

# Abordaje terapéutico del paciente quemado: importancia de la resucitación con fluidoterapia

## *Therapeutic approach of burned patient: importance of fluid resuscitation*

Andrés Thelmo Moran Jaramillo, MD<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2878-7787>, Sergio Jhair Cerro Olaya, MD<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1929-200X>, Zayda Cristina Tapia Arias, MD<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7853-5484>, Oscar Leonardo Castillo Cueva, MD<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2088-2640>, Yanice Gianella Apolo Echeverría, MD<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0458-7852>, Ricardo Antonio Lema Knezevich, MD<sup>5</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1574-1210>, Cristiam Hernán Hidalgo Romero, MD<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8380-2612>

<sup>1</sup>Médico General. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Hospital General de Machala. República del Ecuador.

<sup>2</sup>Médico General. Clínica Aguilar. República del Ecuador.

<sup>3</sup>Médico General. Ministerio de Salud Pública. Hospital Básico Arenillas. República del Ecuador.

<sup>4</sup>Médico General. Ministerio de Salud Pública. Hospital Teófilo Dávila. República del Ecuador.

<sup>5</sup>Médico General. Ministerio de Salud Pública. Hospital Básico Huaquillas. República del Ecuador.

\*Autor de correspondencia: Andrés Thelmo Moran Jaramillo. Médico General. Médico General. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. Hospital General de Machala. República del Ecuador. Teléfono: 0994179665 Correo electrónico: andr\_s.t@outlook.com

### Resumen

Las quemaduras en la actualidad representan un problema de salud pública debido a su alta prevalencia principalmente en países en vías de desarrollo, estos eventos condicionan diversas consecuencias en el individuo que la padece, independientemente de la extensión de la quemadura es necesario una evaluación minuciosa y una serie de cuidados similares a las de cualquier paciente en condición crítica, siendo fundamental inicialmente la clasificación de la quemaduras para ajustar el tratamiento a las características de la misma. Por ello el profesional de la salud entrenado en cuidados agudos debe conocer los pasos de la atención inicial de las quemaduras y comprender que dentro de la reanimación, la fluidoterapia es el componente principal y su correcta administración permitirá restaurar y preservar la función vital de los órganos. A lo largo de los años se han utilizado diversas clasificaciones y fórmulas para el cálculo de la superficie corporal con el fin de realizar una infusión de líquidos adecuada, sin embargo la subjetividad en su determinación muchas veces condiciona errores en el manejo, por lo cual es necesario conocer los últimos hallazgos con respecto a la valoración más objetiva del paciente quemado.

**Palabras clave:** quemaduras, fluidoterapia, clasificación, fórmulas, superficie corporal.

ministration will restore and preserve the vital function of the organs. Throughout the years, different classifications and formulas have been used for corporal surface calculation in order to carry out an adequate infusion of liquids, nevertheless the subjectivity in its determination often generate errors in the handling, for which reason it is necessary to know the latest findings regarding the most objective assessment of the burned patient.

**Keywords:** burns, fluid therapy, classification, formulas, body surface.

### Introducción

Las quemaduras son lesiones devastadoras que a menudo resultan en una morbilidad significativa, deterioro del bienestar emocional y calidad de vida; además del manejo inmediato básico, las quemaduras a menudo requieren tratamiento a largo plazo con múltiples procedimientos quirúrgicos reconstructivos que pueden incluir estadías hospitalarias concomitantes además de numerosas visitas ambulatorias de seguimiento, las consecuencias relacionadas con las lesiones por quemaduras suelen ir acompañadas de cargas socioeconómicas adicionales para las víctimas y sus familias<sup>1,2</sup>.

Las quemaduras son una causa importante de lesiones en todo el mundo, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se estima que la incidencia de quemaduras graves durante toda la vida es del 1% y que más de 300,000 personas mueren anualmente por quemaduras relacionadas con incendios en todo el mundo, con una prevalencia significativamente mayor en los países en desarrollo<sup>3</sup>. Debido a daños en la piel y otros órganos, las quemaduras pueden provocar heridas abiertas, discapacidad, complicaciones tanto emocionales como psicológicas, muerte y consecuencias económicas importantes. Por lo tanto, los pacientes con quemaduras requieren no solo un tratamiento primario agudo, sino

### Abstract

Currently burns represent a public health problem due to their high prevalence mainly in developing countries. These events have different consequences for the affected individual, regardless of burn extent, an accurate evaluation and a therapeutic approaches of any patient in a critical condition is necessary. The burns classification being fundamental to adjust the treatment to its characteristics. Therefore, the health professional trained in acute care must know the steps of the initial care of burns and understand that within the resuscitation, fluid therapy is the main component and its proper ad-

también una terapia de rehabilitación, reconstrucción y para manejo de secuelas a largo plazo. Aunque más del 90% de todas las quemaduras son prevenibles, estas siguen siendo comunes y son consideradas en algunas regiones del mundo un verdadero problema importante de salud pública<sup>4</sup>.

Durante las últimas décadas se ha logrado un gran progreso en la reanimación aguda de pacientes con quemaduras graves<sup>5,6</sup>. El reconocimiento de la necesidad de infusión de grandes cantidades de líquidos durante las primeras horas o días, debido a la fuga capilar que es el distintivo patológico de estas lesiones<sup>7</sup>, es una de las razones más importantes para la mejora de la supervivencia en estos pacientes. En la actualidad los esfuerzos están destinados a disminuir las fugas capilares y mejorar aún más el manejo de estos pacientes mediante flúidoterapia. De esta manera, la estrategia actual se ha enfocado en una reanimación uniforme e individualizada<sup>8</sup>. Por lo antes expuesto el objetivo de esta revisión bibliográfica es exponer los hallazgos clínicos más recientes en relación con las quemaduras y el enfoque terapéutico de resucitación con flúidoterapia.

### Quemaduras

Son lesiones térmicas debido a la acción de agentes físicos, químicos o biológicos los cuales provocan múltiples alteraciones tisulares, que dependiendo de su extensión y gravedad producirán desde lesiones mínimas caracterizadas por un eritema hasta lesiones con destrucción total de diversas estructuras<sup>9</sup>.

Los criterios para definir a un sujeto como “gran quemado” son<sup>9</sup>:

- Personas con un índice de gravedad > 70 puntos, o con quemaduras AB o B > 20% de superficie corporal.
- Pacientes mayores de 65 años con quemaduras AB o B mayores a un 10%.
- Individuos que presenten quemaduras respiratorias por inhalación de gases tóxicos.
- Casos de quemaduras eléctricas.
- Quemados politraumatizados.
- Quemados con patologías graves asociadas.

### Fisiopatología del shock en las quemaduras

Las quemaduras que afecten más de un tercio de la superficie corporal, presentarán un aumento en la permeabilidad tisular lo cual genera una pérdida de plasma y electrolitos, que se extravasan desde el área afectada produciendo a su vez alteraciones hemodinámicas que finalmente conllevan a un shock hipovolémico. Asimismo, la lesión térmica produce liberación de catecolaminas y otros mediadores inflamatorios los cuales a su vez generan vasoconstricción sistémica, vasoconstricción pulmonar y disminución del gasto cardíaco, además la perfusión tisular se encuentra disminuida que en casos graves evoluciona a isquemia renal y fallo multiorgánico. Aunado a esto el aumento en la permeabilidad capilar provoca la pérdida de proteínas plasmáticas, albúmina con disminución de la presión oncótica del plasma y presencia de hemoconcentración, favoreciendo la aparición de edema, factores que favorecen los cambios hemodinámicos que se manifiestan con la aparición de hipovolemia. Es importante

destacar que la hipovolemia del paciente quemado tiene un patrón evolutivo ya que es muy intensa en las primeras horas, pero luego disminuye progresivamente en el transcurso de dos a tres días de evolución<sup>10</sup>.

### Clasificación de las quemaduras

Las quemaduras se pueden clasificar de acuerdo a su profundidad utilizando la clasificación de Benaim, la cual las divide en quemaduras de tipo A, tipo AB – A, tipo AB – B, y tipo B; por su parte, la clasificación de Converse – Smith las divide en quemaduras de primer grado, segundo grado superficial, segundo grado profundo, y tercer grado; mientras que la Sociedad Americana de Quemados (ABA, por sus siglas en inglés) las clasifica en quemaduras de afectación epidérmica, dérmica superficial, dérmica profunda o de espesor total (**Tabla 1**). El tratamiento y pronóstico del paciente dependerá del grado de afectación<sup>9</sup>.

Clasificación de Benaim	Clasificación de Converse - Smith	Denominación AB - A	Nivel Histológico	Pronóstico
Tipo A (Superficial)	Primer Grado	Epidérmica	Epidermis	No necesita injerto. Debería curar espontáneamente en 7 días sin secuelas.
Tipo AB – A (Intermedia)	Segundo Grado Superficial	Dérmica Superficial	Epidermis y dermis papilar	Debería epidermizar espontáneamente en 15 días con secuelas estéticas. Si se complica puede profundizarse
Tipo AB – B (Intermedia)	Segundo Grado Profundo	Dérmica Profunda	Epidermis, dermis papilar y reticular sin afectar fanéres profundos	Habitualmente termina en injerto con secuelas estéticas y/o funcional; puede requerir de escarectomía tangencial
Tipo B Total	Tercer Grado	Espesor Total	Epidermis, dermis e hipodermis (tejido celular subcutáneo) pudiendo llegar hasta el plano óseo	Requiere escarectomía precoz e injertos o colgajos

Otro aspecto fundamental para la clasificación de las quemaduras es el porcentaje de superficie corporal quemada, ya que la extensión de la misma también se relaciona con la gravedad y pronóstico del paciente, además de que convencionalmente se ha utilizado para calcular el volumen de líquido a administrar al paciente quemado durante la fase inicial del manejo terapéutico. La fórmula más ampliamente utilizada es la de Parkland, cuyo propósito es determinar el volumen de líquido a infundir, su cálculo se obtiene de la siguiente manera: 2-5 ml de Ringer lactato x Kg de peso x % de superficie corporal quemada<sup>12</sup>.

Por otra parte, para el cálculo de la superficie corporal quemada se puede utilizar la regla de la palma de la mano, la cual consiste en determinar el tamaño de la superficie anterior de la mano del paciente desde su palma hasta la región más distal de los dedos, lo que representará el 1% de la superficie corporal del paciente. Este método es particularmente útil en quemaduras pequeñas que no superen el 15% del área de superficie corporal quemada, o en aquellas quemaduras muy extensas (mayores al 85%) en las cuales el cálculo del área de superficie corporal se basará en la medición de las partes intactas de la piel para luego compararlas con las áreas afectadas. Otro método que ha resultado eficaz para el cálculo de la superficie corporal es la regla de los nueve, en la cual a cada área del cuerpo se le da un valor según la longitud de la misma: las extremidades inferiores corresponden a un 18%, las extremidades superiores a un 9%, el tórax anterior y posterior a un 18%, el abdomen a un 9%, la región lumbar 9%, cabeza 9% y región genital 1%; este método es útil en adolescentes y adultos pero no en niños. Sin embargo, el método más fiable para el cálculo del área de superficie corporal en el paciente quemado es la escala de Lund-Browder, la cual calcula la superficie corporal dependiendo de la edad y el área afectada de la persona<sup>13</sup> (Tabla 2).

**Tabla 2. Cálculo según escala de Lund – Browder**

Área	< 1 año	1 – 4 años	5 – 9 años	10 – 14 años	> 15 años
Cabeza	9,5	8,5	6,5	5,5	4,5
Cuello	1	1	1	1	1
Tórax	13	13	13	13	13
Brazo	2	2	2	2	2
Antebrazo	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Mano	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Muslo	2,75	3,25	4	4,25	4,5
Pierna	2,5	2,5	2,5	3	3,25
Pie	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
Glúteos	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Genitales	1	1	1	1	1

### Evaluación y manejo inicial del gran quemado

El tratamiento inicial del paciente quemado se basa en varios principios fundamentales siendo una fluídoterapia adecuada la piedra angular del mismo; adicional a esta en las primeras seis horas es necesario una reanimación eficaz, prevención de hipotermia, administrar fármacos para la analgesia y/o sedación y el inicio de ventilación mecánica en aquellos pacientes que lo ameriten. Todo esto se aplica con el objetivo principal de controlar la hipovolemia, restablecer la perfusión tisular y mantener la homeostasis corporal del afectado<sup>14</sup>.

La valoración inicial del paciente quemado amerita del cumplimiento del ABC estándar de cualquier paciente en estado crítico, siendo la causa más frecuente de muerte en todo paciente quemado la obstrucción de la vía aérea superior secundario a edema. Dentro de los protocolos de atención se cuenta con la intubación orotraqueal, especialmente en aquellos que presenten quemaduras muy extensas por inhalación con posible daño de las vías respiratorias, paciente inconsciente o con insuficiencia respiratoria; por ello comprobar la frecuencia y calidad de la respiración del paciente debe ser

fundamental en el monitoreo en salas de emergencia. También resulta indispensable para la terapia de reanimación con fluidos la colocación de accesos periféricos intravenosos por los cuales podrán ser aplicados fármacos destinados a la sedación y analgesia del paciente quemado<sup>14</sup>.

La valoración secundaria consiste en evaluar la respuesta del paciente a las medidas de reanimación inicial, valorar el estado neurológico, valorar el trauma para la inmovilización de fracturas en caso de ser necesario y control de hemorragias, proteger heridas abiertas y determinar el grado de las quemaduras.

Esquemáticamente el manejo estará enfocado en<sup>14</sup>:

- **Control de la vía aérea:** valorando la permeabilidad de la misma, protección cervical e intubación orotraqueal para brindar soporte ventilatorio en caso de ser necesario.
- **Soporte hemodinámico:** el cual consiste en la administración de fluídoterapia en conjunción con el monitoreo de ciertos parámetros dinámicos los cuales permiten alcanzar los objetivos necesarios de perfusión tisular, evitando los riesgos de producir sobrecarga hídrica y desarrollo de complicaciones como la aparición de edema, síndrome compartimental, entre otros.
- **Fisioterapia pulmonar y aspiración de secreciones:** tiene el objetivo principal de evitar la formación de tapones mucosos que puedan obstruir las vías respiratorias y desencadenar el desarrollo de atelectasias en el paciente.
- **Ventilación mecánica:** consiste en la ventilación de alta frecuencia con dispositivos especializados los cuales reducen la incidencia de neumonía asociada a equipos de ventilación mecánica convencionales, barotraumatismos y efectos adversos de la sedación en el paciente quemado.
- **Adyuvantes farmacológicos:** dentro de los fármacos que ayudan a mejorar la morbimortalidad en el paciente con quemaduras se encuentran los analgésicos no esteroideos, inhibidores de leucotrienos, heparina, agonistas  $\beta_2$ , antioxidantes y otros productos terapéuticos cuyo uso varía individualizando las necesidades de cada paciente.

### Fluídoterapia en quemaduras

La fluidoterapia intravenosa consiste en la administración parenteral de líquidos y electrolitos y se considera como una de las herramientas terapéuticas fundamentales del paciente durante la fase aguda, su objetivo principal se centra en mantener la homeostasis del organismo y corregir los desequilibrios hidroelectrolíticos existentes del paciente en estado crítico, y se aplica cuando la hidratación por vía oral resulta insuficiente o contraindicada<sup>19</sup>.

La fluídoterapia se basa en el uso de varios tipos de soluciones las cuales se clasifican según su tonicidad con relación al plasma corporal, los fluidos hipertónicos son aquellos que presentan una osmolalidad mayor a 290 mOsm/L (50 mOsm por arriba), los isotónicos poseen una osmolalidad que se aproxima a los 290 mOsm/L, y los fluidos hipotónicos tienen una osmolalidad menor a 290 mOsm/L (50 mOsm por de-

bajo). Los líquidos también se pueden clasificar como cristaloideos y coloides, los cristaloideos son aquellos que contienen agua y solutos pequeños como dextrosa, sodio, cloruro, entre otros; son sustancias que por su bajo peso molecular se distribuyen en los diferentes compartimientos corporales, aportando volumen de líquido tanto al espacio intravascular como al extravascular. Por su parte, los coloides están compuestos por agua, electrolitos y proteínas de mayor peso molecular los cuales en condiciones no patológicas no atraviesan la pared capilar y se mantienen en el espacio intravascular, esto los hace idóneos en el tratamiento inicial del shock no hemorrágico el cual aparece en grandes quemaduras, para posteriormente recurrir a la administración de líquidos cristaloideos<sup>20</sup>.

### **Determinación de las necesidades de fluidoterapia en el paciente quemado**

En los pacientes quemados graves es difícil lograr una reposición óptima de fluidos para corregir la hipovolemia, sin aumentar a su vez el volumen de líquido en el espacio intersticial; es importante tomar esto en consideración ya que la acumulación de líquido en este espacio aumenta la morbilidad y mortalidad debido a la aparición de síndrome compartimental, aumentar la profundidad de la quemadura o causar edema pulmonar<sup>15</sup>.

Ante lo antes expuesto se han creado diversas fórmulas para calcular los requerimientos de líquidos del paciente quemado, como lo son la regla de Wallace de los nueve, la regla de la palma de la mano, la fórmula de Parkland (la más utilizada). Sin embargo, estos parámetros y fórmulas no siempre son útiles, muchas veces son incapaces de corregir correctamente el estado de hipovolemia de la persona ya que el cumplimiento rígido de los mismos puede producir un excesivo volumen de reposición, con la consiguiente acumulación de líquido en el espacio intersticial, edema y aparición de falla multiorgánica. Por ello, la cantidad de líquido administrado debe regularse en relación al volumen urinario del paciente y la presión arterial media<sup>16,17</sup>.

Actualmente se ha optado por utilizar un esquema de fluidoterapia basado en los datos arrojados por el método de termodilución transpulmonar (TDTP), el cual mide el volumen de CO<sub>2</sub> intratorácico en sangre (ITBV), agua extravascular pulmonar (EVLW), entre otros parámetros dinámicos; este tipo de métodos se ha asociado a una implementación más agresiva de la fluidoterapia, pero al hacerlo no siempre se mejora la precarga<sup>17</sup>.

Existen estudios comparativos entre la fluidoterapia administrada al paciente quemado mediante la fórmula de Parkland versus el método de TDTP, uno de ellos conducido por Aboelatta y Abdelsalam en el cual analizaron a un grupo de 30 pacientes adultos quemados con un 25 a un 60% de superficie corporal quemada, en 15 de estos pacientes se administró fluidoterapia según el esquema calculado por la fórmula de Parkland, y en los otros 15 según el método de TDTP durante los primeros tres días posterior a la quemadura, evidenciando que la administración de líquido fue mayor en aquellos pacientes cuyo cálculo de fluidoterapia

se hizo mediante TDTP, pero incluso en estos casos resultó muy difícil alcanzar los niveles de normovolemia y normalización del gasto cardíaco en las etapas tempranas, además de asociarse con la aparición de edema tisular considerable. Debido a ello resulta indispensable ajustar los valores finales de la cantidad de fluidos previamente calculada a través de métodos de TDTP, e individualizar a cada paciente quemado al momento de administrar la fluidoterapia. En este estudio se utilizaron fluidos cristaloideos durante las primeras 24 horas seguido de la administración de coloides, mientras que en las segundas 24 horas se utilizó solo cristaloideos con el objetivo de mantener un índice de volumen de sangre intratorácico >800 ml/m<sup>2</sup> y un índice cardíaco >3,5 L/min/m<sup>2</sup>. La fluidoterapia era suspendida momentáneamente si el índice de agua pulmonar extravascular era mayor a 10 ml/kg, en los casos de hipotensión o de oliguria se administró adrenalina cuando el índice cardíaco era menor a 3,5 L/min/m<sup>2</sup>, y noradrenalina cuando la resistencia vascular sistémica era menor a 1250 dinas/cm/m<sup>2</sup><sup>18</sup>.

Por su parte, múltiples informes han demostrado que existe un gran número de casos de resucitación sub-óptima e hipoperfusión al utilizar las fórmulas convencionales incluida la de Parkland, determinando que la cantidad de fluido calculado es mucho mayor que el necesario a utilizar durante la reanimación del paciente. Después de toda la reanimación es un proceso dinámico, y aunque la TDTP es una herramienta muy beneficiosa en la estimación de la cantidad de líquido a administrar, los valores ideales deben ser ajustados individualmente para cada paciente con el fin de evitar complicaciones como edema tisular o pulmonar las cuales pueden aumentar la mortalidad<sup>18</sup>.

### **Reanimación de fluidoterapia dirigida a objetivos**

La terapia de líquidos dirigida a objetivos tiene como principio básico el monitorear ciertos parámetros para predecir la respuesta del paciente a la administración de grandes volúmenes de líquidos, y así identificar cuáles pacientes se beneficiarían de la reanimación intravenosa agresiva con fluidos y cuáles no<sup>21</sup>.

La valoración del volumen de líquido intravascular administrado y la capacidad de respuesta al mismo es algo difícil de medir, es por ello que existen estrategias en el manejo de fluidos que se apoyan en la monitorización de ciertos parámetros como lo son la presión arterial, presión arterial media, presión venosa central, índice respiratorio dinámico, variación del volumen sistólico, depuración de lactato, oximetría venosa, métodos de TDTP, ecografía cardíaca, monitoreo hemodinámico con dilución de litio con salida cardíaca (LIDCO), los cuales permitirán la administración de fluidos dirigidos a una meta según el estado crítico<sup>22</sup>.

El monitoreo de ciertos parámetros tradicionales como la presión arterial media y la presión venosa central no muestran evidencias sólidas para el monitoreo de reanimación intravenosa agresiva con fluidos, a pesar de que se consideran como un parámetro importante de cuantificar en las terapias recomendadas. Por su parte los índices respiratorios dinámicos como el PPV, se consideran parámetros relevantes

para identificar a aquellos pacientes cuyo volumen sistólico responderá positivamente a la administración adicional de fluidos. Las nuevas herramientas y métodos de monitoreo como la TDTP, se han desarrollado para individualizar a cada paciente y adaptar el objetivo de fluidoterapia de reanimación para la persona<sup>22,23</sup>.

#### *Fluidos a utilizar en la etapa inicial de resucitación*

Los líquidos cristaloides aparecen como la recomendación inicial para el manejo terapéutico de reanimación en diversas situaciones clínicas como quemaduras, traumatismos, deshidratación y diabetes. De todas las soluciones cristaloides, la solución salina isotónica (0,9%) es la más utilizada a nivel mundial, no obstante es importante recordar que administración de grandes volúmenes se asocia al desarrollo de acidosis metabólica hiperclorémica<sup>24</sup>.

En quemaduras graves, el uso de Ringer lactato se considera como la solución ideal para estos casos, los niveles fisiológicos de cloruro con iones de sodio reducidos y amortiguados con lactato que puede ser metabolizado, minimiza los riesgos de desarrollar acidosis metabólica. Sin embargo, el uso de este tipo de líquidos cristaloides también se asocia a ciertos efectos adversos como lo son el aumento de la demanda aeróbica, alcalosis de rebote, activación de neutrófilos y aumento de la expresión del gen de apoptosis (D-lactato). Debido a esto se ha estudiado el uso de Ringer acetato como anión alternativo, esta última presenta una bioactividad inerte y un menor peso molecular, además tiene un metabolismo extrahepático y presenta una menor demanda de oxígeno. Por ello algunos autores plantean el acetato de Ringer como una solución adecuada para administrar protocolos de reanimación con fluidoterapia al paciente quemado, observándose incluso puntuaciones más bajas de la puntuación SOFA (Sequential Organ Failure Assessment, por sus siglas en inglés) al comparar con Ringer lactato<sup>25</sup>.

#### **Nuevas estrategias para el manejo de resucitación con fluidoterapia post quemadura**

Como se ha comentado previamente, las fórmulas predefinidas para hacer el cálculo de líquidos endovenosos a administrar al paciente quemado no siempre son del todo certeras; al igual que el monitoreo de ciertos parámetros generales como la presión arterial, presión arterial media, presión venosa central, volumen urinario, entre otros; cuyo verdadero objetivo es el de evaluar la eficacia de la fluidoterapia de reanimación administrada al paciente quemado. Es por ello que en la actualidad la monitorización hemodinámica por medio de nuevos parámetros y marcadores pronósticos resulta fundamental para el manejo de todo paciente en estado crítico. Uno de los más utilizados es el uso de dispositivos mínimamente invasivos como el sistema Pulse Index Continuous Cardiac Output (Sistema PiCCO, por sus siglas en inglés), el cual se basa en métodos de TDTP para estudiar diversos parámetros, algunos son continuos y otros intermitentes. Dentro de estos parámetros se encuentra:

- Agua pulmonar extravascular: el cual permite valorar y cuantificar el edema pulmonar a través de la medición del agua intraalveolar, intersticial e intracelular. Dependiendo

de la cuantificación de la misma, se asocia a la mortalidad del paciente.

- Pulmonary Vascular Permeability Index: se encarga de medir la microvasculatura pulmonar, y con ello se puede determinar el origen del edema pulmonar, el cual puede ocurrir por un aumento en la presión hidrostática o por daño en la barrera alvéolo capilar. Se correlaciona con la mortalidad del paciente quemado.
- Global End Diastolic Volume Index: estudia el valor de la precarga y como la fluidoterapia afectará a esta última.
- Intratoracic Blood Volume Index: al igual que la anterior, se basa en el análisis de la precarga.
- Cardiac Function Index: se encarga de la valoración de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo.
- Pulse Pressure Variation: sirve como un importante predictor de la respuesta que tendrá el paciente con ventilación mecánica al tratamiento con fluidoterapia.

Es por ello que el uso del Sistema PiCCO y los principios de la TDTP, son de utilidad para el manejo terapéutico del paciente quemado con inestabilidad hemodinámica y la disminución de la morbilidad y mortalidad asociada a este tipo de fluidoterapia intensiva<sup>26</sup>.

#### **Subjetividad en el cálculo y sus efectos adversos al administrar fluidoterapia de reanimación**

La estimación adecuada del área de superficie corporal quemada resulta fundamental para el cálculo de reanimación con fluidoterapia siguiendo las clásicas fórmulas de Parkland, Cincinnati o Galveston. Sin embargo, diversos análisis han comprobado que éste tipo de fórmulas, así como el cálculo de la superficie corporal de acuerdo a diferentes métodos como la regla de los nueve, la regla de la superficie palmar o el esquema de Lund-Browder, no son del todo exactos y su interpretación resulta muy subjetiva<sup>27</sup>. Una investigación conducida sobre en una muestra de 80 profesionales de la salud entre los que se encontraban médicos especialistas, residentes y personal de enfermería, que asistieron a conferencias internacionales sobre quemaduras en el Congreso de la Asociación Europea de Quemaduras, que consistió en entregarles las fotografías de 3 casos clínicos de pacientes con quemaduras para que calcularan el área de superficie corporal quemada y determinarán el esquema de fluidoterapia a administrar, evidenciándose variaciones muy importantes en los resultados, los cuales oscilaban en un cálculo de área del superficie corporal quemada en el primer paciente entre un 2,5% hasta un 25% con una media de 22,5%, y un consiguiente esquema de fluidoterapia también variable, según la fórmula de Cincinnati de 1080 ml y de 607 ml según la fórmula de Galveston en las primeras 24 horas. Por su parte, el cálculo del área de superficie corporal quemada en el segundo paciente varió entre un 3,5% y 20% (media: 16,5%), cuya fluidoterapia osciló entre 5280 ml según la fórmula de Parkland y 2640 ml según la fórmula de Parkland modificada. Finalmente, en el tercer paciente los resultados variaron entre un 8,5% a 40% de área de superficie corporal quemada.

da (media: 31,5%), con esquema de líquidos endovenosos a administrar entre 2016 ml utilizando la fórmula de Cincinnati y 1055 ml utilizando la fórmula de Galveston<sup>28</sup>. Estas variaciones tan importantes en el cálculo de superficie corporal quemada, así como en el esquema de fluidoterapia, hace que la evaluación sea subjetiva y dependiente de la percepción del personal de salud que aborde el caso. Por ende, resulta indispensable mejorar las estimaciones de líquidos endovenosos a administrar mediante el empleo de métodos más objetivos, y conjuntamente evaluar otros parámetros que permitan la predicción de complicaciones.

## Conclusión

Los principales métodos para el cálculo de la fluidoterapia en los pacientes quemados, si bien son prácticos desde el punto de vista clínico, tienen importantes limitaciones dada la subjetividad en su determinación y por ende la falta de precisión para el cálculo de la principal medida terapéutica que debe llevarse a cabo en este grupo de pacientes. Por ello se han diseñado métodos más objetivos y específicos que permitan brindar un manejo más individualizado y ajustado a las características de cada paciente.

## Referencias

- Bessey PQ, Phillips BD, Lentz CW, Edelman LS, Faraklas I, Finocchiaro MA, et al. Synopsis of the 2013 annual report of the national burn repository. *J Burn Care Res.* junio de 2014;35 Suppl 2:S218-234.
- Wasiak J, Lee SJ, Paul E, Mahar P, Pfitzer B, Spinks A, et al. Predictors of health status and health-related quality of life 12 months after severe burn. *Burns.* junio de 2014;40(4):568-74.
- Li H, Yao Z, Tan J, Zhou J, Li Y, Wu J, et al. Epidemiology and outcome analysis of 6325 burn patients: a five-year retrospective study in a major burn center in Southwest China. *Scientific Reports* [Internet]. 6 de abril de 2017 [citado 5 de febrero de 2019];7:46066. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/srep46066>
- Ahn CS, Maitz PKM. The true cost of burn. *Burns.* noviembre de 2012;38(7):967-74.
- Scholten-Jaegers SMHJ, Nieuwenhuis MK, van Baar ME, Niemeijer AS, Hiddingh J, Beerthuisen GIJM, et al. Epidemiology and Outcome of Patients With Burns Treated With Cerium Nitrate Silversulfadiazine. *J Burn Care Res.* febrero de 2017;38(1):e432-42.
- Klein MB, Goverman J, Hayden DL, Fagan SP, McDonald-Smith GP, Alexander AK, et al. Benchmarking outcomes in the critically injured burn patient. *Ann Surg.* mayo de 2014;259(5):833-41.
- Guillory A, Clayton R, Herndon D, Finnerty C. Cardiovascular Dysfunction Following Burn Injury: What We Have Learned from Rat and Mouse Models. *International Journal of Molecular Sciences* [Internet]. 2 de enero de 2016 [citado 5 de febrero de 2019];17(1):53. Disponible en: <http://www.mdpi.com/1422-0067/17/1/53>
- Haberal M, Sakalliglu Abali AE, Karakayali H. Fluid management in major burn injuries. *Indian J Plast Surg* [Internet]. septiembre de 2010 [citado 5 de febrero de 2019];43(Suppl):S29-36. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3038406/>

- Luxoro V. C. Evaluación preanestésica del paciente gran quemado agudo adulto. *Revista Chilena de Anestesia* [Internet]. 15 de marzo de 2015 [citado 5 de febrero de 2019];44(1):16-30. Disponible en: <http://revistachilenadeanestesia.cl/evaluacion-preanestesia-del-paciente-gran-quemado-agudo-adulto/>
- Nielson CB, Duethman NC, Howard JM, Moncure M, Wood JG. Burns: Pathophysiology of Systemic Complications and Current Management. *J Burn Care Res* [Internet]. enero de 2017 [citado 5 de febrero de 2019];38(1):e469-81. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5214064/>
- Yasti AC. Guideline and Treatment Algorithm for Burn Injuries. *Turkish Journal of Trauma and Emergency Surgery* [Internet]. 2015 [citado 5 de febrero de 2019]; Disponible en: <http://www.tjtes.org/eng/jvi.aspx?dir=travma&plng=eng&un=UTD-88261&look4=>
- Cheah AKW, Kangkorn T, Tan EH, Loo ML, Chong SJ. The validation study on a three-dimensional burn estimation smart-phone application: accurate, free and fast? *Burns & Trauma* [Internet]. 27 de febrero de 2018 [citado 5 de febrero de 2019];6(1):7. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s41038-018-0109-0>
- Gorordo, L, Hernández, G, Zamora, S, García, M, Jiménez, A, Tercero, B. Atención inicial del paciente quemado en UCI: revisión y algoritmo. *Rev Hosp Jua Mex.* 2015;82(1):43-8.
- Esper RC, Pérez CAP. Estado actual sobre el abordaje y manejo del enfermo quemado. *Revista de la asociación Mexicana de Medicina.* 2014;28(1):14.
- Sánchez M, García-de-Lorenzo A, Herrero E, Lopez T, Galvan B, Asensio M, et al. A protocol for resuscitation of severe burn patients guided by transpulmonary thermodilution and lactate levels: a 3-year prospective cohort study. *Crit Care.* 15 de agosto de 2013;17(4):R176.
- Guilbert P, Usúa G, Martín N, Abarca L, Barret JP, Colomina MJ. Fluid resuscitation management in patients with burns: update. *Br J Anaesth.* septiembre de 2016;117(3):284-96.
- Chung KK. Sepsis and Multi-Organ Failure. *J Burn Care Res* [Internet]. 1 de mayo de 2017 [citado 5 de febrero de 2019];38(3):135-6. Disponible en: <https://academic.oup.com/jbcr/article/38/3/135/4582091>
- Aboelatta Y, Abdelsalam A. Volume Overload of Fluid Resuscitation in Acutely Burned Patients Using Transpulmonary Thermodilution Technique. *J Burn Care Res* [Internet]. 1 de mayo de 2013 [citado 5 de febrero de 2019];34(3):349-54. Disponible en: <https://academic.oup.com/jbcr/article/34/3/349/4565930>
- Guilbert P, Usúa G, Martín N, Abarca L, Barret JP, Colomina MJ. Fluid resuscitation management in patients with burns: update. *British Journal of Anaesthesia* [Internet]. septiembre de 2016 [citado 4 de febrero de 2019];117(3):284-96. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0007091217337881>
- Jm C-F, Jp D-M. Generalidades sobre fluidoterapia y desórdenes electrolíticos, enfoque en la farmacia hospitalaria: Primera Parte:12.
- Huang M, Chen J-F, Chen L, Pan L, Li X, Ye J, et al. A comparison of two different fluid resuscitation management protocols for pediatric burn patients: A retrospective study. *Burns* [Internet]. 1 de febrero de 2018 [citado 5 de febrero de 2019];44(1):82-9. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305417917303923>
- Katz JA, Choukalas CG. Goal Directed Fluid Resuscitation: A Review of Hemodynamic, Metabolic, and Monitoring Based Goals. *Curr Anesthesiol Rep* [Internet]. 1 de junio de 2013 [citado 5 de febrero de 2019];3(2):98-104. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40140-013-0011-z>

23. Lu RP, Lin F-C, Ortiz-Pujols SM, Adams SD, Whinna HC, Cairns BA, et al. Blood utilization in patients with burn injury and association with clinical outcomes. *Transfusion* [Internet]. octubre de 2013 [citado 5 de febrero de 2019];53(10):2212-21. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3620962/>
24. Myburgh JA. Fluid resuscitation in acute medicine: what is the current situation? *J Intern Med*. enero de 2015;277(1):58-68.
25. Gille J, Klezcewski B, Malcharek M, Raff T, Mogk M, Sablotzki A, et al. Safety of resuscitation with Ringer's acetate solution in severe burn (VoITRAB)--an observational trial. *Burns*. agosto de 2014;40(5):871-80.
26. Rojas-Suarez J, López-Arrieta C, González A, Abella J, Dueñas C. Utilidad de la termodilución transpulmonar en la categorización y pronóstico de pacientes con choque refractario. Estudio de cohorte prospectivo. *Acta colomb cuid intensiv* [Internet]. 1 de abril de 2016 [citado 5 de febrero de 2019];16(2):73-9. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-acta-colombiana-cuidado-intensivo-101-articulo-utilidad-termodilucion-transpulmonar-categorizacion-pronostico-S0122726216300027>
27. Fodor L, Fodor A, Ramon Y, Shoshani O, Rissin Y, Ullmann Y. Controversies in fluid resuscitation for burn management: literature review and our experience. *Injury*. 2006 May;37(5):374-9.
28. Parvizi D, Kamolz L-P, Giretzlehner M, Haller HL, Trop M, Selig H, et al. The potential impact of wrong TBSA estimations on fluid resuscitation in patients suffering from burns: things to keep in mind. *Burns*. marzo de 2014;40(2):241-5.