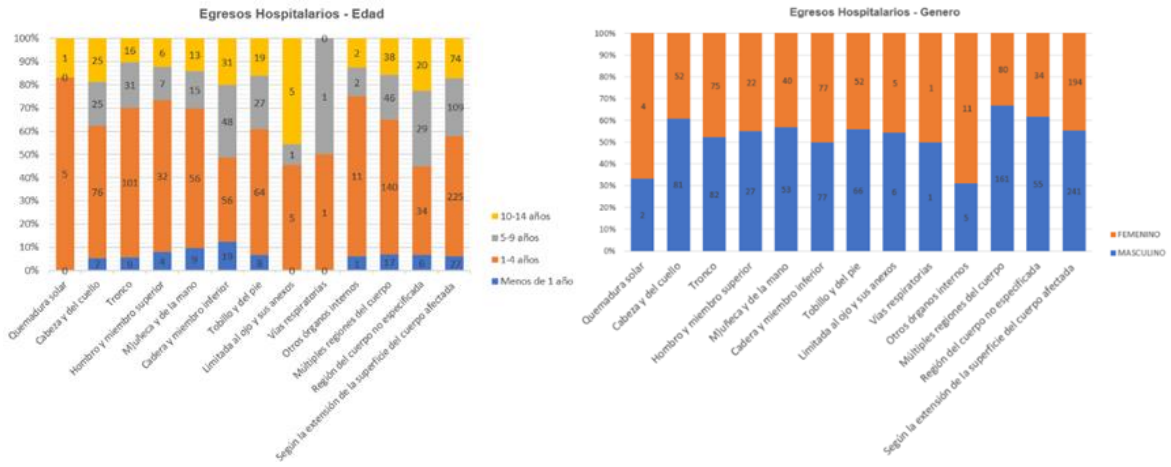
A pesar de los diferentes avances tecnológicos presentados en las últimas décadas, las quemaduras constituyen una de las principales causas de discapacidad y mortalidad en la población pediátrica. Se reporta actualmente una tasa de 3,9 muertes pediátricas por cada 100 mil habitantes, especialmente en países en desarrollo. **(Mamo et al., 2023)** La gravedad de estas lesiones varía desde superficiales hasta de espesor total, con tiempos de hospitalización

prolongados y necesidad de intervención quirúrgica. De acuerdo con Minhazul y colaboradores, más del 90% de las quemaduras pediátricas ocurren en el hogar, siendo la cocina el lugar principal con una incidencia del 60.9%. **(Abedin et al., 2022)** Este estudio señala que los niños que residen en áreas rurales, especialmente en la edad preescolar, tienen una mayor probabilidad de sufrir quemaduras en comparación con sus contrapartes urbanas.

Aunque Moniruzzaman *et al*. sostienen que no hay diferencias significativas entre los casos de quemaduras pediátricas según el sexo, **(Moniruzzaman et al., 2022)** un estudio en el *Linköping University Hospital of Sweden* informa que el 70% de los pacientes quemados eran hombres. **(Pompermaier et al., 2018)** Estudios similares realizados en Ecuador, en el Hospital Baca Ortiz, **(Gallegos Torres et al., 2019)** el Hospital de Niños Roberto Gilbert **(Acosta Farina et al., 2021)** y el Hospital General Ambato **(Toapanta Yugcha Iván Guillermo & Paredes Lascano Patricia Lorena, 2018)** revelan una mayor prevalencia en el sexo masculino, principalmente entre 1 y 8 años. El agente causal principal es térmico en un 70.6% y solo el 43.9% de los pacientes reciben primeros auxilios adecuados, según Tan *et al*. **(Tan et al., 2021)**

En 2018, la OMS destacó que aproximadamente el 17% de los niños afectados por quemaduras enfrentan discapacidades temporales. En países como Bangladesh, Colombia, Egipto y Pakistán, se registró que alrededor del 18% de estos niños sufren discapacidades a largo plazo. A nivel local, el Ministerio de Salud Pública del Ecuador carece de estadísticas mensuales y anuales detalladas sobre las quemaduras, aunque en 2022, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) informó 1,504 egresos hospitalarios por quemaduras en pacientes de 0 a 14 años, con una predominancia del 57% en el sexo masculino, como se muestra en la **figura 1**.

***Figura* 1 :** Egresos hospitalarios por grupos de edad y genero según causa de morbilidad.



Fuente: *Registro Estadístico de Camas y Egresos Hospitalarios-INEC; Ecuador, 2022.*

La recuperación temprana y la curación efectiva de las quemaduras dependen de una evaluación eficaz y oportuna, lo que asegura una estancia hospitalaria más corta, menores costos y un riesgo reducido de complicaciones hospitalarias. **(Abubakar et al., 2020)** Según la OMS, en el año 2000, Estados Unidos afrontó costos directos por un total de 211 millones de dólares para la atención de quemaduras en niños. En 2007, Noruega destinó más de 10.5 millones de euros exclusivamente para la gestión hospitalaria de quemaduras, mientras que Sudáfrica asigna anualmente alrededor de 26 millones de dólares para abordar la problemática de salud infantil causada por el uso de cocinas de queroseno.

Etiología

Las quemaduras se clasifican según su etiología, por el porcentaje de superficie corporal afectada y profundidad, como se detalla en el **cuadro 1**.**(Żwierełło et al., 2023)** En cuanto a su etiología, las quemaduras se dividen en:

- **Quemaduras térmicas***:* causadas por el contacto con objetos calientes,

resultando en quemaduras profundas, pero de pequeña extensión, o con líquidos calientes, que tienden a causar quemaduras más extensas, pero menos profundas. La escaldadura es el mecanismo sobresaliente de las quemaduras térmicas, especialmente en niños de 0 a 4 años. Las quemaduras térmicas por frío, como la congelación, son poco comunes en niños. **(Żwierełło et al., 2023)**

- ***Quemaduras eléctricas*:** Provocadas por la conducción eléctrica a través del cuerpo humano, estas quemaduras, aunque raras (3%), son profundas, y a diferencia de las térmicas, el área afectada no refleja el verdadero daño. Presentan una alta morbimortalidad. **(Żwierełło et al., 2023)**
- **Quemaduras químicas***:* Originadas por una amplia gama de sustancias corrosivas, como ácidos fuertes (sulfúrico y clorhídrico) y álcalis. Las quemaduras causadas por álcalis son profundas y conllevan una elevada morbilidad, especialmente en función y apariencia. **(Żwierełło et al., 2023)**
- **Quemaduras por radiación***:* Producidas primordialmente por radiación ultravioleta, secundario a exposiciones ionizantes solares.

La evaluación temprana de las quemaduras es fundamental, considerando su ubicación, profundidad y extensión, factores que influyen en el tratamiento y recuperación. No obstante, al evaluar a un niño con quemaduras, es trascendental examinar aspectos que puedan indicar riesgo de maltrato infantil. **(Corina et al., 2008)**

En pacientes con quemaduras de espesor total que abarquen más del 5% o parcial que cubran más del 10% de la SCTQ y quemaduras que afecten áreas críticas como cara, manos, pies, perineo o vías respiratorias, es esencial buscar atención médica especializada. Si se sospecha que una quemadura es resultado de negligencia o abuso en el hogar del niño, es imperativo llevarlo al hospital. **(Toapanta Yugcha Iván Guillermo & Paredes Lascano Patricia Lorena, 2018; Żwierełło et al., 2023)**

Tabla 1

Clasificación según las quemaduras según la profundidad de la lesión

Profundidad	Nivel de lesión	Características clínicas	Resultado/Tratamiento
Superficial (grado I°)	Epidermis.	Blanches; doloroso, rojo y seco.	El proceso de curación dura de 3 a 6 días y no deja marcas o cicatrices.
Espesor parcial superficial (Grado IIa°)	Dermis papilar.	Blanches; dolor intenso al tacto; ampollas ceroso húmedo y rojo.	Limpieza; uso de agente tópico, apósitos estériles con un tiempo de curación entre 7–21 días.
Espesor parcial profundo (Grado IIb°)	Dermis reticular.	Seco, blanco, que no palidece, pérdida de todos los apéndices epidérmicos.	Limpieza con agente tópico y apósitos estériles; 3 a 6 semanas, con cicatrices.
Espesor Profundo (Grado III°)	Grosor total de la piel con extensión a los tejidos subcutáneos.	Coriáceo, seco, blanco o rojo con vasos trombosados.	No cura por primera intención, requiere injerto de piel
Espesor total	Involucra tendón, músculo o hueso.	Sensibilidad reducida o ausente; Lesiones no dolorosas.	Reconstructiva extensa, salvamento de extremidad versus amputación.

Fuente: Sojka J, C. Krakowski A, P. Stawicki S. Burn Shock and Resuscitation: Many Priorities, One Goal [Internet]. Clinical Management of Shock - The Science and Art of Physiological Restoration. IntechOpen; 2020.

Estimación de la gravedad

La American Burn Association (ABA) ha clasificado las quemaduras en leves, moderadas y graves, principalmente teniendo en cuenta la extensión, ubicación de la lesión y la profundidad de la quemadura, lo que constituye un indicador crucial de la severidad de la lesión y puede ejercer una significativa influencia en las estrategias terapéuticas empleadas y en el pronóstico clínico definitivo. (Bettencourt et al., 2020) Esta taxonomía no solo actúa como un marco de referencia para el tratamiento y el pronóstico, sino que también juega un papel crucial al guiar la disposición y la atención necesaria para aquellos afectados por quemaduras. La ABA, en este contexto, ha establecido criterios específicos que fundamentan la derivación de pacientes a centros especializados en quemaduras.

Estos criterios, diseñados para identificar la gravedad y complejidad de las quemaduras, incluyen consideraciones clave. Entre ellas, se encuentran las quemaduras de espesor parcial que abarcan más del 10% de la SCTQ, aquellas que afectan áreas críticas como manos, cara, pies, genitales o articulaciones importantes, así como las quemaduras de tercer grado. También se consideran las quemaduras ocasionadas por electricidad o sustancias químicas, lesiones por inhalación debido a quemaduras, pacientes con condiciones médicas preexistentes significativas, quemaduras acompañadas de lesiones traumáticas adicionales, especialmente en quemaduras infantiles.

Además, se incluyen dentro de estos criterios aquellas lesiones por quemaduras que demandan asistencia especial en términos de apoyo social, emocional o rehabilitación. (Bettencourt et al., 2020; Sojka et al., 2020) La aplicación de estos criterios no solo contribuye a una evaluación precisa de la gravedad de las quemaduras, sino que también facilita la toma de decisiones respecto a la derivación adecuada para una atención especializada y comprensiva.

Descripción general de la fisiopatología

Las quemaduras en niños y adultos presentan diversos cambios fisiopatológicos debido a características anatómicas y fisiológicas propias de cada grupo etario. Destaca la mayor proporción de la superficie corporal ocupada por la cabeza en los niños, lo que aumenta el riesgo de compromiso de las vías respiratorias y de complicaciones respiratorias, asimismo, la piel infantil, con su menor grosor dérmico, facilita una penetración más rápida y profunda del calor, aumentando la vulnerabilidad a infecciones y pérdida de líquidos.

La respuesta inmunitaria en los niños, en comparación con los adultos, es menos eficaz, lo que puede resultar en una respuesta inflamatoria con manifestaciones tanto locales como sistémicas, caracterizada por la liberación de mediadores vasoactivos, marcadores inflamatorios y catecolaminas, lo que conduce al desarrollo del síndrome de liberación inflamatoria sistémica (SRIS) y vasoconstricción renal, fenómeno que se agrava con la mioglobinuria, especialmente en niños con quemaduras eléctricas. (McCann et al., 2022)

Una consecuencia secundaria al daño renal y hepático es la alteración del metabolismo y la excreción de fármacos utilizados para el manejo de pacientes quemados. Las fugas capilares resultantes provocan edema intersticial debido a la pérdida de proteínas. La combinación de la respuesta inflamatoria, la lesión tisular y la menor reserva de líquidos en comparación a los adultos, predispone a una deshidratación acelerada e hipotensión asociada al shock y depresión miocárdica. Aunque la respuesta inflamatoria es una característica común en la población pediátrica y adulta, sin embargo, la elevada tasa metabólica de los infantes también se traduce en demandas energéticas y nutricionales aumentadas durante la recuperación de las quemaduras. En este estado, se incrementa el catabolismo y se reducen los niveles de hormonas anabólicas, lo que provoca la disminución del contenido mineral, muscular y densidad ósea, interfiriendo con la cicatrización de heridas. **(McCann et al., 2022)**

Evaluación y estabilización inicial

El abordaje inicial debe seguir la secuencia "ABCDE" del protocolo de soporte vital avanzado para quemaduras (ABLS). Posteriormente, se realiza una evaluación secundaria detallada y se recopila el historial "AMPLET", (**Pham et al., 2019)** Sin embargo, la evaluación de la extensión y profundidad de la quemadura se integra en el examen secundario y constituye la base para la reposición de líquidos, la indicación de escarotomía y la decisión de derivar al paciente a una unidad de quemados. **(Datta et al., 2022)** En la actualidad, los principales métodos empleados para calcular la SCTQ en la edad pediátrica son la tabla de Lund-Browder modificada, **(Murari & Singh, 2019)** la regla de las palmas y la regla de los nueve de Wallace. No obstante, investigaciones han revelado que estos métodos tienden a sobrevalorar la SCTQ, lo que se asocia con una mayor tasa de morbimortalidad. **(Choi et al., 2022)**

A pesar de las discusiones sobre los métodos utilizados para evaluar la SCTQ, la tabla de Lund-Browder modificada ha permanecido como el estándar de oro desde 1944. **(Waw, 2023)** Un estudio llevado a cabo en el *Uppsala University Hospital Burn Center* entre 2010 y 2018 reveló una sobreestimación del 46% en la estimación de la SCTQ en niños. Este hallazgo concuerda con informes del *University of Science Malaysia Hospital*, donde se observó una sobreestimación del 63.06% y una subestimación del 11.71% del área quemada. Por lo tanto, los autores sugieren un enfoque meticuloso y preciso al evaluar la superficie corporal quemada en la población pediátrica, con el objetivo de evitar la reposición excesiva o insuficiente de líquidos. **(Holm et al., 2021; Waw, 2023)**

Un enfoque tridimensional en la evaluación de quemaduras

Actualmente, los métodos convencionales para estimar la SCTQ necesaria para calcular la cantidad de líquidos de reanimación y evaluar la mortalidad del paciente mediante la puntuación de Baux, **(Lam et al., 2021; Steinvall et al., 2021)**

se basan en la evaluación subjetiva del médico, apoyada en su experiencia en el manejo de quemaduras. **(Yoo et al., 2020)** En consecuencia, durante los últimos años, se han desarrollado herramientas digitales que consideran las características corporales, reduciendo así la posibilidad de omisión humana y mejorando la precisión en el diagnóstico y tratamiento. **(Giretzlehner et al., 2021; Jiao et al., 2019)**

Figura 2

Modelo de quemado en 3D a partir de los datos del paciente.



Aplicación móvil de cálculo del área de superficie quemada pediátrica tridimensional 3D PED BURN", calcula el área quemada, las calorías y las pautas para la reanimación. Nota: esta aplicación sirve como guía, no sustituye la decisión del médico, siendo este el único responsable de su uso adecuado. Las imágenes son propias del autor.

Como respuesta a las imprecisiones en la estimación con métodos tradicionales, se han creado sistemas tridimensionales (3D) que permiten la representación detallada de todas las regiones del cuerpo, teniendo en cuenta la edad, talla, peso y sexo del paciente. Las representaciones tridimensionales se

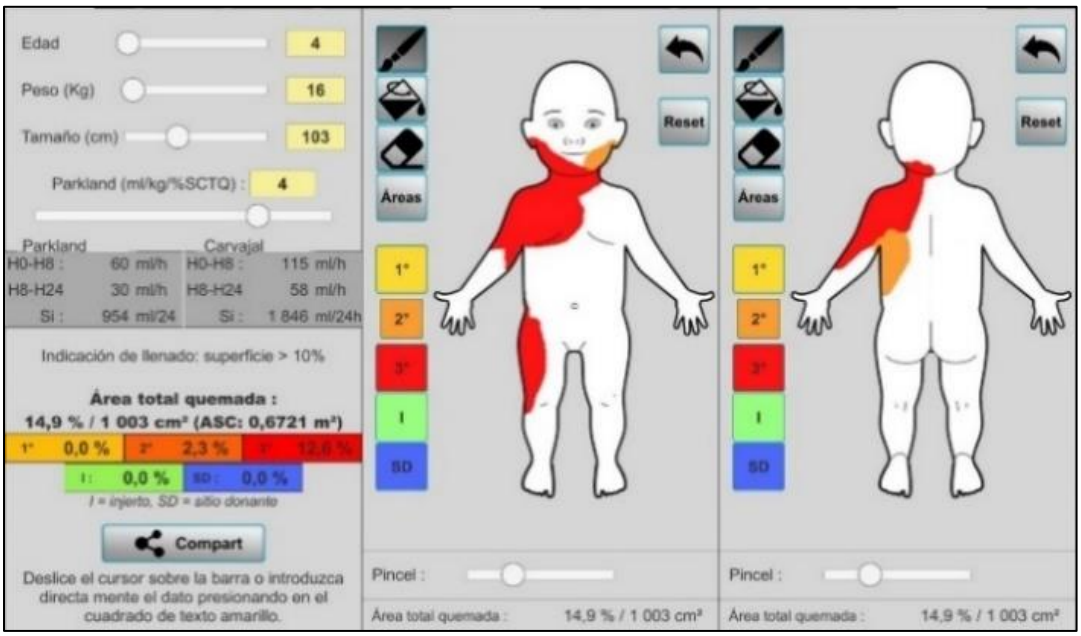
presentan como herramientas eficaces y fáciles de usar. Lee **(Cirillo et al., 2021)** en 1994, propuso la estimación y documentación de la superficie quemada en modelos virtuales tridimensionales, superando así los desafíos que implica la documentación de las quemaduras.

La aplicación móvil *3D Ped Burn Resuscitation* **(Meevassana et al., 2022)** es una herramienta tridimensional para profesionales médicos, desarrollada por *Operation Smile Thailand*, disponible desde agosto de 2019 tanto en iOS y Android. Permite calcular de manera más objetiva la SCTQ mediante un modelo 3D, **(Cheah et al., 2018)** facilitando la evaluación de quemaduras. El usuario puede ingresar la edad, peso y altura, como se muestra en la figura 2. Esta aplicación realiza el cálculo del porcentaje de quemaduras y procesa los datos para la reanimación con fluidos, permitiendo obtener una estimación más precisa del área quemada. Para cuantificar el área de superficie corporal afectada, emplea la fórmula de Dubois o Mosteller, mientras que la cantidad de líquido necesario para la reanimación de quemaduras se calcula siguiendo las pautas de la ABA o la fórmula de Parkland. El líquido de mantenimiento se determina mediante Holiday Segar. **(Meevassana et al., 2022; Suman & Owen, 2020)**

El cálculo de los requerimientos nutricionales se realiza mediante la fórmula de Galveston o la fórmula de Curreri modificada. En la fase inicial de reanimación con líquidos, esta aplicación de software minimiza los riesgos de sobreestimación o subestimación, lo cual es valioso para el personal menos experimentado. Además, facilita la creación y almacenamiento en una base de datos de cada paciente mediante un diagrama 3D, que incluye información personal, detalles sobre la reanimación con líquidos y pautas relacionadas con requerimientos calóricos. Estas aplicaciones sirven como guía y en ningún caso reemplazan la decisión del médico a cargo del paciente, siendo este el único responsable de su uso adecuado. **(Meevassana et al., 2022)**

Figura 3

Modelo de quemado en E-burn.



E-burn fue desarrolladla en asociación con el Servicio de Quemados del Centro Hospitalario St Joseph St Luc. ***Nota:*** *esta aplicación sirve únicamente como una guía, en ningún caso sustituta la decisión del médico siendo este el único responsable de su uso adecuado. Las imágenes son propias del autor.*

Según Retrouvey *et al*., se encontró que el programa BurnCase 3D subestimó la SCTQ en un 1.3%, en comparación con los métodos convencionales. Considerando que los sistemas de evaluación 3D son herramientas válidas, deben considerarse en los centros que no cuentan con un cirujano experimentado en el área de quemados. **(Retrouvey et al., 2018)** A diferencia de los sistemas tridimensionales, E-burn es una aplicación bidimensional, desarrollado en colaboración con el departamento de víctimas de quemaduras del *Centro Hospitalario Saint Joseph Saint Luc*. La aplicación E-burn presenta características similares a la aplicación móvil *3D Ped Burn Resuscitation y* tiene la finalidad de orientar el manejo inicial de líquidos después de dibujar la superficie quemada en una plantilla de Lund y Browder, como se muestra en la **figura 3**, permitiendo una

medición precisa del área de superficie corporal total.

Otros ejemplos de estas herramientas incluyen aplicaciones de teléfonos inteligentes como *Mersey Burns* desarrollado por Blum Technologies Group Ltd **(Barnes et al., 2015)** *EasyTBSA* **(Colson et al., 2023)** desarbolada por *Childrens Cardiology* y *Surface Burn Calculator* desarrollado por Jeffrey Holcombe (**Brekke et al., 2023; Chong et al., 2020)**, estas aplicaciones aprobadas como dispositivos médicos por la *Regulatory Agency for Medicines and Health Products* (MHRA) del Reino Unido **(Giretzlehner et al., 2021)** y se encuentran disponibles en Apple App Store, Android y Google Play.

Uso de la inteligencia artificial en quemaduras pediátricas

La precisa evaluación de la profundidad de las quemaduras resulta crucial para el óptimo manejo de los pacientes afectados. Aunque la evaluación visual se considera la técnica estándar para evaluar quemaduras, los médicos expertos logran clasificar con precisión las profundidades de las quemaduras entre el 64 % y el 76 %, mientras que el personal menos experimentado alcanza solo hasta un 49 %. Aunque en la actualidad se ha obtenido éxito en la toma de decisiones mediante el uso del láser Doppler y la imagen con contraste moteado por láser, la inteligencia artificial (IA) emerge como un campo innovador con un considerable potencial para mejorar la atención y reducir significativamente los costos. **(Rangel-Olvera & Rosas-Romero, 2021)** Según un estudio llevado a cabo en el *Linköping Burn Center* en niños de 0-4 años, que utilizó tecnología de IA de última generación para realizar la segmentación semántica de áreas quemadas en imágenes fotográficas con el propósito de determinar su profundidad. Esta técnica representa una alternativa automatizada y prometedora que puede ser de gran utilidad durante la toma de decisiones clínicas. **(Cirillo et al., 2021)**

La aplicación de la inteligencia artificial mediante imágenes en 2D permite a los médicos evaluar con precisión aspectos como el área de la quemadura, su profundidad, la necesidad de cirugía u otros tratamientos, además de proporcionar

orientación en la reanimación con líquidos. Asimismo, permite prever complicaciones y pronósticos con un elevado nivel de exactitud. Sin embargo, surge una preocupación significativa respecto a la interpretabilidad de los algoritmos de IA. Aunque las redes neuronales artificiales aborden problemas que a menudo escapan a la percepción humana, la decisión final debe quedar en manos del médico tratante. **(E Moura et al., 2021)** El uso del aprendizaje automático se presenta como una alternativa valiosa a la experiencia humana, contribuyendo así a la toma de decisiones oportunas.

Reposición hidroelectrolítica

Las quemaduras pediátricas que afectan más del 10% de la SCTQ requieren una pronta intervención con líquidos intravenosos para asegurar una perfusión tisular adecuada. **(Leclerc et al., 2021; Suman & Owen, 2020)** Según Alemayehu *et al*., los pacientes que no reciben reanimación con líquidos en las primeras 24 horas tienen 2,8 veces más probabilidades de presentar complicaciones al momento del alta. **(Alemayehu et al., 2020)** Durante la fase inicial de reanimación, se necesitan volúmenes significativos para restaurar la presión de perfusión adecuada y prevenir la isquemia mesentérica aguda causada por el bajo gasto cardíaco inicial y la disfunción multiorgánica temprana. **(Soussi et al., 2019)** En este sentido, Hughes *et al*. sugieren que el régimen de líquidos debe calcularse desde el momento de la llegada al primer centro de salud receptor. **(Hughes et al., 2021)**

En el año 2020, Legrand y colaboradores (Legrand et al., 2020) propusieron la administración de 20 ml/kg de cloruro de sodio al 0.9% en la primera hora como estrategia para abordar la fase hipovolémica temprana. Sin embargo, si no se determina el peso y el área de la SCTQ, (Zachaj & Jabłoński, 2023) la *American Burn Association* (ABA) recomienda iniciar con líquidos según la edad, como se muestra en la **figura 4.**

Tabla 2

Fórmulas de manejo de fluidos en las primeras 24 h posteriores a la quemadura.

	Primeras 24 horas	**Instrucciones para la administración**	
Parkland	4 ml [(3 ml en <30 kg) x kg de peso x % SCTQ] + necesidades basales (Holliday Segar)	50% del volumen en las primeras 8 horas postquemadura y 50% restante en las siguientes 16h postquemadura	
Galveston Shriners	5.000 ml/m² SCQ + necesidades basales (2.000 ml/m² SCTQ)	Se administra en las primeras 8 horas el 50% del volumen y el 50% restante en las siguientes 16h. Añadir 12,5 g albúmina/L a partir de las 12h postquemadura	
Brooke modificado	3 ml/kg/% TBSA, de Hartmann.	El 50% del volumen estimado en las primeras 8 horas y ¼ parte en cada una de las restantes 8h.	
Cincinnati Shriners	4 ml x kg de peso x % SCQ + necesidades basales (1.500 ml/m² SCT)	Ringer lactato más 50 mEq/L de bicarbonato de sodio y añadir dextrosa al 5 % según necesidades	50 % del volumen en las primeras 8h postquemadura (0-8 h)
		Ringer lactato más dextrosa al 5 % según necesidades	25 % del volumen en las segundas 8 horas.
		Ringer lactato más 12,5 g albúmina/l y Añadir dextrosa al 5 % según necesidades	25 % del volumen en las terceras 8 horas postquemadura.

** EMSB: Manejo de Emergencias de Quemados Severos; *TBSA: área de superficie corporal total.*

Fuente: Avances en el tratamiento del niño quemado, Cir Pediatr. 2022; 35: 104-112

A pesar de la importancia de la reanimación aguda con líquidos, no existe un consenso establecido sobre la mejor fórmula a emplear. **(García-Díaz et al., 2022)** El fenómeno conocido como "flujo de líquido," descrito inicialmente por Pruitt *et al.* **(Pruitt Basil A. & Jr. MD FACS, 2000)** ocurre cuando la cantidad de líquido administrada supera los 6 ml/kg en relación con el área de la SCTQ. Este exceso de líquido no optimiza el estado volumétrico del paciente, sino que conduce a un aumento del edema tisular, exacerbando las complicaciones asociadas con el edema. **(Boehm & Menke, 2021)**

Las velocidades de infusión reales deben ajustarse según la respuesta clínica y los parámetros hemodinámicos, como una diuresis de 1-1.5 ml/kg/h, presión arterial dentro del percentil normal, ritmo cardíaco variable, índice cardíaco mínimo de 2 l/min/m2, presión venosa central de 3-8 mmHg, extracción fraccionada de sodio < 1%, relación nitrógeno ureico en sangre/creatinina ≥ 20, ecocardiograma con volumen sistólico y fracción de eyección normales, y déficit de base < 5. **(Legrand et al., 2020; Zachaj & Jabłoński, 2023)** A diferencia de una terapia basada en fórmulas, el enfoque dirigido por objetivos se basa en ajustes tempranos y regulares de la ingesta de líquidos y una estimación basada en fórmulas para comenzar inicialmente. **(Boehm & Menke, 2021)**

Realidad virtual como terapia complementaria en el tratamiento tradicional

Los niños que experimentan quemaduras se enfrentan a múltiples procedimientos dolorosos y ansiedad durante el cambio de apósito, tratamiento y rehabilitación de la herida. **(Komarcevic et al., 2023)** En la actualidad, los agentes farmacológicos más utilizados para aliviar el dolor incluyen analgésicos-sedantes, opioides y AINEs. **(McGovern et al., 2022; Stapelberg, 2020)** En quemaduras de primer grado, se emplea Paracetamol (10 a 15 mg/kg/dosis cada 4 horas), Ibuprofeno (10 mg/kg/dosis cada 6 horas) o Hidrocortisona al 1 %, lo que ha demostrado reducir tanto el dolor como la inflamación. **(Kotecha et al., 2022; Paredes Lascano et al., 2023)**

En casos de quemaduras más extensas, se prefiere el uso de opioides como Fentanilo (1,5 mcg/kg) o sulfato de morfina vía oral en dosis de 0,3 a 0,6 mg/kg cada 4 o 6 horas, o vía intravenosa en dosis de 0,05 a 0,1 mg/kg (máximo, 2 a 5 mg) cada 2 horas. **(Delgado-Miguel et al., 2023; Kotecha et al., 2022)** Opciones adicionales incluyen la analgesia controlada por el paciente con Fentanilo mediante un bolo inicial de 1 mg/kg, 30 mg a demanda, con intervalo de cierre de 5 minutos, o dosis de morfina intravenosa de 0,05 a 0,2 mg/kg cada 4 o 6 horas, siendo también eficaz la Meperidina en dosis de 1 mg/kg para el dolor incidente. **(Kotecha et al., 2022; Shiferaw et al., 2022)**

No obstante, en los últimos años, la realidad virtual (RV) ha emergido como una herramienta valiosa para controlar el dolor al estimular la liberación de endorfinas y reducir el estrés y la ansiedad. Aunque no constituye una cura definitiva para todos los tipos de dolor, la RV se ha mostrado como una herramienta útil dentro de un enfoque terapéutico integral para el alivio del dolor. **(Tas et al., 2022; Viderman et al., 2023)** En 2019, un estudio basado en 14 ensayos aleatorios controlados para el dolor y 7 para la ansiedad demostró que la RV es eficaz para mejorar la ansiedad y el dolor reportados por los pacientes durante diversos procedimientos médicos. Numerosos estudios respaldan estos resultados, indicando que la RV es una útil distracción para pacientes hospitalizados con quemaduras. Armstrong *et al*. sugieren que la RV debería considerarse como un enfoque de analgesia no farmacológica durante los cambios de apósitos. **(Armstrong et al., 2022)**

Uso de nanopartículas en antibioticoterapia sistemática

La colonización inicial de las heridas por quemaduras durante las primeras 24-72 horas suele estar provocada por microorganismos comensales de la piel. Sin embargo, la mayor incidencia de septicemia en quemaduras se produce dentro de los primeros 10 días, cuando los niveles de inmunoglobulinas séricas están alterados. Los microorganismos que pueden causar infección invasiva de la herida

por quemadura se resumen en la **tabla 3**. **(Huff & Blome-Eberwein, 2022; Souto et al., 2020)**

En la actualidad, los antimicrobianos más frecuentemente empleados en pacientes hospitalizados son la ceftazidima, vancomicina, amikacina y ciprofloxacino. No obstante, la OMS enfatiza la importancia de monitorear el uso de antibióticos, incluyendo la dosis, forma de administración y la sensibilidad antimicrobiana. Con el propósito de prevenir la incidencia de infecciones y sepsis, resulta imperativo explorar nuevos enfoques terapéuticos. En este contexto, las estrategias terapéuticas en desarrollo, como la nanoterapéutica, emergen como perspectivas prometedoras para el tratamiento de heridas por quemaduras. **(Huang et al., 2021)**

Las nanoterapias son sustancias terapéuticas, medicamentos, biomacromoléculas o productos farmacéuticos que presentan una estructura a nanoescala en al menos una de sus dimensiones. Las nanoterapéuticas ofrecen numerosas ventajas en el tratamiento de infecciones bacterianas. Estas pueden mejorar las interacciones entre los fármacos y las bacterias, así como modificar la vía de administración para potenciar sus efectos antibacterianos. Además, permiten aumentar la concentración del fármaco en los sitios de infección, lo que facilita la reducción de la dosis y mitiga los efectos secundarios adversos. Asimismo, favorecen la penetración de los fármacos a través de las barreras tisulares y las biopelículas bacterianas para superar la resistencia bacteriana. También contribuyen a mejorar la estabilidad y prolongar la vida media de los fármacos. **(Nilsen et al., 2020; Souto et al., 2020)**

En el contexto específico de las quemaduras pediátricas, donde la piel aún está en desarrollo y es más vulnerable a las infecciones, las nanopartículas antibióticas pueden proporcionar una opción de tratamiento prometedora. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la investigación en este campo aún está en sus primeras etapas, y se necesitan estudios clínicos adicionales para

evaluar completamente la seguridad y la eficacia de las nanopartículas antibióticas en quemaduras pediátricas antes de que puedan convertirse en un tratamiento estándar. **(Huang et al., 2021; Souto et al., 2020)**

Además de la antibioterapia, es crucial verificar si el paciente cuenta con la vacunación antitetánica adecuada para su edad, incluyendo la administración de toxoide tetánico o inmunoglobulina antitetánica. En caso de no cumplir con esta pauta, es esencial establecer la profilaxis antitetánica correspondiente. Para pacientes no vacunados previamente, se recomienda la administración de un inyectable de toxoide tetánico de 0.5 ml y una inmunoglobulina antitetánica de 100-250 unidades por vía intramuscular. Aquellos vacunados en los últimos 6 meses no necesitan profilaxis, mientras que los vacunados entre 6 meses y 10 meses antes deben recibir tanto el toxoide como la inmunoglobulina antitetánica. En el caso de pacientes con heridas contaminadas o vacunados hace más de 10 años, se requiere la administración de toxoide y la inmunoglobulina antitetánica, prescindiendo de la profilaxis antibiótica. **(Havers et al., 2020; Legrand et al., 2020)**

Nuevas perspectivas en la cicatrización de quemaduras: sustitutos cutáneos de vanguardia y terapias bioactivas

En la actualidad, se están llevando a cabo investigaciones sobre sustitutos cutáneos y el cultivo de queratinocitos autólogos, los cuales presentan perspectivas sumamente prometedoras para la recuperación. **(David N Herndon & Juan P Barret, 1999; Markiewicz-Gospodarek et al., 2022)** Esto ha llevado a que los apósitos bioactivos gradualmente desplacen a los agentes antimicrobianos tópicos, ya que ofrecen una mayor capacidad antibacteriana, presentan menos reacciones adversas y son más económicos. **(Shi et al., 2020; Shu et al., 2021)** El uso de apósitos de nanocelulosa bacteriana o impregnados de plata proporciona una cobertura antimicrobiana combinada, mantiene una humedad adecuada y reduce el trauma en la cicatrización de las heridas, con la ventaja adicional de requerir cambios de apósito menos frecuentes. **(Luca-Pozner et al., 2022; Vivcharenko & Przekora, 2021)**

El tratamiento estándar actual para quemaduras graves implica el uso de autoinjertos, pero esto conlleva el riesgo de provocar diversas complicaciones en la zona donante, como dolor, cicatrización e infección. Gracias a los avances tecnológicos en la mejora de sustitutos de piel, se han desarrollado alternativas para el cuidado de quemaduras que brindan niveles de seguridad similares a los autoinjertos o al uso de agentes tópicos y apósitos para heridas. Los avances en ingeniería han resultado en una variedad de productos alternativos, como StrataGraft, que ofrece la posibilidad de reducir o incluso eliminar la necesidad de recurrir a autoinjertos. **(Gibson et al., 2021; Holmes IV et al., 2022)**

StrataGraft es una construcción celularizada alogénica creada mediante bioingeniería, fabricado por *Stratatech Corporation* y aprobada por la *Food and Drug Administration* (FDA) de los Estados Unidos para el manejo de adultos con quemaduras térmicas profundas de espesor parcial para los cuales la intervención quirúrgica está clínicamente indicada, sin embargo, en la actualidad se está investigando la seguridad y eficacia de StrataGraft en pacientes pediátricos. Constata de células NIKS y fibroblastos dérmicos humanos normales incrustados en un gel de colágeno de origen no humano. Las células NIKS provienen de una línea celular humana patentada de una sola fuente que no es tumorigénica, no inmunogénica y cariotípicamente estable, y proporciona una fuente estable de queratinocitos humanos. **(Holmes IV et al., 2022)**

La suspensión de células cutáneas autólogas es un tratamiento aprobado para lesiones por quemaduras térmicas agudas asociadas con requisitos de piel del donante inferiores a los injertos de piel de espesor parcial convencionales, lo cual ha demostrado reducir los costos de la duración de la estadía y el tratamiento general. **(Carson et al., 2023)**

Manejo de la respuesta hipermetabólica y Modulación metabólica

Después de la fase de reanimación, los niños que han sufrido quemaduras experimentan una compleja respuesta fisiológica, destacada por un período agudo

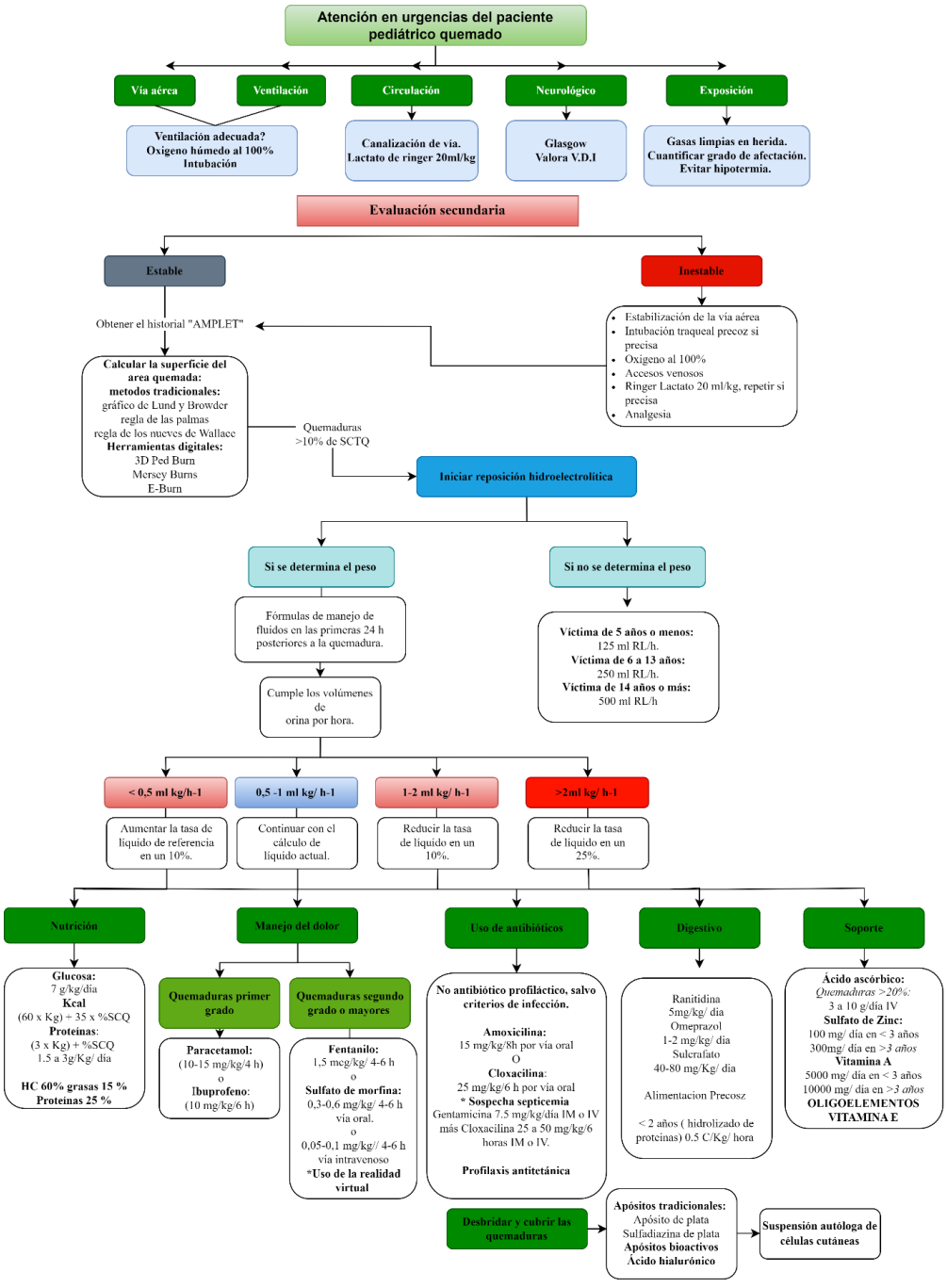
hiperinflamatorio e hipermetabólico que puede extenderse hasta 1 a 3 años después de la lesión. Aproximadamente, el 57% de esta respuesta hipermetabólica se atribuye a procesos dependientes de Adenosín Trifosfato (ATP), tales como el incremento en la síntesis de proteínas, la gluconeogénesis hepática, la glucólisis y la producción de ácidos grasos. **(Begum et al., 2023)** Estos procesos metabolómicos elevados imponen demandas calóricas sustancialmente mayores a las convencionales, situándose en un rango del 20-40 % por encima de las estimaciones realizadas mediante ecuaciones predictivas convencionales**. (Begum et al., 2023; Osborne et al., 2023)**

El catabolismo puede ser marcado, incluso en quemaduras pequeñas, y una prioridad de tratamiento es prestar especial atención a la ingesta nutricional. La utilización de intervenciones farmacológicas y no farmacológicas para modular el hipermetabolismo de las quemaduras tuvo distintos niveles de éxito. Para optimizar la respuesta metabólica en pacientes quemados, se propone una suplementación adecuada de grasas, idealmente entre 0,5-1 g de grasa/kg/día en la dieta.

Este enfoque busca evitar que los ácidos grasos de cadena larga no esterificados se esterifiquen en el hígado, mejorando así la lipólisis. Por otro lado, es esencial abordar la utilización de glucosa en quemaduras, que puede superar los 7 g/kg/día. Una disponibilidad inadecuada de glucosa puede desencadenar catabolismo proteico, mientras que niveles excesivos de carbohidratos pueden contribuir a hiperglucemia, deshidratación y complicaciones respiratorias. **(Osborne et al., 2023)**

La gestión del hipermetabolismo en pacientes pediátricos con quemaduras representa un desafío clínico complejo y crucial en el ámbito médico. La ideal intervención frente al hipermetabolismo implicaría una temprana acción que prevenga la cascada neurológica inicial, preservando la capacidad del sistema inmunológico para enfrentar infecciones subsiguientes, mientras se mitiga el impacto de la lesión.

Figura 4 Diagrama para atención en urgencias de paciente pediátrico quemado.



La figura muestra la implementación de innovaciones tecnológicos y cambios a manejo estándar descrito en las guías clínicas para pacientes pediátricos con quemaduras Fuente: Propio del autor.

En este contexto, el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías dirigidas a controlar y atenuar los efectos del hipermetabolismo se han convertido en áreas de investigación y aplicación prioritarias.

En este contexto, el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías dirigidas a controlar y atenuar los efectos del hipermetabolismo se han convertido en áreas de investigación y aplicación prioritarias. Desde el monitoreo metabólico avanzado hasta la investigación de biomarcadores específicos y la personalización de la terapia nutricional, estos avances tecnológicos procuran optimizar la atención médica brindada a los pacientes, con la meta de mejorar los resultados clínicos y la calidad de vida de aquellos afectados por quemaduras pediátricas. Estas tecnologías y enfoques están en diversas etapas de desarrollo y pueden representar herramientas prometedoras para controlar el hipermetabolismo en pacientes pediátricos con quemaduras. Su exitosa implementación podría conducir a una mejora sustancial en los resultados clínicos y la calidad de vida de los pacientes afectados. **(Zong et al., 2022)**

Uso del Ácido ascórbico

El ácido ascórbico desempeña un papel crucial al modular la respuesta inmunológica y actuar como antioxidante, neutralizando los radicales libres y reduciendo el estrés oxidativo en pacientes con quemaduras. Este compuesto contribuye a mejorar la función endotelial y la perfusión tisular. **(Garnica Escamilla et al., 2023; Wang et al., 2019)** A pesar de que la terapia hidroelectrolítica ha mejorado la mortalidad en las primeras 72 horas, las complicaciones inflamatorias y el estrés oxidativo persisten en la fase posterior. La determinación de la dosis precisa de ácido ascórbico en la reanimación de quemaduras continúa siendo un área de investigación en desarrollo. **(Miquet Romero et al., 2021)**

El estudio de Tanaka *et al*. estableció inicialmente una dosis elevada de 66 mg/kg/h de ácido ascórbico para su administración en pacientes con quemaduras graves. **(Tanaka, 2000)** Se ha observado una disminución significativa de la

morbimortalidad con dosis intravenosas de ácido ascórbico de 60 mg/kg/día (250 mg cada 12 h en < 3 años y 500 mg cada 12 h en > 3 años) en pacientes con quemaduras que abarcan más del 20% de la SCTQ. Estas dosis reducen las tasas de infección, aceleran el tiempo de cicatrización y disminuyen la duración de la estancia hospitalaria. **(Malkoc et al., 2023; Wang et al., 2019)**

CONCLUSIÓN

La integración de técnicas tridimensionales e inteligencia artificial en la evaluación de quemaduras ha elevado la precisión y objetividad en la estimación del área corporal afectada, impactando en decisiones médicas cruciales como la reanimación y la derivación a centros especializados. La utilización de modelos tridimensionales no solo mejora considerablemente la exactitud en la evaluación de la superficie corporal, sino que también agiliza la documentación de los procedimientos diagnósticos y terapéuticos, ofreciendo un enfoque más rápido, sencillo y completo.

La codificación automática en diversos sistemas estándar facilita la comparación de la carga de trabajo asociada al tratamiento de quemaduras y otras lesiones. Es esencial continuar fomentando la investigación y aplicación de tecnologías en el tratamiento de quemaduras pediátricas, ya que representan un avance significativo en el abordaje de uno de los problemas de salud más apremiantes en el ámbito pediátrico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abedin, M., Rahman, F. N., Rakhshanda, S., Mashreky, S. R., Rahman, A. K. M. F., & Hossain, A. (2022). Epidemiology of non-fatal burn injuries in children: evidence from Bangladesh Health and Injury Survey 2016. *BMJ Paediatrics Open*, *6*(1), e001412. https://doi.org/10.1136/bmjpo-2022-001412

Abubakar, A., Ugail, H., & Bukar, A. M. (2020). Assessment of Human Skin Burns: A Deep Transfer Learning Approach. *Journal of Medical and Biological Engineering*, *40*(3), 321–333. https://doi.org/10.1007/s40846-020-00520-z

Acosta Farina, D., Soria Tipse, A., Barrezueta Caicedo, Y., Velasco Espinoza, J., Delgado Panchana, M., & Rivadeneira Maldonado, A. (2021). Incidencia de quemaduras en el hospital de niños Dr. Roberto Gilbert Elizalde, 2014-2020. Guayaquil-Ecuador. *Archivos de Medicina (Manizales)*, *22*(1). https://doi.org/10.30554/archmed.22.1.4215.2022

Alemayehu, S., Afera, B., Kidanu, K., & Belete, T. (2020). Management Outcome of Burn Injury and Associated Factors among Hospitalized Children at Ayder Referral Hospital, Tigray, Ethiopia. *International Journal of Pediatrics*, *2020*, 1–9. https://doi.org/10.1155/2020/9136256

Armstrong, M., Lun, J., Groner, J. I., Thakkar, R. K., Fabia, R., Noffsinger, D., Ni, A., Keesari, R., & Xiang, H. (2022). Mobile phone virtual reality game for pediatric home burn dressing pain management: a randomized feasibility clinical trial. *Pilot and Feasibility Studies*, *8*(1), 186. https://doi.org/10.1186/s40814-022-01150-9

Barnes, J., Duffy, A., Hamnett, N., McPhail, J., Seaton, C., Shokrollahi, K., James, M. I., McArthur, P., & Pritchard Jones, R. (2015). The Mersey Burns App: evolving a model of validation. *Emergency Medicine Journal*, *32*(8), 637–641. https://doi.org/10.1136/emermed-2013-203416

Begum, S., Lodge, S., Hall, D., Johnson, B. Z., Bong, S. H., Whiley, L., Gray, N., Fear, V. S., Fear, M. W., Holmes, E., Wood, F. M., & Nicholson, J. K. (2023). Cardiometabolic disease risk markers are increased following burn injury in children. *Frontiers in Public Health*, *11*. https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1105163

Bettencourt, A. P., Romanowski, K. S., Joe, V., Jeng, J., Carter, J. E., Cartotto, R., Craig, C. K., Fabia, R., Vercruysse, G. A., Hickerson, W. L., Liu, Y., Ryan, C. M., & Schulz, J. T. (2020). Updating the Burn Center Referral Criteria: Results From the 2018 eDelphi Consensus Study. *Journal of Burn Care & Research*, *41*(5), 1052–1062. https://doi.org/10.1093/jbcr/iraa038

Boehm, D., & Menke, H. (2021). A History of Fluid Management-From “One Size Fits All” to an Individualized Fluid Therapy in Burn Resuscitation. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, *57*(2), 1–10. https://doi.org/10.3390/medicina57020187

Brekke, R. L., Almeland, S. K., Hufthammer, K. O., & Hansson, E. (2023). Agreement of clinical assessment of burn size and burn depth between referring hospitals and burn centres: A systematic review. *Burns*, *49*(3), 493–515. https://doi.org/10.1016/j.burns.2022.05.007

Carson, J. S., Carter, J. E., Hickerson, W. L., Rae, L., Saquib, S. F., Wibbenmeyer, L. A., Becker, R. V., Sparks, J. A., & Walsh, T. P. (2023). Analysis of real-world length of stay data and costs associated with use of autologous skin cell suspension for the treatment of small burns in U.S. centers. *Burns*, *49*(3), 607–614. https://doi.org/10.1016/j.burns.2022.11.007

Cheah, A. K. W., Kangkorn, T., Tan, E. H., Loo, M. L., & Chong, S. J. (2018). The validation study on a three-dimensional burn estimation smart-phone application: accurate, free and fast? *Burns & Trauma*, *6*, 276–281. https://doi.org/10.1186/s41038-018-0109-0

Choi, J., Patil, A., Vendrow, E., Touponse, G., Aboukhater, L., Forrester, J. D., & Spain, D. A. (2022). Practical Computer Vision Application to Compute Total Body Surface Area Burn. *JAMA Surgery*, *157*(2), 129. https://doi.org/10.1001/jamasurg.2021.5848

Chong, H. P., Quinn, L., Jeeves, A., Cooksey, R., Lodge, M., Carney, B., & Molony, D. (2020). A comparison study of methods for estimation of a burn surface area: Lund and Browder, e-burn and Mersey Burns. *Burns*, *46*(2), 483–489. https://doi.org/10.1016/j.burns.2019.08.014

Cirillo, M. D., Mirdell, R., Sjöberg, F., & Pham, T. D. (2021). Improving burn depth assessment for pediatric scalds by AI based on semantic segmentation of polarized light photography images. *Burns : Journal of the International Society for Burn Injuries*, *47*(7), 1586–1593. https://doi.org/10.1016/j.burns.2021.01.011

Colson, C. D., Alberto, E. C., Milestone, Z. P., Batra, N., Salvador, T., Fooladi, H., Cleary, K., Izem, R., & Burd, R. S. (2023). EasyTBSA as a method for calculating total body surface area burned: a validation study. *Emergency Medicine Journal*, *40*(4), 279–284. https://doi.org/10.1136/emermed-2022-212308

Corina, D., García-Piña, A., Loredo-Abdalá, A., & Trejo-Hernández, J. (2008). Quemaduras intencionales en pediatría. Un mecanismo poco considerado de maltrato físico. In *Acta Pediatr Mex* (Vol. 29, Issue 1). https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=19380

Cresswell, K., Sheikh, A., Franklin, B. D., Krasuska, M., Nguyen, H. T., Hinder, S., Lane, W., Mozaffar, H., Mason, K., Eason, S., Potts, H. W. W., & Williams, R. (2020). Theoretical and methodological considerations in evaluating large-scale health information technology change programmes. *BMC Health Services Research*, *20*(1), 477. https://doi.org/10.1186/s12913-020-05355-7

Datta, P. K., Roy Chowdhury, S., Aravindan, A., Saha, S., & Rapaka, S. (2022). Medical and Surgical Care of Critical Burn Patients: A Comprehensive Review of Current Evidence and Practice. *Cureus*. https://doi.org/10.7759/cureus.31550

David N Herndon, & Juan P Barret. (1999). Avances y tendencias en el tratamiento de niños con quemaduras. *Acta Pediátrica de México*, *20*, 34–40. https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=11853

Delgado-Miguel, C., Miguel-Ferrero, M., Ezquerra, A., Díaz, M., De Ceano-Vivas, M., & López-Gutiérrez, J. C. (2023). Sedoanalgesia in the Debridement of Pediatric Burns in the Emergency Department: Is It Effective and Safe? *Children*, *10*(7), 1137. https://doi.org/10.3390/children10071137

E Moura, F. S., Amin, K., & Ekwobi, C. (2021). Artificial intelligence in the management and treatment of burns: a systematic review. *Burns & Trauma*, *9*. https://doi.org/10.1093/burnst/tkab022

Gallegos Torres, P., Argüello Gordillo, T., Real Flores, R., & Trujillo Orbe, O. (2019). Epidemiología del paciente pediátrico quemado en el Hospital Baca Ortiz, Quito, Ecuador. *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*, *45*(2), 197–201. https://doi.org/10.4321/S0376-78922019000200013

García-Díaz, A., Gacto-Sánchez, P., Durán-Romero, A. J., Carrasco-García, S., Ruiz-Moya, A., Molina-Morales, J., Sánchez-Tatay, M.-V., Gómez-Cía, T., & Pereyra-Rodríguez, J.-J. (2022). Pediatric major burns: a monocentric retrospective review of etiology and outcomes (2008–2020). *European Journal of Plastic Surgery*, *45*(6), 967–975. https://doi.org/10.1007/s00238-022-01957-y

Garnica Escamilla, M. A., Hernández Peña, R., Sánchez Zúñiga, M. de J., Tamez Coyotzin, E. A., Vázquez Guerra, L. I., Garza Carrión, J. A., Ramírez Vallarde, N. E., & Jimeno Papova, R. G. (2023). La vitamina C, implicaciones terapéuticas en el paciente con quemaduras graves. *Medicina Crítica*, *37*(2), 134–140. https://doi.org/10.35366/110449

Gibson, A. L. F., Holmes, J. H., Shupp, J. W., Smith, D., Joe, V., Carson, J., Litt, J., Kahn, S., Short, T., Cancio, L., Rizzo, J., Carter, J. E., Foster, K., Lokuta, M. A., Comer, A. R., Smiell, J. M., & Allen-Hoffmann, B. L. (2021). A phase 3, open-label, controlled,

randomized, multicenter trial evaluating the efficacy and safety of StrataGraft® construct in patients with deep partial-thickness thermal burns. *Burns*, *47*(5), 1024–1037. https://doi.org/10.1016/j.burns.2021.04.021

Giretzlehner, M., Ganitzer, I., & Haller, H. (2021). Technical and Medical Aspects of Burn Size Assessment and Documentation. *Medicina*, *57*(3), 242. https://doi.org/10.3390/medicina57030242

Havers, F. P., Moro, P. L., Hunter, P., Hariri, S., & Bernstein, H. (2020). Use of Tetanus Toxoid, Reduced Diphtheria Toxoid, and Acellular Pertussis Vaccines: Updated Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices — United States, 2019. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*, *69*(3), 77–83. https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6903a5

Holm, S., Engström, O., Petäjä, I., & Huss, F. (2021). Does the estimation of burn extent at admission differ from the assessment at discharge? *Scars, Burns & Healing*, *7*, 205951312110194. https://doi.org/10.1177/20595131211019403

Holmes IV, J. H., Cancio, L. C., Carter, J. E., Faucher, L. D., Foster, K., Hahn, H. D., King, B. T., Rutan, R., Smiell, J. M., Wu, R., & Gibson, A. L. F. (2022). Pooled safety analysis of STRATA2011 and STRATA2016 clinical trials evaluating the use of StrataGraft® in patients with deep partial-thickness thermal burns. *Burns*, *48*(8), 1816–1824. https://doi.org/10.1016/j.burns.2022.07.013

Huang, R., Hu, J., Qian, W., Chen, L., & Zhang, D. (2021). Recent advances in nanotherapeutics for the treatment of burn wounds. *Burns & Trauma*, *9*. https://doi.org/10.1093/burnst/tkab026

Huff, M. L., & Blome-Eberwein, S. (2022). Providencia rettgeri Infection Compromising Post-Burn Recovery: A Lesson in the Importance of Follow-Up Care. *Cureus*. https://doi.org/10.7759/cureus.25450

Hughes, A., Almeland, S. K., Leclerc, T., Ogura, T., Hayashi, M., Mills, J.-A., Norton, I., & Potokar, T. (2021). Recommendations for burns care in mass casualty incidents: WHO Emergency Medical Teams Technical Working Group on Burns (WHO TWGB) 2017-2020. *Burns*, *47*(2), 349–370. https://doi.org/10.1016/j.burns.2020.07.001

Jiao, C., Su, K., Xie, W., & Ye, Z. (2019). Burn image segmentation based on Mask Regions with Convolutional Neural Network deep learning framework: more accurate and more convenient. *Burns & Trauma*, *7*. https://doi.org/10.1186/s41038-018-0137-9

Jordan, K. C., Di Gennaro, J. L., von Saint André-von Arnim, A., & Stewart, B. T. (2022). Global trends in pediatric burn injuries and care capacity from the World Health Organization Global Burn Registry. *Frontiers in Pediatrics*, *10*. https://doi.org/10.3389/fped.2022.954995

Komarcevic, A., Jokic, R., Pajic, M., Jovanovic, M., & Milenkovic, M. (2023). Analgesic protocol for procedural pain treatment of second-degree burns in children. *Vojnosanitetski Pregled*, *80*(2), 115–120. https://doi.org/10.2298/VSP220305043K

Kotecha, V. R., Opot, N. E., & Nangole, F. (2022). Assessment and Management of Pain in Patients Sustaining Burns at Emergency Department Kenyatta National Hospital, Kenya: A Descriptive Study. *Trauma Care*, *2*(1), 79–86. https://doi.org/10.3390/traumacare2010007

Lam, N. N., Hung, N. T., & Duc, N. M. (2021). Prognosis value of revised Baux score among burn patients in developing country. *International Journal of Burns and Trauma*, *11*(3), 197–201. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34336385

Leclerc, T., Potokar, T., Hughes, A., Norton, I., Alexandru, C., Haik, J., Moiemen, N., & Almeland, S. K. (2021). A simplified fluid resuscitation formula for burns in mass casualty scenarios: Analysis of the consensus recommendation from the WHO Emergency Medical Teams Technical Working Group on Burns. *Burns*, *47*(8), 1730–1738. https://doi.org/10.1016/j.burns.2021.02.022

Legrand, M., Barraud, D., Constant, I., Devauchelle, P., Donat, N., Fontaine, M., Goffinet, L., Hoffmann, C., Jeanne, M., Jonqueres, J., Leclerc, T., Lefort, H., Louvet, N., Losser, M.-R., Lucas, C., Pantet, O., Roquilly, A., Rousseau, A.-F., Soussi, S., … Blet, A. (2020). Management of severe thermal burns in the acute phase in adults and children. *Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine*, *39*(2), 253–267. https://doi.org/10.1016/j.accpm.2020.03.006

Luca-Pozner, V., Nischwitz, S. P., Conti, E., Lipa, G., Ghezal, S., Luze, H., Funk, M., Remy, H., & Qassemyar, Q. (2022). The use of a novel burn dressing out of bacterial nanocellulose compared to the French standard of care in paediatric 2nd degree burns – A retrospective analysis. *Burns*, *48*(6), 1472–1480. https://doi.org/10.1016/j.burns.2021.11.019

Malkoc, A., Jong, S., Fine, K., & Wong, D. T. (2023). High dose intravenous versus low dose oral vitamin c in burn care: potential protective effects in the severely burned: a retrospective cohort study. *Annals of Medicine & Surgery*. https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000000615

Mamo, S. T., Addisie, A. A., Heye, T. B., & Tegegne, O. A. (2023). Clinical Pattern and Outcome of Burn Injury in Children in AaBet Trauma Center Addis Ababa Ethiopia: Prospective Study. *SAGE Open Nursing*, *9*. https://doi.org/10.1177/23779608231186864

Markiewicz-Gospodarek, A., Kozioł, M., Tobiasz, M., Baj, J., Radzikowska-Büchner, E., & Przekora, A. (2022). Burn Wound Healing: Clinical Complications, Medical Care, Treatment, and Dressing Types: The Current State of Knowledge for Clinical Practice. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(3). https://doi.org/10.3390/ijerph19031338

McCann, C., Watson, A., & Barnes, D. (2022). Major burns: Part 1. Epidemiology, pathophysiology and initial management. *BJA Education*, *22*(3), 94–103. https://doi.org/10.1016/j.bjae.2021.10.001

McGovern, C., Puxty, K., & Paton, L. (2022). Major burns: part 2. Anaesthesia, intensive care and pain management. *BJA Education*, *22*(4), 138–145. https://doi.org/10.1016/j.bjae.2022.01.001

Meevassana, J., Sumonsriwarankun, P., Suwajo, P., Nilprapha, K., Promniyom, P., Iamphongsai, S., Pungrasmi, P., Jindarak, S., Kangkorn, T., & Angspatt, A. (2022). 3D PED BURN app: A precise and easy-to-use pediatric 3D burn surface area calculation tool. *Health Science Reports*, *5*(4). https://doi.org/10.1002/hsr2.694

Miquet Romero, L. M., Rodríguez Garcell, R., Chávez Mondragón, M. A., Orozco Jaramillo, M. A., & Delgado Roche, L. (2021). Niveles de ascorbato en pacientes quemados durante la fase aguda. *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*, *47*(2), 227–234. https://doi.org/10.4321/S0376-78922021000200014

Moniruzzaman, Md., Khan, A. R., Haq, Md. A., Naznin, R. A., & Haque, M. (2022). Pediatric First-Degree Burn Management With Honey and 1% Silver Sulfadiazine (Ag-SD): Comparison and Contrast. *Cureus*. https://doi.org/10.7759/cureus.32842

Mulatu, D., Zewdie, A., Zemede, B., Terefe, B., & Liyew, B. (2022). Outcome of burn injury and associated factor among patient visited at Addis Ababa burn, emergency and trauma hospital: a two years hospital-based cross-sectional study. *BMC Emergency Medicine*, *22*(1), 199. https://doi.org/10.1186/s12873-022-00758-7

Murari, A., & Singh, K. N. (2019). Lund and Browder chart—modified versus original: a comparative study. *Acute and Critical Care*, *34*(4), 276–281. https://doi.org/10.4266/acc.2019.00647

Nilsen, E. R., Stendal, K., & Gullslett, M. K. (2020). Implementation of eHealth Technology in Community Health Care: the complexity of stakeholder involvement. *BMC Health Services Research*, *20*(1), 395. https://doi.org/10.1186/s12913-020-05287-2

Osborne, T., Wall, B., Edgar, D. W., Fairchild, T., & Wood, F. (2023). Current understanding of the chronic stress response to burn injury from human studies. *Burns & Trauma*, *11*. https://doi.org/10.1093/burnst/tkad007

Paredes Lascano, P. L., Villegas Ipiales, S. A., Aguayo Escobar, A. A., & Bravo Paredes, L. A. (2023). Analgesia en pediatría; artículo de revisión. *Mediciencias UTA*, *7*(3), 11–22. https://doi.org/10.31243/mdc.uta.v7i3.2070.2023

Pham, T. N., Bettencourt, A. P., Bozinko, G. M., Chang, P. H., Chung, K. K., Craig, C. K., Fagin, A. M., Hollowed, K. A., Johnson, L. S., Kwan, P., Mann-Salinas, E. A., Molnar, J. A., Rae, L., Ahrenholz, D. H., Conlon, K. M., & Carrougher, G. J. (2019). *Advanced Burn Life Support Course ABLS PROVIDER MANUAL 2018 UPDATE*. https://ameriburn.org/wp-content/uploads/2019/08/2018-abls-providermanual.pdf

Pompermaier, L., Elmasry, M., Abdelrahman, I., Fredrikson, M., Sjöberg, F., & Steinvall, I. (2018). Are there any differences in the provided burn care between men and women? A retrospective study. *Burns & Trauma*, *6*. https://doi.org/10.1186/s41038-018-0125-0

Pruitt Basil A., & Jr. MD FACS, editor. (2000). Protection from Excessive Resuscitation: “Pushing the Pendulum Back.” *He Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, *49*(3), 567–568.

Rangel-Olvera, B., & Rosas-Romero, R. (2021). Detection and classification of burnt skin via sparse representation of signals by over-redundant dictionaries. *Computers in Biology and Medicine*, *132*, 104310. https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2021.104310

Retrouvey, H., Chan, J., & Shahrokhi, S. (2018). Comparison of two-dimensional methods versus three-dimensional scanning systems in the assessment of total body surface area estimation in burn patients. *Burns*, *44*(1), 195–200. https://doi.org/10.1016/j.burns.2017.07.003

Schlottmann, F., Bucan, V., Vogt, P. M., & Krezdorn, N. (2021). A Short History of Skin Grafting in Burns: From the Gold Standard of Autologous Skin Grafting to the Possibilities of Allogeneic Skin Grafting with Immunomodulatory Approaches. *Medicina*, *57*(3), 225. https://doi.org/10.3390/medicina57030225

Shi, C., Wang, C., Liu, H., Li, Q., Li, R., Zhang, Y., Liu, Y., Shao, Y., & Wang, J. (2020). Selection of Appropriate Wound Dressing for Various Wounds. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *8*. https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00182

Shiferaw, A., Mola, S., Gashaw, A., & Sintayehu, A. (2022). Evidence-based practical guideline for procedural pain management and sedation for burn pediatrics patients undergoing wound care procedures. *Annals of Medicine & Surgery*, *83*. https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.104756

Shu, W., Wang, Y., Zhang, X., Li, C., Le, H., & Chang, F. (2021). Functional Hydrogel Dressings for Treatment of Burn Wounds. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *9*, 788461. https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.788461

Sojka, J., C. Krakowski, A., & P. Stawicki, S. (2020). Burn Shock and Resuscitation: Many Priorities, One Goal. In *Clinical Management of Shock - The Science and Art of Physiological Restoration*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.85646

Soussi, S., Taccori, M., De Tymowski, C., Depret, F., Chaussard, M., Fratani, A., Jully, M., Cupaciu, A., Ferry, A., Benyamina, M., Serror, K., Boccara, D., Chaouat, M., Mimoun, M., Cattan, P., Zagdanski, A.-M., Anstey, J., Mebazaa, A., & Legrand, M. (2019). Risk Factors for Acute Mesenteric Ischemia in Critically Ill Burns Patients—A Matched Case–Control Study. *Shock*, *51*(2), 153–160. https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000001140

Souto, E. B., Ribeiro, A. F., Ferreira, M. I., Teixeira, M. C., Shimojo, A. A. M., Soriano, J. L., Naveros, B. C., Durazzo, A., Lucarini, M., Souto, S. B., & Santini, A. (2020). New Nanotechnologies for the Treatment and Repair of Skin Burns Infections.

International Journal of Molecular Sciences, *21*(2), 393. https://doi.org/10.3390/ijms21020393

Stapelberg, F. (2020). Challenges in anaesthesia and pain management for burn injuries. *Anaesthesia and Intensive Care*, *48*(2), 101–113. https://doi.org/10.1177/0310057X20914908

Steinvall, I., Elmasry, M., Abdelrahman, I., El-Serafi, A., & Sjöberg, F. (2021). Addition of admission lactate levels to Baux score improves mortality prediction in severe burns. *Scientific Reports*, *11*(1), 18038. https://doi.org/10.1038/s41598-021-97524-9

Suman, A., & Owen, J. (2020). Update on the management of burns in paediatrics. *BJA Education*, *20*(3), 103–110. https://doi.org/10.1016/j.bjae.2019.12.002

Tan, T., Ko, W., Chan, P., Tse, D. A., & Chiu, T. (2021). Epidemiology of paediatric burns in a tertiary centre in Hong Kong: A 10-year review. *Surgical Practice*, *25*(3), 146–151. https://doi.org/10.1111/1744-1633.12508

Tanaka, H. (2000). Reduction of Resuscitation Fluid Volumes in Severely Burned Patients Using Ascorbic Acid Administration. *Archives of Surgery*, *135*(3), 326. https://doi.org/10.1001/archsurg.135.3.326

Tas, F. Q., van Eijk, C. A. M., Staals, L. M., Legerstee, J. S., & Dierckx, B. (2022). Virtual reality in pediatrics, effects on pain and anxiety: A systematic review and meta-analysis update. *Pediatric Anesthesia*, *32*(12), 1292–1304. https://doi.org/10.1111/pan.14546

Toapanta Yugcha Iván Guillermo, & Paredes Lascano Patricia Lorena. (2018). *Manejo De Las Quemaduras en Niños* (Primera Edición). MEGAGRAF. file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Manejo_De_Las_Quemaduras_en_Ninos.pdf

van Gemert-Pijnen, J. (Lisette). (2022). Implementation of health technology: Directions for research and practice. *Frontiers in Digital Health*, *4*. https://doi.org/10.3389/fdgth.2022.1030194

Viderman, D., Tapinova, K., Dossov, M., Seitenov, S., & Abdildin, Y. G. (2023). Virtual reality for pain management: an umbrella review. *Frontiers in Medicine*, *10*. https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1203670

Vivcharenko, V., & Przekora, A. (2021). Modifications of Wound Dressings with Bioactive Agents to Achieve Improved Pro-Healing Properties. *Applied Sciences*, *11*(9), 4114. https://doi.org/10.3390/app11094114

Wang, Y., Lin, H., Lin, B., & Lin, J. (2019). Effects of different ascorbic acid doses on the mortality of critically ill patients: a meta-analysis. *Annals of Intensive Care*, *9*(1), 58. https://doi.org/10.1186/s13613-019-0532-9

Waw, S. (2023). ESTIMATION OF TOTAL BODY SURFACE AREA BURNED: A COMPARISON BETWEEN BURN UNIT AND REFERRING FACILITIES ESTIMATION DE LA SURFACE BRÛLÉE: COMPARAISON ENTRE UNITÉS, SPÉCIALISÉES OU NON. In *Annals of Burns and Fire Disasters*.

Xiang, H., Shen, J., Wheeler, K. K., Patterson, J., Lever, K., Armstrong, M., Shi, J., Thakkar, R. K., Groner, J. I., Noffsinger, D., Giles, S. A., & Fabia, R. B. (2021). Efficacy of Smartphone Active and Passive Virtual Reality Distraction vs Standard Care on Burn Pain Among Pediatric Patients. *JAMA Network Open*, *4*(6), e2112082. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.12082

Yoo, K., Woo, G., Jang, T. Y., & Song, J. S. (2020). Comparison between the Lund-Browder chart and the BurnCase 3D® for consistency in estimating total body surface area burned. *WikiJournal of Medicine*, *7*(1), 2. https://doi.org/10.15347/wjm/2020.002

Zachaj, J., & Jabłoński, Ł. (2023). Distinctivenesses in fluid therapy for burns in children in the prehospital settings and Hospital Emergency Department. *Lekarz Wojskowy*, *101*(1), 13–18. https://doi.org/10.53301/lw/152664

Zong, T.-X., Silveira, A. P., Morais, J. A. V., Sampaio, M. C., Muehlmann, L. A., Zhang, J., Jiang, C.-S., & Liu, S.-K. (2022). Recent Advances in Antimicrobial Nano-Drug Delivery Systems. *Nanomaterials*, *12*(11), 1855. https://doi.org/10.3390/nano12111855

Żwierełło, W., Piorun, K., Skórka-Majewicz, M., Maruszewska, A., Antoniewski, J., & Gutowska, I. (2023). Burns: Classification, Pathophysiology, and Treatment: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(4), 3749. https://doi.org/10.3390/ijms24043749