

BurnAid: inteligencia artificial al servicio del manejo inicial del paciente quemado

BurnAid: artificial intelligence at the service of initial management of the burned patient



Díaz Granados Zúñiga J.A.

Joaquín Alfredo DÍAZ GRANADOS ZÚÑIGA*, Raúl POLO-GALLARDO**, Said HENRÍQUEZ SAKER***, Jheifer PÁEZ-ALMENTERO****, Steffen CANTILLO-MOLINA****

Resumen

Introducción y objetivo. El manejo inicial del paciente quemado es crucial para garantizar resultados exitosos, sin embargo, existe un déficit significativo en el conocimiento básico de este aspecto en los lugares de atención primaria en Latinoamérica. Esta carencia contribuye a una alta mortalidad, colocando a esta región por debajo de África y Asia Sudoriental en términos de resultados en pacientes quemados.

Para abordar esta problemática se ha desarrollado "BurnAid", una innovadora aplicación móvil diseñada para proporcionar orientación precisa y actualizada en el manejo inicial de las quemaduras.

El objetivo de este proyecto es mejorar la atención primaria de las quemaduras mediante el uso de una aplicación móvil.

Material y método. Utilizando inteligencia artificial, "BurnAid" permite calcular la extensión de la quemadura en relación con la superficie corporal total afectada, teniendo en cuenta la etiología, el peso del paciente y el tiempo transcurrido desde el trauma. La aplicación guía paso a paso al usuario a través del proceso de manejo inicial del paciente quemado, ofreciendo recomendaciones personalizadas basadas en datos específicos del paciente.

Resultados. "BurnAid" representa una solución innovadora y oportuna para mejorar la atención primaria de quemaduras, brindando a los profesionales de la salud una herramienta práctica y efectiva para optimizar los resultados de los pacientes en un amplio rango de entornos clínicos.

Conclusiones. El desarrollo y evaluación de "BurnAid" representan un potencial para abordar las necesidades críticas en el manejo inicial de las quemaduras, proporcionando una solución efectiva y accesible para mejorar los resultados de los pacientes.

Palabras clave Quemados, Inteligencia artificial, Aplicación móvil, Reanimación hídrica, Superficie corporal quemada.

Nivel de evidencia científica 5 Diagnóstico

Recibido (esta versión) 20 febrero / 2024

Aceptado 24 agosto / 2024

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún interés financiero relacionado con el contenido de este artículo.

Financiación: No hubo fuentes externas de financiación para este trabajo.

* Médico Cirujano, Universidad de Monterrey (UEM), Monterrey, México. Cirujano Plástico, Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia.

** Fisioterapeuta, Magister en Actividad Física y Salud, PhD (c) Ciencias de la Salud, Universidad Simón Bolívar, Facultad de Ciencias de la Salud, Barranquilla, Colombia, Centro de investigación AudacIA Centro de Inteligencia Artificial y Robótica, Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia.

*** Licenciado en Administración de Empresas Universidad CESA, Bogotá, Colombia.

**** Ingeniero Mecatrónico, Magister en Ingeniería con énfasis en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Facultad de Ingenierías Universidad Simón Bolívar. Centro de Investigación AudacIA Centro de Inteligencia Artificial y Robótica, Universidad Simón Bolívar, Barranquilla, Colombia.



Introducción

Las quemaduras son una patología de cuidado crítico en la que, vista en urgencias o bien de primer contacto, todo médico debe ser capaz de iniciar una adecuada reanimación hidroelectrolítica, así como poder diagnosticar o descartar estados críticos del paciente como quemadura de vía aérea o síndrome compartimental entre otros. Sabemos que como consecuencia de la pérdida de la piel y como reacción al trauma, en el paciente se produce una respuesta inflamatoria sistémica y pierde grandes cantidades de líquidos fugados al tercer espacio, lo que obliga a iniciar una fluidoterapia importante para reponer la hipovolemia.⁽¹⁾ Si la reanimación hidroelectrolítica es insuficiente, el paciente cae en una insuficiencia renal aguda prerrenal que puede progresar a una necrosis tubular aguda, finalizando en la muerte; o bien si la reanimación es excesiva y se aumenta la volemia y la precarga cardíaca, se puede llegar a ocasionar un edema pulmonar que también puede resultar mortal.⁽²⁾ Hemos observado que el personal de salud no especializado en tratar pacientes quemados presenta un déficit en el conocimiento básico para el diagnóstico y tratamiento oportuno de estos pacientes, lo que conlleva en ocasiones largas estancias hospitalarias, mayores complicaciones y alta mortalidad.⁽³⁾

Las quemaduras representan una crisis severa en salud pública a nivel mundial, afectando a toda la población, de todos los niveles socioeconómicos, sin respetar fronteras geográficas, siendo la tercera causa mundial de muerte accidental, con 320.000 defunciones por año según la Organización Mundial de la Salud (OMS), con una incidencia del 1% durante toda la vida para quemaduras graves. La tasa de mortalidad por quemaduras en menores de 20 años es de 3.9/100.000 a nivel mundial, teniendo una variabilidad muy alta entre países desarrollados (0.4/100.000) y países en vías de desarrollo (4.9/100.000). En Colombia, la tasa de mortalidad por quemaduras es de 1.28 /100.000 habitantes, 3.2 veces más alta que la de los países desarrollados.⁽³⁾ En Argentina, por ejemplo, en la Unidad de Quemados del Hospital de Pediatría Prof. Dr. Juan P. Garrahan reportan una mortalidad del 9.8% de los pacientes ingresados, una cifra muy alta comparada con el 1.4% señalado por el Massachusetts General Hospital de Boston o el 2.8% del Hospital Shrinners de Galveston, Texas, ambos en EE.UU.⁽⁴⁾

Este problema no solo se basa en la cantidad de población rural con la que cuenta Latinoamérica y su falta de acceso rápido a centros especializados para quemaduras, sino además, en que estas lesiones, con sus respectivas complicaciones patológicas, conciernen a especiali-

dades médicas como Cirugía Plástica, Medicina Crítica o Medicina Interna. El problema radica en que estos especialistas se concentran en centros médicos urbanos y no en zonas rurales; en estas últimas la mayoría de las veces solo se cuenta con médicos generales, y al no enfrentarse a pacientes quemados de manera frecuente, carecen de protocolos estandarizados y por lo general, de la capacitación adecuada.

Es por todo esto que el propósito de este artículo es presentar el desarrollo de una aplicación para teléfono móvil que sirva como herramienta para el diagnóstico y como guía para el tratamiento inicial oportuno de los pacientes quemados, mediante la cual se obtiene el porcentaje de superficie corporal total quemada (SCTQ) correcto guiado empleando inteligencia artificial, lo que aunado al ingreso de datos simples como edad y peso del paciente y tiempo transcurrido desde el trauma, revela una guía de tratamiento paso a paso, desde el primer contacto con el paciente hasta su envío a un centro especializado, a la vez que enfatiza las alertas y signos de alarma que puedan presentar los pacientes y recoge datos en un documento para guardar y enviar al centro receptor.

Material y método

Desarrollo de la aplicación

La aplicación fue diseñada para operar en dispositivos con sistema operativo Android, utilizando Visual Studio Code como entorno de desarrollo integrado. La interfaz de usuario (Front-end) se implementó utilizando React, mientras que la lógica de aplicación (Back-end) se desarrolló en Django, empleando Python como lenguaje de programación. La gestión de datos se realizó a través de PostgreSQL. En cuanto al desarrollo de la inteligencia artificial, se optó por Python 3.10 complementado con bibliotecas especializadas como OpenCV, Numpy y Roboflow para el procesamiento de imágenes y la manipulación de datos.

Recursos humanos

El equipo estuvo compuesto por dos programadores, un diseñador de interfaz de usuario, un *product owner* y un *product manager*, quienes colaboraron estrechamente para llevar a cabo el desarrollo de la aplicación.

Recursos de hardware

Para el desarrollo se emplearon diversos recursos de hardware, incluyendo un servidor VPS con 2 GB de RAM y un procesador Intel de doble núcleo, una Mac Mini M1 para el desarrollo de software, y un dispositivo Android Redmi MI para pruebas. Además, se utilizó

Google Colab para el entrenamiento y desarrollo de los modelos de inteligencia artificial.

Metodología de desarrollo

El proyecto se llevó a cabo siguiendo la metodología ágil Scrum, lo que permitió una planificación flexible, una entrega iterativa de características y una constante colaboración entre todos los miembros del equipo de desarrollo.

Etapas de desarrollo

El proceso de desarrollo se dividió en varias fases críticas:

- Esquema lógico: definición de la estructura y lógica de la aplicación.
- Diseño: creación de interfaces de usuario y experiencia de usuario.
- Desarrollo: implementación del esquema lógico mediante programación.
- Pruebas: verificación de funcionalidades y detección de errores.
- Puesta en marcha: lanzamiento de la aplicación con un nivel de madurez tecnológica (TRL) de 5.

Resultados

Arquitectura de la aplicación

La aplicación se basa en una arquitectura modular, con una clara separación entre el front-end y el back-end interconectados a través de un panel administrativo que proporciona todas las APIs necesarias para su operación. Se implementó un sistema de control de acceso basado en roles, siendo el administrador el único con privilegios completos.

El nombre de la aplicación es “Burn Aid” que se traduce del inglés como “Ayuda para quemaduras”, donde en el logo se enfatizan las letras “ai” que son siglas en inglés para Inteligencia Artificial, la cual es la base de la aplicación.

Como pantalla inicial una vez se haya ingresado a la aplicación se cuenta con un inicio de sesión, con usuario y contraseña, garantizando la individualización y privacidad de cada individuo. Se puede observar un ejemplo en las Fig. 1-3.

Una vez se ingrese, automáticamente aparecerá la página de “Ingrese datos del paciente”. El personal médico deberá rellenar los datos de nombre del paciente, edad,



Figura 1. Muestra inicio de sesión.

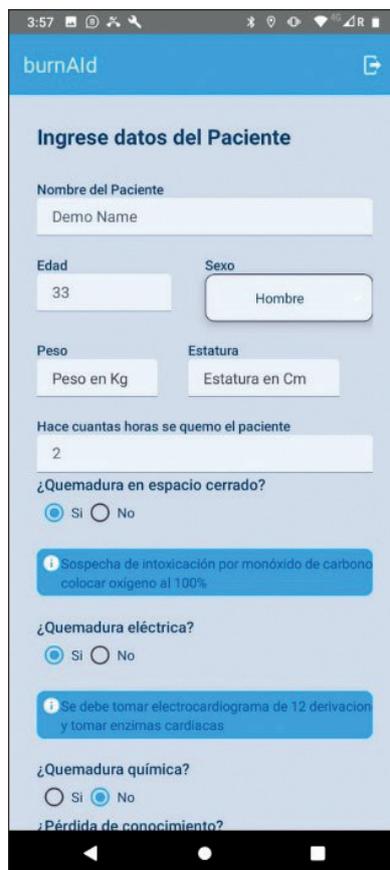


Figura 2. Ingreso de datos del paciente como edad, sexo, peso, estatura y horas transcurridas desde la quemadura. Así mismo se podrá seleccionar si la quemadura fue en un espacio cerrado, quemadura eléctrica, quemadura química, o si hubo pérdida de conocimiento del paciente en el lugar de la quemadura.

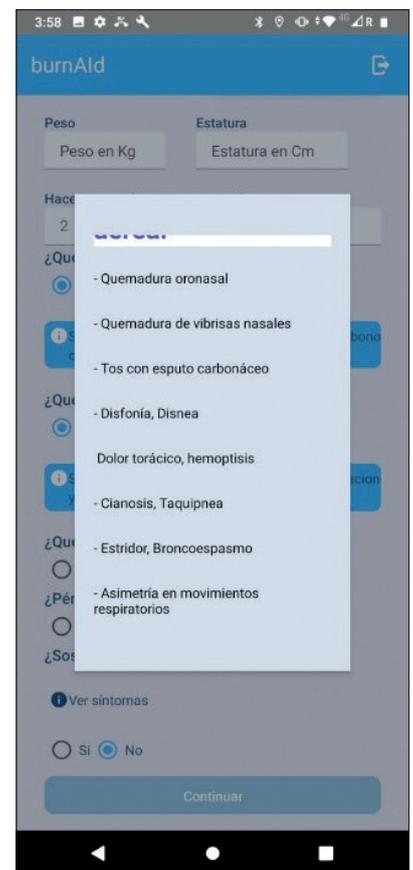


Figura 3. Muestra los signos y síntomas de sospecha de quemadura de vía aérea en el caso de que el usuario haga click en “ver síntomas”.

sexo, peso en kg, estatura en cm y el tiempo transcurrido desde la quemadura. En este mismo apartado, el usuario deberá seleccionar en un formato de “Si o No” si el paciente sufrió una quemadura en espacio cerrado, si sufrió quemadura eléctrica o química, si hubo pérdida de conocimiento en el lugar del accidente y si hay sospecha de quemadura de vía aérea. En caso de que se seleccione “Sí”, se desplegará una alerta indicando al personal médico lo que debe hacer en esa situación, tal y como se observa en la Fig. 2. Por ejemplo, si el usuario selecciona “Si” en el apartado de “quemadura en espacio cerrado”, se despliega la alerta con el texto “sospecha de intoxicación por monóxido de carbono, se debe colocar oxígeno al 100%”. Sabemos que el monóxido de carbono presenta una afinidad por la hemoglobina 200 veces mayor que el oxígeno, impidiendo la unión del oxígeno a esta, y produciendo un compuesto llamado carboxihemoglobina. El monóxido de carbono puede hacer que la xantina deshidrasa se convierta en xantina oxidasa (enzima que se asocia a formación de radicales libres de oxígeno y daño tisular); es por esto que el tratamiento para barrer estos niveles de monóxido de carbono es colocar al paciente oxígeno por ventury o cánula nasal al 100%.⁽⁵⁾

Si el usuario selecciona que el paciente sufrió una quemadura eléctrica, se despliega la alerta con el texto “se debe tomar electrocardiograma de 12 derivaciones y solicitar enzimas cardíacas”. Esta alerta tiene como fin descartar o diagnosticar a tiempo alteraciones cardíacas. Las quemaduras eléctricas, ya sean de alto voltaje (>1000 voltios) o bajo voltaje (<1000 voltios), producen arritmias y daño a miocardio. La alteración más común es la fibrilación auricular, mientras que la más letal es la fibrilación ventricular. De ahí la necesidad de tomar siempre un electrocardiograma y medir troponinas cardíacas para descartar o tratar dichas alteraciones lo antes posible.⁽⁶⁾

De igual manera, en la opción de “quemadura química”, si el personal médico selecciona “Sí”, se despliega la alerta con el texto “se deben retirar agentes etiológicos y ropa inmediatamente, así como una irrigación con solución salina tibia por 30 min a 2 horas”. El uso de neutralizantes está contraindicado debido a que los agentes pueden ocasionar una reacción química exotérmica, aumentando la temperatura local y agravando las quemaduras; es por esto que aunque no se conozca el agente etiológico o el pH de la sustancia, se debe retirar el contacto con la sustancia de manera urgente, al igual que llevar a cabo una irrigación profusa con solución salina tibia hasta por 2 horas.⁽⁷⁾

En la opción de “sospecha de quemadura de vía aérea”, aparecerá un subapartado que dice “ver síntomas”. Si se presentan dudas de diagnóstico o si el personal de salud que debe responder no conoce dichos signos o sintomatología, se desplegará un listado con los signos y síntomas específicos para realizar la sospecha de quemadura de la vía aérea tal como se observa en la Fig. 3. En caso de que el usuario seleccione la opción “Sí”, se desplegará una alerta con el texto “se debe intubar al paciente”. El paciente quemado, al inhalar cáusticos con altas temperaturas, presenta una respuesta inicial proinflamatoria, aumentando 10 veces el flujo sanguíneo bronquial, causando un aumento de la permeabilidad y destrucción del epitelio bronquial. Esto conlleva, en agudo, una secreción espesa y espumosa de las células caliciformes del árbol bronquial que posteriormente se solidifica obstruyendo la vía aérea. Las alteraciones clave en la lesión por inhalación son el edema y la disminución del compliance pulmonar debido al líquido pulmonar extravascular y a la inactivación inmediata del surfactante. Radica en este punto la importancia y la necesidad de intubar de manera inmediata al paciente.⁽⁸⁾

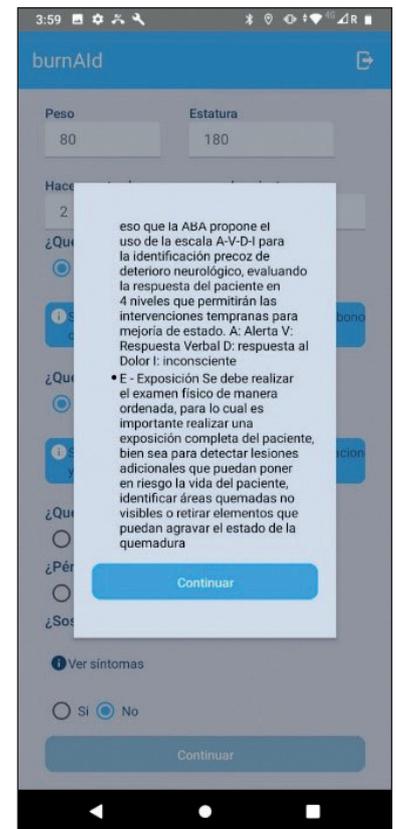
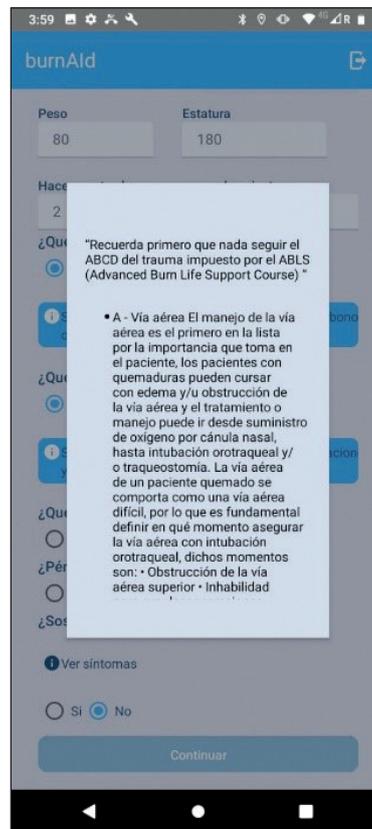


Figura 4 y 5. Comienza el recordatorio antes de iniciar el cálculo de porcentaje de superficie corporal total quemada con el ABCD del trauma impuesto por el ABLIS por sus siglas en inglés para *Advanced Burn Life Support Course*. Este ABCD nos recuerda lo primero que debemos hacer cuando nos enfrentamos ante un paciente con una quemadura; la aplicación extiende al usuario este aviso que obliga a leer para asegurar al paciente un correcto abordaje de sus quemaduras y dar click en “Continuar” para pasar al siguiente paso que es calcular el porcentaje de superficie corporal total quemada por medio de inteligencia artificial.

Una vez se ingresen todos los datos anteriores, antes de avanzar al cálculo de porcentaje de SCTQ, se extiende un recordatorio de las guías del ABCD del trauma impartidas por el ABLIS (*Advanced Burn Life Support Course*). Este curso impartido por la *American Burn Association* (Asociación Americana de Quemaduras), dicta los primeros pasos resumidos en un ABCD. La aplicación, como se observa en las Fig. 4 y 5, extiende un recordatorio para leer, seguir y asegurarse de cumplir estos abordajes de la siguiente manera antes de continuar:^(9,10)

A - Vía aérea: el manejo de la vía aérea es el primero en la lista por la importancia que tiene para el paciente, ya que aquellos con quemaduras pueden cursar con edema y/u obstrucción de la vía aérea y el tratamiento o manejo puede ir desde suministro de oxígeno por cánula nasal hasta intubación orotraqueal y/o traqueostomía.

La vía aérea de un paciente quemado se comporta como una vía aérea difícil, por lo que es fundamental definir en qué momento asegurarla con intubación orotraqueal. Este momento se da en caso de: obstrucción de la vía aérea superior, incapacidad para expulsar secreciones, hipoxemia a pesar de oxígeno al 100%, paciente con deterioro neurológico, fatiga muscular, hipoventilación ($PCO_2 > 50$ mmHg + y $PH < 7.2$), $PaO_2/FIO_2 < 200$ edema de la vía aérea superior

B - Ventilación: es el conjunto de procesos que permiten la entrada de aire a los pulmones para que se pueda realizar el intercambio gaseoso. Se debe tener vigilancia estricta de la misma, principalmente en pacientes politraumatizados, con quemadura de la vía aérea, quemaduras circunferenciales o con alteración del estado de conciencia.

C - Circulación: la vigilancia del estado circulatorio cobra gran importancia en el paciente quemado dada la gran pérdida de líquidos por generación de tercer espacio y por evaporación. La monitorización del estado circulatorio implica una vigilancia estricta del paciente con toma de tensión arterial, medición de frecuencia cardíaca y medición del llenado capilar.

A todos los pacientes que sean candidatos a reanimación hídrica parenteral se les debe asegurar un acceso venoso periférico; en caso de ser catalogado como gran quemado se recomienda canalizar al menos 2 vías además de procurar que la zona de punción no se encuentre quemada.

D - Deterioro neurológico: normalmente el paciente quemado se encuentra inicialmente

alerta y orientado; en caso de que no sea así se debe sospechar, aunada al trauma, la inhalación de gases tipo monóxido de carbono, hipoxemia o abuso de sustancias, lo que en algunas ocasiones requerirá manejo avanzado que incluye asegurar la vía aérea. Es por esto que la ABA propone el uso de la escala A-V-D-I para la identificación precoz del deterioro neurológico, evaluando la respuesta del paciente en 4 niveles que permitirán las intervenciones tempranas oportunas para mejorar su estado:

- A. Alerta
- V. Respuesta verbal
- D. Respuesta al dolor
- I. Inconsciente

E - Exposición: se debe realizar el examen físico de manera ordenada, para lo cual es importante realizar una exposición completa del paciente, bien sea para detectar lesiones adicionales que puedan poner en riesgo su vida, identificar áreas quemadas no visibles o retirar elementos que puedan agravar el estado de la quemadura.

Una vez el usuario lea las recomendaciones, podrá continuar al siguiente apartado (Fig. 6 y 7).

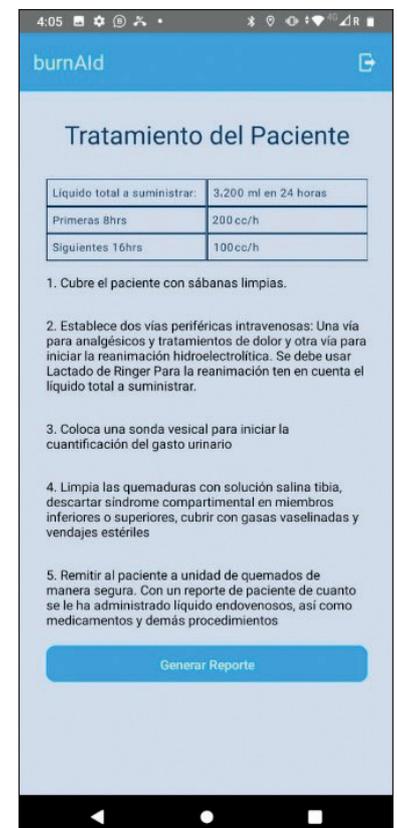
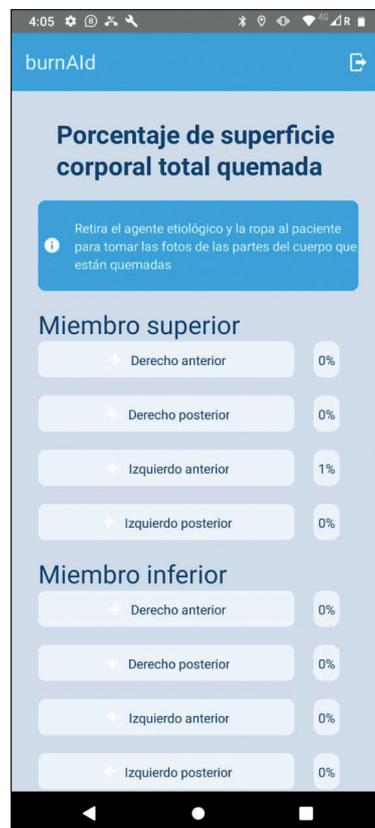


Fig. 6. Muestra el apartado de "Porcentaje de Superficie Corporal Total Quemada", con sus debidos subapartados: Miembro superior, Miembro inferior, Cabeza, Tórax anterior, Tórax posterior y Genitales.

Fig. 7. Muestra el apartado de "Tratamiento del paciente" donde se despliega la guía en un paso a paso para el manejo inicial del paciente quemado. En la tabla superior se desglosan los líquidos endovenosos necesarios para el paciente en 24 horas y se dividen en primeras 8 horas y siguientes 16 horas.

El cálculo del porcentaje de SCTQ se expone en la pantalla como se muestra en la Fig. 6. Se tomó la decisión de individualizar las áreas anatómicas del miembro superior, miembro inferior, cabeza, tórax anterior, tórax posterior y genitales. El personal de salud debe primero retirar el agente etiológico y la ropa del paciente, tal y como hemos descrito en la sección anterior. Dependiendo del área anatómica quemada, el usuario deberá tomar fotografías con su celular a las áreas quemadas y cargarlas en su respectiva ubicación anatómica según la aplicación. De esta manera se obliga al personal de salud a explorar toda la topografía corporal. Una vez cargadas todas las imágenes, por medio de inteligencia artificial se detectarán las quemaduras, y correspondiendo con el área anatómica, arrojará un porcentaje de SCTQ.

Una vez que se cuenta con ese porcentaje correcto, se despliega una guía de tratamiento con un paso a paso de lo que debe hacer el médico con respecto a su paciente. Como se ve en la Fig. 7, en la parte superior, la aplicación simplifica la administración de líquidos endovenosos en una tabla con el total de líquidos necesarios en 24 horas y como se deben administrar en centímetros cúbicos o mililitros cada hora durante las primeras 8 horas y en las siguientes 16 horas respectivamente.⁽¹¹⁾ Resaltamos la importancia de utilizar Ringer lactato como solución intravenosa debido a sus equivalentes dentro de ella; cuenta con 130 mEq/L de sodio y 4 mEq/L de potasio y se metaboliza en el hígado a bicarbonato siendo una solución alcalinizante, mientras que la solución salina normal, con sus 154 mEq/L de sodio y 154 mEq/L de cloro tiende a inducir acidemia por su disociación en la solución.⁽¹²⁾

Recordemos que dependiendo de las horas transcurridas desde la quemadura, es como se ajusta la fórmula de líquidos a administrar. Se utiliza la fórmula base de Brooke modificada debido a su menor porcentaje de complicaciones con pacientes quemados con porcentaje de SCTQ alto.⁽¹³⁾ Aunque la fórmula de Parkland, descrita por Charles Baxter en 1968 ha sido la más popular en los últimos años, existe amplia evidencia acerca de la relación entre la reanimación hidroelectrolítica excesiva que se puede llegar a producir con su uso y el aumento de la mortalidad y desarrollo de insuficiencia renal aguda en pacientes críticos, todo esto debido a la lesión endotelial debida a degradación del glicocalix endotelial que a su vez aumenta la permeabilidad capilar, incrementando la fuga de líquido al tercer espacio, agravando el edema y empeorando la hipovolemia.⁽¹⁴⁾

Finalmente, ya que tenemos la reanimación hidroelectrolítica adecuada, se enlistan los siguientes pasos a seguir que son: colocar 2 vías endovenosas periféricas al paciente administrando a través de una los

analgésicos para cuidados de dolor, y de los otros líquidos endovenosos previamente especificados;⁽¹⁵⁾ colocar sonda vesical para cuantificar gasto urinario, que se ha demostrado es el mejor marcador para respuesta a reanimación hidroelectrolítica en pacientes quemados; limpiar las quemaduras con solución salina tibia; y cubrir al paciente con sabanas limpias para evitar hipotermia.⁽¹⁶⁾ Finalizamos remitiendo al paciente a una unidad de quemados o centro especializado en quemaduras con Servicio de Cirugía Plástica.

Pruebas y validación

Llevamos a cabo pruebas con 810 fotografías de diferentes pacientes quemados con quemaduras de primero, segundo o tercer grado ubicadas en cara, miembros superiores, miembros inferiores, tórax anterior y posterior y genitales. Una vez establecida la lógica de la detección de quemaduras en base a la región anatómica utilizada, y aunada al uso sinérgico con la fórmula de Brooke modificada, se creó finalmente la guía de tratamiento inicial. Utilizamos la aplicación exitosamente en diferentes hospitales en los departamentos del Atlántico y Risaralda, Colombia, entre los meses de diciembre 2023 y febrero 2024.

Discusión

El presente estudio ha evaluado la eficacia y el potencial impacto de la aplicación móvil “BurnAid” en el manejo inicial de pacientes quemados. Durante los meses de diciembre de 2023 a febrero de 2024, llevamos a cabo pruebas exhaustivas con el objetivo de validar la precisión y utilidad de la aplicación en entornos clínicos reales.

En primer lugar, los resultados obtenidos durante el período de prueba indican una coincidencia consistente entre los diagnósticos y tratamientos sugeridos por la aplicación y los emitidos por profesionales de la salud en pruebas manuales. Este hallazgo sugiere que “BurnAid” es capaz de proporcionar diagnósticos precisos de manera rápida y eficiente, lo que puede mejorar significativamente la atención primaria de los pacientes quemados.

Actualmente, “BurnAid” se encuentra en su fase beta de desarrollo y está disponible para pruebas mediante un archivo APK que puede ser instalado en dispositivos Android. Este acceso temporal permite a los profesionales de la salud evaluar la funcionalidad y utilidad de la aplicación. Es importante destacar que, al tratarse de una aplicación impulsada por inteligencia artificial, “BurnAid” se vuelve más precisa con el tiempo a medida que se utiliza, ya que el modelo de IA se entrena continuamente a partir de los datos recolectados en cada uso.

Bibliografía

Sin embargo, es importante destacar que, si bien se observaron resultados prometedores durante el período de prueba, se necesitan estudios adicionales para evaluar el impacto a largo plazo de “BurnAid” en la mortalidad de los pacientes quemados. Se sugiere la realización de estudios longitudinales o ensayos clínicos a gran escala que comparen las tasas de mortalidad entre grupos de pacientes que recibieron tratamiento inicial utilizando “BurnAid” y aquellos que recibieron tratamiento convencional. Además, estos estudios podrían abordar la aceptación y el uso de la aplicación por parte de los profesionales de la salud en entornos clínicos reales.

Además, se identifican desafíos tecnológicos potenciales al adaptar la aplicación a nuevas plataformas o entornos de usuario. La optimización de la interfaz de usuario, la compatibilidad con diferentes dispositivos móviles y sistemas operativos, y el cumplimiento de estándares de seguridad y privacidad de datos, que son aspectos cruciales a considerar durante el proceso de adaptación de la aplicación.

Conclusiones

Nuestra aplicación asegura, en pacientes quemados, un diagnóstico para el porcentaje de superficie corporal total quemada correcto y, en base a eso, desglosa una guía de tratamiento paso a paso para el manejo inicial del paciente quemado. Dispone además de señalización de alertas en caso de que el paciente presente quemaduras eléctricas, químicas, en espacio cerrado o sospecha de quemaduras de vía aérea.

Un diagnóstico oportuno y un tratamiento donde la hidratación del paciente no es ni deficiente ni exagerada, en un manejo integral de temperatura, vía aérea, función renal y alteraciones cardíacas, disminuye el índice de complicaciones, tiempo y costos hospitalarios, incapacidades, discapacidades y muerte; y esa es el alma de “BurnAid”.

Dirección del autor

Dr. Joaquín Alfredo Díaz Granados Zúñiga
Correo electrónico: drjoaquinadiazgranados@gmail.com

1. **Silvestre Pérez MA, Matoses Jaén MS, Peiró Tudela MC.** Anestesia y reanimación del gran quemado pediátrico. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2004;51(5):253-267.
2. **Demling RH.** The Burn Edema Process: Current Concepts. *J. of Burn Care & Rehab.* 2005;26(3):207-227.
3. **Guerrero L.** Actualidad de las Quemaduras en Colombia. *Atención de las Quemaduras en Ibero-latinoamérica.* 2021;31(3):1-4.
4. **Basilico H, Guarracino J, Murruni A, Tramonti N, Villasboas R.** Epidemiología de las quemaduras pediátricas: seis años de experiencia en una unidad especializada de alta complejidad. *Ludovica Pediátrica.* 2021;24(02):14-22.
5. **Vomero A, Pandolfo S, Vazquez M, Más M.** Intoxicación por monóxido de carbono. Análisis de tres casos clínicos. *Arch. Ped. Uruguay.* 2009;80(3):204-209.
6. **Bernal E, Arnoldo B, Herndon DN.** Electrical Injuries. In: *Total Burn Care.* 5th ed. Elsevier; 2018. Pp. 396-402.e2.
7. **Williams FN, Lee JO, Herndon DN.** Chemical Burns. In: *Total Burn Care.* 5th ed. Elsevier; 2018. Pp. 408-413.e1.
8. **Jones SW, Williams FN, Cairns BA, Cartotto R.** Inhalation injury. *Clin Plast Surg.* 2017;44(3):505-511.
9. **Bettencourt AP, Bozinko GM, Chang PH.** Advanced Burn Life Support Course. Chicago, IL: American Burn Association; 2018.
10. **Greenhalgh DG.** Management of burns. *New Engl J. of Med.* 2019;380(24):2349-2359.
11. **Cancio LC, Bohanon FJ, Herndon DN.** Burn Resuscitation. In: *Total Burn Care.* 5th ed. Elsevier; 2018. Pp. 77-86.e2.
12. **Gillenwater J, Garner W.** Acute fluid management of large Burns. *Clin Plast Surg.* 2017;44(3):495-503.
13. **Alvarado R, Chung KK, Cancio LC, Wolf SE.** Burn resuscitation. *Burns.* 2009;35(1):4-14.
14. **Lindahl L, Oksanen T, Lindford A, Varpula T.** Initial fluid resuscitation guided by the parkland formula leads to high fluid volumes in the first 72 h, increasing mortality and the risk for kidney injury. *Burns Open.* 2023;7(3):51-58.
15. **Griggs C, Goverman J, Bittner EA, Levi B.** Sedation and pain management in burn patients. *Clin Plast Surg.* 2017;44(3):535-540.
16. **Shah AR, Liao LF.** Pediatric burn care. *Clin Plast Surg.* 2017;44(3):603-610.

