



Revisar

Una historia del manejo de fluidos: desde "una talla única para todos" hasta una terapia de fluidos individualizada en la reanimación de quemaduras

Dorothee Boehm* y Henrik Menke

Departamento de Cirugía Plástica, Estética y de la Mano, Centro Especializado de Quemados, Sana Klinikum Offenbach, Starkenburgring 66, 63069 Offenbach, Alemania; henrik.menke@sana.de

* Correspondencia: dorothee.boehm@sana.de ; Tel.: +69-8405-5141; Fax: +69-8405-5144

Resumen: El manejo de fluidos es una piedra angular en el tratamiento de las quemaduras y, por lo tanto, se probaron muchas fórmulas diferentes para determinar su capacidad de igualar los requisitos de fluidos para una reanimación adecuada. De la misma, la fórmula de Parkland-Baxter, introducida por primera vez en 1968, todavía se usa ampliamente desde entonces. Aunque se usó casi la misma fórmula para comenzar, la definición de normovolemia y cómo determinar el estado de volumen de los pacientes quemados ha cambiado drásticamente a lo largo de los años. En primera instancia, la invención de la termodilución transpulmonar (TTD) permitió una terapia temprana de fluidos dirigida a objetivos con una invasividad aceptable. Además, la introducción de la ecografía en el punto de atención (POCUS) ha desencadenado esquemas más individualizados de fluidoterapia. Este artículo explora los desarrollos históricos en el campo de la reanimación de quemaduras, presentando diferentes opciones para determinar los requerimientos de líquidos sin perder las banderas rojas de hiper o hipovolemia. Además, la creciente tasa de comorbilidades en pacientes quemados exige un manejo de fluidos más sofisticado que ajuste muy de cerca la fluidoterapia a las necesidades reales. Por lo tanto, las fórmulas pueden usarse como punto de partida, pero la fluidoterapia posterior debe ajustarse a la necesidad real de cada paciente. Teniendo en cuenta los avances en el campo de las terapias individualizadas en cuidados intensivos en general, el manejo de líquidos en la reanimación de quemaduras también se individualizará en un futuro próximo. La creciente tasa de comorbilidades en pacientes quemados exige un manejo de fluidos más sofisticado, ajustando muy de cerca la fluidoterapia a las necesidades reales. Por lo tanto, las fórmulas pueden usarse como punto de partida, pero la fluidoterapia posterior debe ajustarse a la necesidad real de cada paciente. Teniendo en cuenta los avances en el campo de las terapias individualizadas en cuidados intensivos en general, el manejo de líquidos en la reanimación de quemaduras también se individualizará en un futuro próximo. La creciente tasa de comorbilidades en pacientes quemados exige un manejo de fluidos más sofisticado, ajustando muy de cerca la fluidoterapia a las necesidades reales. Por lo tanto, las fórmulas pueden usarse como punto de partida, pero la fluidoterapia posterior debe ajustarse a la necesidad real de cada paciente. Teniendo en cuenta los avances en el campo de las terapias individualizadas en cuidados intensivos en general, el manejo de líquidos en la reanimación de quemaduras también se individualizará en un futuro próximo.



Citación: Böhm, D.; Menke, H. Una historia del manejo de fluidos: de "una talla para todos" a una Fluidoterapia Individualizada en la Reanimación de Quemados. *Medicina* 2021, 57, 187. <https://doi.org/10.3390/medicina57020187>

Editor académico: Lars P. Kamolz

Recibido: 30 de diciembre de 2020

Aceptado: 14 de febrero de 2021

Publicado: 23 de febrero de 2021

Nota del editor: MDPI se mantiene neutral con respecto a reclamos jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.



Derechos de autor: © 2021 por los autores.

Licenciatario MDPI, Basilea, Suiza.

Este artículo es una cuenta abierta ese artículo repartido bajo el te rms y condiciones del creativo Los comunes Atribución (CC BY) licencia (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Palabras clave: Florida manejo de fluidos; volumen de reanimación; termodilución transpulmonar; ultrasonido; resucitación de quemaduras

1. Introducción

1.1. El uso de fórmulas como punto de partida

Los pacientes quemados en la fase de reanimación inicial suelen requerir grandes volúmenes para restablecer la presión de perfusión adecuada y prevenir la insuficiencia orgánica. Para estimar los requisitos reales de líquidos, Baxter y Shires introdujeron la fórmula de Parkland en 1968 y, por lo tanto, permitieron un mejor resultado de los pacientes quemados [1]. Su fórmula propone originalmente un volumen de reanimación entre 3,5 ml y 4 ml/kg de peso corporal/% TBSA/24 h con la mitad del volumen de líquido administrado de forma temprana, es decir, en las primeras 8 h posteriores a la quemadura. Por lo tanto, Baxter y Shires utilizaron varios estudios en animales para determinar la disminución del líquido extracelular y la pérdida de líquido a través de la superficie quemada y, posteriormente, examinaron la cantidad óptima de líquido de reanimación, así como el momento óptimo de administración del líquido. Clínicamente, mostraron una diuresis adecuada con este régimen de líquidos. En los años siguientes, este estudio de Baxter y Shires se redujo a la "fórmula de Parkland", es decir, 4 mL/kg peso corporal/% TBSA/24 h logrando una diuresis de 50 mL/h. Sin embargo, la segunda parte de los estudios clínicos de Baxter y Shires no se menciona comúnmente en la presente discusión sobre reanimación de quemaduras.

Además de la fórmula de Parkland, se han propuesto muchas otras fórmulas para estimar más de cerca el volumen de reanimación necesario, por ejemplo, la fórmula de Evans [2] o la fórmula de Brooke modificada (2 ml/kg/% TBSA) [3]. Esas fórmulas, así como la fórmula de Parkland, han sido probadas en varios estudios [4,5]. Tampoco se encontró una fórmula más precisa para lesiones por quemaduras de hasta un 60 % de TBSA [3] ni ninguna otra fórmula ha ganado el

misma popularidad que la fórmula de Parkland todavía tiene [6,7]. En un estudio reciente con 90 pacientes quemados por Ete et al. [5], el volumen de reanimación necesario fue de 3,14 ml/kg/% TBSA y 3,36 ml/kg/% TBSA para pacientes quemados con lesión por inhalación concomitante y, por lo tanto, cercano a los 3,5 ml/kg/% TBSA de la fórmula original de Parkland.

1.2. El peligro de la reanimación excesiva

Aunque la hipovolemia fue inicialmente la causa predominante de mortalidad del shock por quemaduras [8] y aún aumenta el riesgo de lesión renal aguda [9], la reanimación con líquidos a base de fórmula llevó, en algunos casos, a la hipervolemia, que también provocó efectos adversos y aumento de la mortalidad [10]. En los años siguientes, los síntomas y peligros de la reanimación excesiva se discutieron en la literatura. La razón básica de los efectos adversos de la reanimación excesiva es el fenómeno de "deslizamiento de fluidos", que fue descrito por primera vez por Pruitt et al. [11]. El exceso de líquido, por lo tanto, no optimiza el estado volumétrico del paciente, sino que aumenta el edema tisular y, por lo tanto, empeora las complicaciones asociadas al edema. Chung et al. declaró que el volumen dado en exceso a la estimación inicial requiere una ingesta aún mayor de líquidos en las horas siguientes [12].

Además de una inclinación en la función pulmonar debido al edema pulmonar, el síndrome compartimental abdominal (SCA) es una de las complicaciones más devastadoras con una mortalidad de más del 80% en pacientes quemados [13,14]. Debido a la hipervolemia y al aumento del edema abdominal con el consiguiente aumento de la presión intraabdominal (PIA), el flujo sanguíneo de la vena cava inferior (VCI) y, por lo tanto, el gasto cardíaco disminuyen en primera instancia con una disminución consecutiva de la diuresis y también la ventilación mecánica y la función pulmonar empeoran tan pronto como sea posible. señales de advertencia [15]. Dado que no es raro observar un aumento del edema abdominal y la hipertensión intraabdominal (es decir, más de 12 mmHg), la PIA debe controlarse durante la fase de reanimación mediante la medición de la presión de la vejiga y más allá de acuerdo con las directrices de la Sociedad Mundial de Compartimento Abdominal. síndrome [dieciséis,17].

Aún así, continúa la discusión sobre el método más adecuado para estimar los volúmenes de reanimación adecuados y cómo mantener el medio dorado de la normovolemia. Esta revisión proporcionará una descripción general de los diferentes métodos y parámetros de análisis para evaluar los requisitos de fluidos. La cuestión de cómo y cuándo usar coloides o qué tipo de líquido de reanimación se debe usar no se tratará en esta revisión. Preferimos centrarnos en la evolución desde una reanimación dirigida por objetivos con el uso de diferentes parámetros hasta el desarrollo más reciente de una reanimación individualizada que tiene en cuenta la función de cada órgano.

2. Reanimación temprana dirigida por objetivos

Para evitar la reanimación insuficiente o excesiva, en el pasado se analizaron diferentes parámetros para guiar el manejo de fluidos. Esta terapia "dirigida a objetivos" se discutió temprano en la historia de la reanimación de quemaduras. Ya en 1968, Baxter y Shires utilizaron no solo el gasto urinario, sino también un catéter pulmonar (PAC) en la parte clínica de su estudio para medir el gasto cardíaco como parámetro adicional [1]. A diferencia de una terapia de fluidos basada en fórmulas, el enfoque dirigido por objetivos utiliza ajustes tempranos y regulares de la ingesta de líquidos, aunque también se utiliza una estimación basada en fórmulas para comenzar inicialmente. Por lo tanto, la ingesta de líquidos inicialmente estimada podría sobreestimarse o subestimarse en comparación con el volumen dado. De hecho, la comparación de los requerimientos de líquidos estimados usando la fórmula de Parkland o Brooke con la administración real de líquidos mostró en varios estudios una sobre-reanimación en 50 a 100% de los pacientes quemados [3,18–20]. En la mayoría de los casos, se incrementó la administración de fluidos para alcanzar el objetivo de una diuresis (UO) adecuada.

Por lo tanto, un punto vital para la fluidoterapia sensata dirigida a objetivos es qué parámetros elegir y cómo combinarlos. En esta sección se analizan los diferentes parámetros para guiar la fluidoterapia.

2.1. Signos vitales, diuresis y lactato sérico/déficit de bases como parámetros

Los parámetros más utilizados son la producción de orina y los signos vitales, como la presión arterial o la presión arterial media (PAM) y la frecuencia cardíaca, ya que se pueden medir con un esfuerzo mínimo y en la mayoría de las circunstancias y lugares del mundo.

Además, Baxter y Shires utilizaron la producción de orina (UO) como parámetro objetivo en su reanimación basada en fórmulas de pacientes quemados. En los años siguientes, la producción de orina siguió siendo el parámetro principal para la reanimación dirigida por objetivos. Aunque la UO se puede usar fácilmente como un indicador de reanimación suficiente, no es un parámetro confiable si los objetivos finales son la perfusión tisular adecuada y el suministro de oxígeno. Además, la oliguria o la anuria también pueden ser signos de múltiples patologías, no solo de hipovolemia. En el síndrome compartimental abdominal antes mencionado, por ejemplo, la oliguria es un signo común con el aumento de la PIA. De hecho, la UO no debe utilizarse como único parámetro para guiar la reanimación. Sin embargo, sigue siendo uno de los parámetros más populares y recomendado por la American Burn Association [21]. Dries y Waxmann compararon retrospectivamente los signos vitales y la UO con la monitorización de la PAC en su respuesta a la administración de líquidos. Mientras que las mediciones de PAC reaccionaron estrechamente después de la ingesta de líquidos con un aumento del gasto cardíaco (GC) y el consumo de oxígeno, los signos vitales y la UO no mostraron cambios significativos. [22]. Safle et al. demostraron que la UO aumentó después de la ingesta adicional de líquidos con un retraso de varias horas. Aunque la administración de líquidos aumentó después de una disminución de la UO 8 h después de la quemadura, no se detectó una inclinación significativa de la UO hasta 12 h más tarde. [23]. En este punto, la UO alcanzó un máximo de 250 ml/h hasta las 36 h posteriores a la quemadura, aunque la administración de líquidos se redujo rápidamente y, por lo tanto, se retrasó casi 12 h con respecto al aumento inicial en la ingesta de líquidos. Por lo tanto, los signos vitales no son lo suficientemente confiables y la UO como parámetro de reacción lenta es ineficiente en situaciones altamente dinámicas como el choque por quemadura. Por lo tanto, estos parámetros podrían conducir a una reanimación excesiva cuando se utilizan como objetivos para guiar la terapia de fluidos. [11,24].

Cabe destacar que el lactato sérico y el déficit de base arterial son marcadores fiables de la perfusión tisular. Ambos parámetros indican shock no compensado y muerte celular también en pacientes quemados. [25]. Sin embargo, un aclaramiento rápido de lactato muestra una reanimación adecuada y, posteriormente, mejora la supervivencia. Como marcador de muerte celular, ambos parámetros aumentan después de que se produce el daño de la mala perfusión de órganos. Por lo tanto, ambos parámetros no deben usarse como un objetivo, sino más bien para confirmar una reanimación adecuada mediante la corrección rápida del lactato sérico inicialmente aumentado y el déficit de bases y para predecir un resultado positivo.

2.2. Parámetros estáticos: PVC y diámetro de la vena cava inferior

Los parámetros estáticos, por ejemplo, la presión venosa central (PVC), se usaban con frecuencia en el pasado, aunque el estado volumétrico está influenciado por muchos procesos dinámicos, como el cambio de la presión intratorácica durante la inspiración y la espiración con alteraciones del flujo sanguíneo y, por lo tanto, cambiando el volumen sistólico. Por lo tanto, los parámetros estáticos en general muestran una baja confiabilidad para reflejar el estado volumétrico real del paciente. [26]. Múltiples estudios demostraron que la CVP no representa el estado volumétrico del paciente y tampoco pudo predecir la respuesta a la ingesta de líquidos. [27,28].

Por tanto, la determinación del diámetro de la vena cava inferior (VCI) por sí sola no es suficientemente fiable y los valores de corte dependen de la altura de los pacientes. Sin embargo, los cambios en el diámetro de la VCI durante la inspiración y la espiración, es decir, la variación respiratoria, demostraron ser una herramienta adecuada que se puede determinar fácilmente mediante ecografía al lado de la cama [29,30] y será discutido en la Sección 3.3.

2.3. Análisis de ondas de presión arterial y termodilución

En los últimos años, la termodilución transpulmonar (TTD) ha ganado popularidad como un método útil para determinar parámetros volumétricos, así como el gasto cardíaco (GC) y la resistencia vascular sistémica (RVS). La técnica TTD (PiCCO®, PulseCO®) utiliza bolos de volumen de 10 a 20 ml de solución salina helada y mide el tiempo entre el lugar de la inyección (catéter venoso central) y un catéter arterial (en la arteria femoral o braquial). Por lo tanto, es menos invasivo que el catéter de arteria pulmonar (PAC) que se usaba anteriormente.

que ha sido reemplazada por la técnica TTD. TTD permite el cálculo de parámetros volumétricos como el volumen diastólico final global (GEDV) o el volumen sanguíneo intratorácico (ITBV) que reflejan de forma fiable la precarga real [31].

El aumento del edema pulmonar con la reanimación en curso está representado por el agua pulmonar extravascular (ELW). Branski et al. podría mostrar que un aumento de la mortalidad está relacionado con un aumento de los valores de ELW [32]. Esto coincide con la experiencia de que el aumento del edema pulmonar prolonga la ventilación mecánica, así como la duración de la estancia hospitalaria [33]. Por lo tanto, este parámetro se recomienda como señal de alerta para detener o reducir aún más la administración de líquidos.

Como inconveniente, la técnica TTD y el análisis de ondas de presión arterial suponen una función cardíaca normal sin disfunción de la válvula cardíaca y excluyen a los pacientes con arritmia. Además, una historia preexistente de enfermedades pulmonares influye en el cálculo y la interpretación del ELW.

En general, el TTD y el análisis de ondas de presión arterial muestran su mayor confiabilidad no en mediciones individuales, sino en la detección de cambios en el curso de la reanimación en curso.

2.4. Termodilución e "Hipovolemia Permisiva"

Inicialmente, la terapia dirigida por objetivos se utilizó para lograr parámetros normales o supranormales. Sin embargo, cuando se buscan valores normales o incluso superiores a los normales de los parámetros de precarga (GEDV e ITBV), los volúmenes de reanimación estimados por la fórmula de Parkland se exceden regularmente [34–37]. Sorprendentemente, no se pudo demostrar ningún cambio significativo en la insuficiencia renal, el uso de vasopresores o la mortalidad en el grupo de volúmenes de reanimación aumentados y con valores de precarga normales en estos estudios [38]. Por lo tanto, optimizar los parámetros de precarga a valores normales o incluso superiores a lo normal no mostró ninguna ventaja. En consecuencia, Arlati et al. declaró que la "hipovolemia permisiva" también era factible sin el peligro de una mala perfusión de órganos y daño tisular consecutivo [39]. Los objetivos de este estudio se definieron como un índice cardíaco mínimo ($IC = GC/\text{área de superficie corporal}$) de 2 L/min/m² y una diuresis por hora de al menos 0,5 ml/kg. Arlati y su grupo mostraron volúmenes de reanimación reducidos en las primeras 12 h posteriores a la quemadura, es decir, 3,2 ml/kg/% TBSA, en comparación con la fórmula estimada de Parkland (4,6 ml/kg/% TBSA). El grupo de hipovolemia permisiva incluso mostró un aclaramiento de lactato optimizado en comparación con el grupo de control. ITBV como parámetro de precarga osciló entre 650 y 750 mL/m², por tanto, significativamente por debajo de los valores normales (900 mL/m²). A pesar del tamaño del estudio (n = 12), Arlati pudo mostrar una disminución significativa de las puntuaciones de disfunción orgánica múltiple (MODS) en el grupo de hipovolemia permisiva.

En un estudio más amplio de Sánchez et al. (n = 132), el índice cardíaco también se utilizó como objetivo principal para guiar la terapia de fluidos para quemaduras [40]. Los objetivos se establecieron como un IC de al menos 2,5 L/min/m², ITBV > 600 ml/m² y rápido aclaramiento de lactato. El volumen medio proporcionado fue de 4,05 ml/kg/% TBSA, lo que confirma los resultados de Charles Baxter. Cabe destacar que la diuresis no se utilizó como parámetro de reanimación y los autores no informaron una correlación entre el IC y la diuresis. Sin embargo, en algunos casos con una OU > 0,5 ml/kg/h se encontró hipovolemia severa con niveles elevados de lactato y viceversa. Por lo tanto, ambos estudios demostraron que el IC es superior como parámetro para la terapia dirigida por objetivos en comparación con el parámetro de precarga o producción de orina ampliamente utilizado solo.

3. Gestión de fluidos individualizada

A diferencia de la terapia dirigida por objetivos, que utiliza un objetivo preestablecido para cada paciente, el enfoque individualizado considera las comorbilidades y define los objetivos de acuerdo con la función orgánica individual de cada paciente. Como consecuencia del aumento de la esperanza de vida, la edad media, así como la incidencia de comorbilidades, ha aumentado significativamente en las últimas décadas. Mientras que la salud y la seguridad en el trabajo aumentaron en los últimos años y las quemaduras asociadas a la ocupación también están disminuyendo, el porcentaje de pacientes ancianos y mórbidos aumenta continuamente en los países desarrollados [41].

3.1. Función cardíaca y capacidad de respuesta a los líquidos

En el curso de la reanimación de quemaduras, la función cardíaca es un factor limitante para la administración de líquidos. Por lo tanto, es importante comprender la respuesta fisiopatológica a los desafíos con líquidos. En resumen, el miocardio es capaz de optimizar su contractilidad en un cierto rango, es decir, dentro de la parte empinada de la curva de Frank-Starling. En este rango óptimo, el miocardio se estira con una precarga adecuada sin estirarse demasiado en caso de sobrecarga de volumen [42]. Desafortunadamente, este rango óptimo se ve disminuido por varias enfermedades cardíacas que conducen a una pobre respuesta a los líquidos. En estos pacientes, el CO bajo no aumentará después de la administración de líquidos, sino que se deteriorará al aumentar el volumen de reanimación. Por lo tanto, el objetivo preestablecido de GC normalizado es alcanzable para pacientes con respuesta cardiovascular normal al desafío de líquidos. Por el contrario, la administración de volumen adicional y el aumento de la precarga no tienen ningún beneficio en los que no responden. Por lo tanto, la evaluación de la función cardíaca y la capacidad de respuesta a los líquidos es la piedra angular de la reanimación individualizada.

3.2. Parámetros de la capacidad de respuesta de fluidos

La técnica de termodilución transpulmonar (TTD) mencionada anteriormente también se puede utilizar para analizar la onda de presión arterial (PiCCO®, PulseCO®, FloTrac®). La variación de la variación de la presión del pulso (PPV) y la variación del volumen sistólico (SVV) predicen de forma fiable la capacidad de respuesta del fluido con una sensibilidad del 80% [43]. Además, el análisis de la curva del pulso arterial permite una medición continua y demuestra rápidamente los cambios después de una mayor ingesta de líquidos. Por lo tanto, la combinación de TTD y el análisis de la curva del pulso (PiCCO®, PulseCO®) no solo muestra la hipovolemia a través de los parámetros de precarga (GEDV e ITBV), sino que también predice la respuesta a los fluidos [44]. Desafortunadamente, arritmia, elevación de la cabecera de la cama [45] así como los ajustes de ventilación mecánica, volumen tidal bajo o cambiante, respiración espontánea y presión positiva al final de la espiración (PEEP), especialmente, influyen fuertemente en los parámetros de SVV y PPV [46]. En las siguientes secciones se analizan otros parámetros de la capacidad de respuesta de los fluidos.

3.3. Ultrasonido en el punto de atención—POCUS

El uso de la ecografía como diagnóstico en el punto de atención es ahora ampliamente utilizado. Los puntos más intrigantes son su rápida disponibilidad y su uso no invasivo. Además, el amplio espectro de aplicaciones abarca desde la identificación de diferentes causas de shock (hipovolemia frente a embolia pulmonar, etc.), examen de posibles complicaciones o lesiones combinadas (neumotórax, evaluación enfocada con ecografía en trauma/FAST), ecografía pulmonar, función cardíaca, estado volumétrico y capacidad de respuesta a los fluidos [47]. La ecografía pulmonar es útil para estimar el edema pulmonar, que es una señal de alto para la administración de fluidos, similar a los valores elevados de ELW con la técnica TTD.

Como se mencionó anteriormente, el diámetro de la vena cava inferior (IVC) es un parámetro fácil de evaluar pero poco confiable para el estado volumétrico real. Sin embargo, la variación respiratoria de la VCI, es decir, los cambios dinámicos en el diámetro durante el ciclo respiratorio, refleja de forma fiable el estado volumétrico [48]. La variación respiratoria se puede expresar como:

$$\text{Variabilidad IVC} = 100 \times \frac{\text{CIV}_{\text{máximo}} - \text{CIV}_{\text{mínimo}}}{\text{CIV}_{\text{significar}}}$$

El punto de corte para la variabilidad calculada de IVC se encuentra en 12% y, por lo tanto, las mediciones superiores al 12% predicen la capacidad de respuesta a los fluidos [48].

Aunque la variación está influenciada por la configuración del ventilador y los esfuerzos de respiración en pacientes que respiran espontáneamente [49], un metanálisis reciente de Zhang et al. mostraron una alta especificidad de la variación respiratoria de la VCI del 87% y 85% en ventilación mecánica y respiración espontánea, respectivamente. Además, la sensibilidad en pacientes con ventilación mecánica fue confiable con un 81 %, pero moderada en pacientes con respiración espontánea con un 70 % [50]. Por lo tanto, los parámetros adicionales son útiles para evaluar la respuesta a los fluidos, especialmente en pacientes con respiración espontánea.

3.4. Ecocardiografía

La ecografía cardíaca enfocada incluye la medición de la contractilidad del ventrículo izquierdo y derecho, el volumen sistólico, la disfunción de la válvula, así como los cambios respiratorios (variación del volumen sistólico) o cambios después de los desafíos con líquidos.[51,52](#). Por lo tanto, se puede realizar una evaluación inicial y evaluar la capacidad de respuesta a la administración de líquidos en el curso de la reanimación. La ecocardiografía focalizada se puede realizar como ecocardiografía transtorácica (TTE) o transesofágica (TEE), siendo esta última más invasiva y que requiere sedación, pero siendo independiente de la ventilación mecánica o las heridas torácicas (quemaduras).

Mientras que la hipovolemia manifiesta puede determinarse rápidamente mediante la evaluación visual del ventrículo izquierdo ("ventrículos que se besan" como signo típico), la estimación de la contractilidad y la capacidad de respuesta a los líquidos hace que se necesiten mediciones adicionales. Aquí, la fracción de eyección (EF) y el volumen sistólico deben evaluarse como parámetros para la contractilidad del ventrículo izquierdo. El volumen sistólico (medido como índice de tiempo de velocidad del tracto de salida del ventrículo izquierdo) se usa para derivar el gasto cardíaco.[53](#)] y la medición de la variación del volumen sistólico durante el ciclo respiratorio es igual a la SVV medida por TTD usando los mismos valores de corte [\[54\]](#). Por lo tanto, una SVV del 12 al 14 % es altamente predictiva de una respuesta positiva a los líquidos, mientras que los valores por debajo del 10 % identifican de manera confiable a los que no responden a los líquidos.[55](#)].

Recientemente, se ha centrado la atención en la contractilidad del ventrículo derecho, ya que es crucial para la capacidad de respuesta a los fluidos. Por lo tanto, la excursión sistólica del plano anular tricuspídeo (TAPSE) debe medirse como parámetro para la contractilidad del ventrículo derecho y la dilatación del ventrículo derecho y el aplanamiento del tabique, ya que no deben pasarse por alto las "banderas rojas" para la administración de líquidos.[56](#)]. La ecocardiografía del ventrículo derecho también contribuye a la interpretación de las mediciones de la VCI. En este caso, un diámetro IVC amplio con una variación respiratoria baja sugiere una falta de respuesta fluida. En combinación con la dilatación del ventrículo derecho, esto constituye una señal de alerta para cualquier administración de líquidos adicional.

3.5. Capacidad de respuesta a fluidos y desafío de fluidos

Además, estos parámetros se pueden volver a evaluar después de una prueba de fluidos. Por lo tanto, los desafíos con minilíquidos de 100 ml de coloides son suficientes para certificar la respuesta a los líquidos mediante la optimización del gasto cardíaco en al menos un 10 % [\[57\]](#). En lugar de la administración de líquidos, la maniobra de elevación pasiva de la pierna (PLR) también permite una provocación de líquidos de 250 a 300 ml mediante autotransfusión. A diferencia de la administración de líquidos por vía intravenosa, el efecto de volumen después de la PLR persiste durante 20 a 45 min y, por lo tanto, es reversible. Cuando la prueba PLR se realiza correctamente (cambie la posición del paciente de semirrecostado a supino con las piernas 45-elevada) y CO o SVV se miden antes y 1-2 minutos después de cambiar la posición del paciente, esta prueba es fácil de realizar y altamente confiable. Un metanálisis de Cherpanath y colegas encontró una sensibilidad combinada del 86 % y una especificidad del 92 % con un AUROC resumido de 0,95 [\[58\]](#). Las contraindicaciones para la maniobra PLR son la presión intracraneal elevada, la hipertensión intraabdominal y las amputaciones de miembros inferiores, las dos últimas condiciones que atenúan el efecto de la maniobra PLR y, por lo tanto, conducen a resultados poco confiables.

A diferencia de las mediciones únicas de SVV o gasto cardíaco, el cambio después del desafío de volumen, sin embargo, a través de la administración de líquidos o PLR, es independiente de la configuración del ventilador, la respiración espontánea o la arritmia.[58](#)]. Por lo tanto, el análisis dinámico de la capacidad de respuesta a los fluidos mediante PLR/desafío con fluidos da como resultado mediciones más sólidas y, por lo tanto, son útiles en una variedad de entornos clínicos.

4. Discusión—Cómo encontrar el centro áureo

En 1968, Baxter y Shires propusieron 3,5–4,5 ml/kg/% de TBSA para estimar los requerimientos de líquidos en pacientes quemados. Todavía ampliamente utilizada, esta fórmula parece coincidir adecuadamente con los requisitos reales de líquidos en la mayoría de los pacientes con lesiones por quemaduras moderadas. Sin embargo, en pacientes con quemaduras graves que superan el 60 % de TBSA, los requisitos de líquidos aumentan de manera desproporcionada. Por lo tanto, una reanimación basada en fórmulas predecirá los requisitos de líquidos de manera más imprecisa con el aumento de TBSA. Cancio et al. mostró requerimientos de fluidos de 6 mL/kg/% TBSA en pacientes quemados que excedieron el 80% TBSA [\[3\]](#). En la historia de la reanimación de quemaduras, la administración de líquidos

se ajustó a diferentes parámetros como manejo de fluidos dirigido a objetivos. Como parámetro fácil de manejar, la producción de orina todavía se usa ampliamente para guiar la reanimación de pacientes quemados. Aunque el objetivo inicial de una producción de orina de 1 ml/kg/h, también utilizado por Baxter y Shires, se redujo a 0,5 ml/kg/h en los años siguientes, la mayoría de los pacientes quemados parecían requerir volúmenes de reanimación más altos, denominados "fluido arrastrado". Sin embargo, las lesiones por quemaduras importantes son situaciones muy dinámicas que exigen un ajuste estrecho de la fluidoterapia. Debido a la rápida dinámica en la fase aguda de las quemaduras graves, no se pueden recomendar parámetros estáticos como la CVP. Incluso los parámetros que reaccionan lentamente, como la UO o el lactato y el déficit de bases, no son lo suficientemente confiables para guiar la administración real de líquidos. Más bien deberían usarse para verificar una reanimación adecuada [23].

El desarrollo de la termodilución transpulmonar (TTD) permitió la medición de parámetros de precarga (GEDV e ITBV), gasto cardíaco (CO/CI) y ELW como parámetro del aumento del edema pulmonar con invasividad limitada en comparación con el catéter de arteria pulmonar (PAC). En este documento, estudios recientes han demostrado que los parámetros de precarga deben usarse con precaución para guiar la reanimación en el shock por quemadura aguda, ya que los valores normales solo se pueden lograr mediante una reanimación excesiva significativa. Por el contrario, el gasto cardíaco o el índice cardíaco demostraron ser confiables para guiar la administración de fluidos y permitir un ajuste más cercano de la reanimación a los requerimientos reales de fluidos del paciente. Por lo tanto, la reanimación dirigida por objetivos utilizando el gasto cardíaco permite una hipovolemia permisiva y, al mismo tiempo, un suministro de oxígeno optimizado.[39].

Baxter y Shires transfirieron sus hallazgos en diferentes experimentos con animales al entorno clínico.[1]. Los primeros 11 pacientes quemados fueron reanimados con solución de Ringer lactato 4 mL/kg/%TBSA y se analizó su hemodinámica, especialmente el CO medido con PAC. Aunque en todos los casos se restauró la pérdida de volumen extracelular aplicando la fórmula de 4 ml/kg/%SCTB, los autores encontraron tres grupos de respuesta cardíaca a la fluidoterapia. Los pacientes jóvenes quemados con hasta un 50% de TBSA mostraron un aumento de CO después de la administración de fluidos logrando una función cardíaca normal después de 24 h después de la quemadura. En pacientes quemados que excedieron el 80% de TBSA, el CO pudo restaurarse después de 24 h, pero luego mostró una disminución continua que no respondió a la administración de líquidos. Como tercer grupo, Baxter y Shires identificaron pacientes quemados con niveles bajos de CO inmediatamente después del trauma por quemadura sin respuesta cardíaca a la administración de líquidos. Definieron a este grupo como pacientes "mayores de 45 años". En una serie posterior de 277 pacientes quemados, se confirmaron estos diferentes tipos de respuesta cardiovascular. Aunque no fue la conclusión de los autores, este estudio demostró que no solo el volumen de reanimación y los objetivos preestablecidos, sino también la función de los órganos individuales, especialmente la capacidad de respuesta a los líquidos, son igualmente importantes para optimizar la reanimación.

Por lo tanto, la reanimación dirigida por objetivos debe refinarse a una reanimación individualizada. Aquí, la ecocardiografía enfocada juega un papel vital para evaluar la función cardíaca inicialmente y la respuesta cardiovascular a la administración de líquidos en el curso de la reanimación. Además, el análisis de la capacidad de respuesta a los fluidos (SVV, variabilidad de IVC, CO) demuestra la mejora potencial de la administración de un mayor volumen de antemano y, por lo tanto, evita los peligros de una reanimación excesiva.[56]. Además, la TTD y la ecocardiografía pueden utilizarse por igual para evaluar la VSV y el GC, pero ambas técnicas son complementarias en cuanto al análisis del estado volumétrico y el edema pulmonar. Además, la ecografía en el punto de atención ofrece una variedad de opciones para diferenciar las posibles causas del shock o permitir intervenciones guiadas por ecografía.

5. Conclusiones

La diferencia entre el enfoque dirigido por objetivos e individualizado es un ajuste de la terapia de fluidos a los objetivos preestablecidos en el primer caso y un ajuste de múltiples parámetros objetivo a la función orgánica del paciente individual en el segundo caso. En resumen, un enfoque de "talla única" establece los criterios que debe cumplir el paciente, mientras que un enfoque individualizado se basa en la evaluación de la función cardíaca, pulmonar y renal en el primer paso y define consecutivamente objetivos confiables y la administración de líquidos necesaria para este paciente en el segundo paso. Por lo tanto, la individualización puede verse como un desarrollo futuro de la terapia dirigida por objetivos.

Como dijo Kevin Chung: "La naturaleza compleja de la respuesta del cuerpo a la lesión por quemadura, agravada por la respuesta variable a la reanimación, probablemente hace que el punto de partida sea casi irrelevante". [12]. Por lo tanto, la discusión actual debe pasar de la pregunta sobre la fórmula más exacta a la pregunta sobre los parámetros más confiables para estimar la función de los órganos individuales y definir una reanimación adecuada.

Contribuciones de autor: Conceptualización y preparación del borrador original: DB; validación y análisis formal: HM Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Fondos: Esta investigación no recibió financiación externa.

Declaración de la Junta de Revisión Institucional: No aplica.

Declaración de consentimiento informado: No aplica.

Declaración de disponibilidad de datos: No aplica.

Conflictos de interés: Los autores no tienen ningún conflicto de interés que declarar.

Referencias

- Baxter, CR; Shires, T. Respuesta fisiológica a la reanimación con cristaloides de quemaduras graves. *Ana. Academia de Nueva York. ciencia* **1968**, *150*, 874–894. [Referencia cruzada] [PubMed]
- Evans, EI; Purnell, DO; Robinett, PW; Bachiller, A.; Martin, M. Requerimientos de líquidos y electrolitos en quemaduras severas. *Ana. Cirugía* **1952**, *135*, 804–817. [Referencia cruzada]
- Cancio, LC; Chávez, S.; Alvarado-Ortega, M.; Barrillo, DJ; Walker, Carolina del Sur; McManus, AT; Goodwin, CW Predicción del aumento de las necesidades de líquidos durante la reanimación de pacientes con lesiones térmicas. *J. Trauma Acute Care Surg.* **2004**, *56*, 404–413. [Referencia cruzada]
- Blumetti, J.; Caza, JL; Arnoldo, BD; Parques, JK; Purdue, GF La fórmula de Parkland bajo fuego: ¿Está justificada la crítica?. *Cuidado de quemaduras Res.* **2008**, *29*, 180–186. [Referencia cruzada]
- Eté, G.; Chaturvedi, G.; Barreto, E.; Paul, MK Eficacia de la fórmula de Parkland en la estimación del volumen de líquido de reanimación en quemaduras térmicas en adultos. *Barbilla. J. Traumatol.* **2019**, *22*, 113–116. [Referencia cruzada] [PubMed]
- Panadero, RH; Akhavan, MA; Jallali, N. Resucitación de lesiones térmicas en el Reino Unido e Irlanda. *J. Plast. Reconstr. esteta Cirugía* **2007**, *60*, 682–685. [Referencia cruzada] [PubMed]
- Greenhalgh, DG Resucitación de quemaduras: Los resultados de la encuesta ISBI/ABA. *quemaduras* **2010**, *36*, 176–182. [Referencia cruzada]
- Kumar, P. Reanimación con fluidos para quemaduras: un arma de doble filo. *quemaduras* **2002**, *28*, 613–614. [Referencia cruzada]
- Mason, SA; Nathans, AB; Finnerty, CC; Gamelli, RL; Gibrán, NS; Arnoldo, BD; Tompkins, RG; Herndon, DN; Jeschke, mg; Inflamación; et al. Sostenga el péndulo: las tasas de lesión renal aguda aumentan en pacientes que reciben volúmenes de reanimación inferiores a los previstos por la ecuación de Parkland. *Ana. Cirugía* **2016**, *264*, 1142–1147. [Referencia cruzada]
- Klein, MB; Hayden, D.; Elson, C.; Nathans, AB; Gamelli, RL; Gibrán, NS; Herndon, DN; Arnoldo, B.; Plata, G.; Schoenfeld, D.; et al. La asociación entre la administración de líquidos y el resultado después de una quemadura importante: un estudio multicéntrico. *Ana. Cirugía* **2007**, *245*, 622–628. [Referencia cruzada] [PubMed]
- Pruitt, BA, Jr. Protección contra la reanimación excesiva: "empujar el péndulo hacia atrás". *J. Trauma Acute Care Surg.* **2000**, *49*, 567–568. [Referencia cruzada]
- Chung, KK; Lobo, SE; Cancio, LC; Alvarado, R.; Jones, JA; McCorcle, J.; Rey, BT; Barrillo, DJ; Renz, EM; negro, LH Reanimación de heridas militares gravemente quemados: el líquido engendra más líquido. *J. Trauma Acute Care Surg.* **2009**, *67*, 231–237. [Referencia cruzada] [PubMed]
- Strang, SG; Van Lieshout, EM; Breederveld, RS; Van Waes, OJ Una revisión sistemática sobre la presión intraabdominal en pacientes con quemaduras graves. *quemaduras* **2014**, *40*, 9–16. [Referencia cruzada]
- Boehm, D.; Schröder, C.; Arrás, D.; Siemers, F.; Siafliakis, A.; Lehnhardt, M.; Dadrás, M.; Hartmann, B.; Kuepper, S.; Czaja, KU; et al. Manejo de fluidos como factor de riesgo para el síndrome del compartimento intraabdominal en pacientes quemados: parte de un ensayo multicéntrico independiente del área de superficie corporal total. *IJ Res. de cuidado de quemaduras* **2019**, *40*, 500–506. [Referencia cruzada] [PubMed]
- Boehm, D.; Arrás, D.; Schroeder, C.; Siemers, F.; Cortetier, CC; Lehnhardt, M.; Dadrás, M.; Hartmann, B.; Kuepper, S.; Czaja, KU; et al. La ventilación mecánica como sustituto para el diagnóstico de la aparición del síndrome compartimental abdominal (SCA) en pacientes con quemaduras graves (estudio TIRIFIC Parte II). *quemaduras* **2020**, *46*, 1320–1327. [Referencia cruzada] [PubMed]
- Kirkpatrick, AW; Pelota, CG; Nickerson, D.; D'Amours, SK Hipertensión intraabdominal y síndrome compartimental abdominal en pacientes quemados. *Mundo J. Surg.* **2009**, *33*, 1142–1149. [Referencia cruzada] [PubMed]
- Kirkpatrick, AW; Roberts, DJ; De Waele, J.; Jaeschke, R.; Malbrain, ML; De Keulenaer, B.; Duchesne, J.; Björck, M.; leppaniemi, A.; Eijke, JC; et al. Hipertensión intraabdominal y síndrome compartimental abdominal: Definiciones de consenso actualizadas y guías de práctica clínica de la Sociedad Mundial del Síndrome Compartimental Abdominal. *Medicina de Cuidados Intensivos* **2013**, *39*, 1190–1206. [Referencia cruzada]
- Kaups, KL; Davis, JW; Dominic, WJ Déficit de base como indicador o necesidades de reanimación en pacientes con lesiones por quemaduras. *J. Rehabilitación del cuidado de quemaduras.* **1998**, *19*, 346–348. [Referencia cruzada] [PubMed]

19. Hiedra, YO; Atweh, NA; Palmer, J.; Possenti, PP; Pineau, M.; D'Aiuto, M. Hipertensión intraabdominal y síndrome compartimental abdominal en pacientes quemados. *J. Trauma Acute Care Surg.* **2000**, *49*, 387–391. [Referencia cruzada]
20. Cartotto, RC; Inés, M.; Musgrave, MA; Gómez, M.; Cooper, AB ¿Qué tan bien estima la fórmula de Parkland los volúmenes reales de reanimación con líquidos?. *Rehabilitación del cuidado de quemaduras.* **2002**, *23*, 258–265. [Referencia cruzada]
21. Pham, Tennessee; Cancio, LC; Gibrán, NS; American Burn, A. Directrices de práctica de la Asociación Estadounidense de Quemaduras, reanimación por shock de quemaduras. *J. Cuidado de quemaduras Res.* **2008**, *29*, 257–266. [Referencia cruzada]
22. Se seca, DJ; Waxman, K. Es posible que la reanimación adecuada de pacientes quemados no se mida por la producción de orina y los signos vitales. *crítico Cuidado Med.* **1991**, *19*, 327–329. [Referencia cruzada]
23. Saffle, JI El fenómeno de "deslizamiento de fluidos" en la reanimación de quemaduras agudas. *J. Cuidado de quemaduras Res.* **2007**, *28*, 382–395. [Referencia cruzada] [PubMed]
24. Cartotto, R.; Zhou, A. Fluencia fluida: ¡El péndulo aún no ha retrocedido!. *Cuidado de quemaduras Res.* **2010**, *31*, 551–558. [Referencia cruzada] [PubMed]
25. Cartotto, R.; Choi, J.; Gómez, M.; Cooper, A. Un estudio prospectivo sobre las implicaciones de un déficit de base durante la reanimación con líquidos. *J. Rehabilitación del cuidado de quemaduras.* **2003**, *24*, 75–84. [Referencia cruzada] [PubMed]
26. Bellomo, R.; Uchino, S. Herramientas de monitorización cardiovascular: Uso y mal uso. *actual Opinión crítico Cuidado* **2003**, *9*, 225–229. [Referencia cruzada] [PubMed]
27. Kumar, A.; Anel, R.; Bunnell, E.; Habet, K.; Zanotti, S.; Marshall, S.; Neumann, A.; Alí, A.; Cheang, M.; Kavinsky, C.; et al. La presión de oclusión de la arteria pulmonar y la presión venosa central no logran predecir el volumen de llenado ventricular, el rendimiento cardíaco o la respuesta a la infusión de volumen en sujetos normales. *crítico Cuidado Med.* **2004**, *32*, 691–699. [Referencia cruzada] [PubMed]
28. Marik, PE; Cavallazzi, R. ¿La presión venosa central predice la respuesta a los líquidos? Un metanálisis actualizado y una petición de sentido común. *crítico Cuidado Med.* **2013**, *41*, 1774–1781. [Referencia cruzada] [PubMed]
29. Barbier, C.; Loubières, Y.; Schmit, C.; Hayón, J.; Ricome, JL; Jardín, F.; Vieillard-Baron, A. Los cambios respiratorios en el diámetro de la vena cava inferior son útiles para predecir la respuesta a los líquidos en pacientes sépticos ventilados. *Medicina de Cuidados Intensivos* **2004**, *30*, 1740–1746. [Referencia cruzada] [PubMed]
30. Marik, PE; Monnet, X.; Teboul, JL Parámetros hemodinámicos para guiar la fluidoterapia. *Ana. Cuidados intensivos* **2011**, *1*, 1. [Referencia cruzada] [PubMed]
31. Sakka, SG; Bredle, DL; Reinhart, K.; Meier-Hellmann, A. Comparación entre el volumen sanguíneo intratorácico y las presiones de llenado cardíaco en la fase temprana de inestabilidad hemodinámica de pacientes con sepsis o shock séptico. *J. Crit. Cuidado* **1999**, *14*, 78–83. [Referencia cruzada]
32. Branski, LK; Herndon, DN; Byrd, JF; Kinsky, parlamentario; Lee, JO; Fagan, SP; Jeschke, MG Termodilución transpulmonar para mediciones hemodinámicas en niños con quemaduras graves. *crítico Cuidado* **2011**, *15*, R118. [Referencia cruzada] [PubMed]
33. Mitchell, JP; Schuller, D.; Calandrino, FS; Schuster, DP Resultado mejorado basado en el manejo de fluidos en pacientes críticamente enfermos que requieren cateterismo de la arteria pulmonar. *Soy. Rev. Respir. Dis.* **1992**, *145*, 990–998. [Referencia cruzada] [PubMed]
34. Holm, C.; Melcer, B.; Horbrand, F.; Worl, H.; von Donnersmarck, GH; Muhlbauer, W. Volumen sanguíneo intratorácico como criterio de valoración en la reanimación de personas con quemaduras graves: un estudio observacional de 24 pacientes. *J. Trauma Acute Care Surg.* **2000**, *48*, 728–734. [Referencia cruzada] [PubMed]
35. Holm, C.; Mayr, M.; Tegeler, J.; Horbrand, F.; Henckel von Donnersmarck, G.; Mühlbauer, W.; Pfeiffer, UJ Un estudio clínico aleatorizado sobre los efectos de la monitorización invasiva en la reanimación del shock por quemaduras. *quemaduras* **2004**, *30*, 798–807. [Referencia cruzada] [PubMed]
36. Csontos, C.; Foldi, V.; Fischer, T.; Bogar, L. La termodilución arterial en pacientes quemados sugiere una administración de líquidos más rápida durante la reanimación temprana. *Acta. Anestesia. Escanear.* **2008**, *52*, 742–749. [Referencia cruzada] [PubMed]
37. Aboelatta, Y.; Abdelsalam, A. Sobrecarga de volumen de la reanimación con líquidos en pacientes con quemaduras agudas utilizando la técnica de termodilución transpulmonar. *J. Cuidado de quemaduras Res.* **2013**, *34*, 349–354. [Referencia cruzada]
38. Guilaberto, P.; Usúa, G.; Martín, N.; Abarca, L.; Barret, JP; Colomina, MJ Manejo de reanimación con fluidos en pacientes con quemaduras: Actualización. *hermano J. Anaesth.* **2016**, *117*, 284–296. [Referencia cruzada]
39. Arlati, S.; Storti, E.; Pradela, V.; Buccì, L.; Vitolo, A.; Pulici, M. Disminución del volumen de líquido para reducir el daño orgánico: ¿un nuevo enfoque para la reanimación del shock por quemaduras? Un estudio preliminar. *Resucitación* **2007**, *72*, 371–378. [Referencia cruzada] [PubMed]
40. Sánchez, M.; García-de-Lorenzo, A.; Herrero, E.; López, T.; Galván, B.; Asensio, M.; Cachafeiro, L.; Casado, C. Un protocolo para la reanimación de pacientes con quemaduras graves guiado por termodilución transpulmonar y niveles de lactato: un estudio de cohorte prospectivo de 3 años. *crítico Cuidado* **2013**, *17*, R176. [Referencia cruzada] [PubMed]
41. Jeschke, MG; Peck, MD Cuidado de las quemaduras de los ancianos. *J. Cuidado de quemaduras Res.* **2017**, *38*, e625–e628. [Referencia cruzada] [PubMed]
42. Patterson, SO; Starling, EH Sobre los factores mecánicos que determinan el gasto de los ventrículos. *J. Physiol.* **1914**, *48*, 357–379. [Referencia cruzada] [PubMed]
43. Zhang, Z.; Lu, B.; Sheng, X.; Jin, N. Precisión de la variación del volumen sistólico para predecir la capacidad de respuesta a los líquidos: una revisión sistemática y un metanálisis. *J. Anesth.* **2011**, *25*, 904–916. [Referencia cruzada] [PubMed]
44. Hofer, CK; Müller, SM; Furrer, L.; Klaghofer, R.; Genoni, M.; Zollinger, A. Volumen sistólico y variación de la presión del pulso para la predicción de la capacidad de respuesta a los líquidos en pacientes sometidos a un injerto de derivación de la arteria coronaria sin circulación extracorpórea. *Cofre* **2005**, *128*, 848–854. [Referencia cruzada] [PubMed]
45. Daihua, Y.; Wei, C.; Xude, S.; Linong, Y.; Changjun, G.; Hui, Z. El efecto de los cambios de posición del cuerpo en la variación del volumen sistólico en 66 pacientes ventilados mecánicamente con sepsis. *J. Crit. Cuidado* **2012**, *27*, 416–417. [Referencia cruzada]
46. Slama, M.; Maizel, J. Variaciones de Presión de Pulso en el Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda: "Cincuenta Sombras de Grey". *crítico Cuidado Med.* **2016**, *44*, 452–453. [Referencia cruzada]

-
47. Lee, L.; DeCara, JM Ultrasonido en el punto de atención. *actual Cardiol. Reps.* **2020**, *22*, 149. [[Referencia cruzada](#)] [[PubMed](#)]
48. Feissel, M.; Michard, F.; Faller, JP; Teboul, JL La variación respiratoria en el diámetro de la vena cava inferior como guía para la fluidoterapia. *Medicina de Cuidados Intensivos* **2004**, *30*, 1834–1837. [[Referencia cruzada](#)] [[PubMed](#)]
49. Gignon, L.; Roger, C.; Bastida, S.; Alonso, S.; Zieleskiewicz, L.; Quintard, H.; Zoric, L.; Bobbia, X.; Raux, M.; Leona, M.; et al. Influencia del movimiento diafragmático en las variaciones respiratorias del diámetro de la vena cava inferior en voluntarios sanos. *anestesiología* **2016**, *124*, 1338–1346. [[Referencia cruzada](#)]
50. Zhang, Z.; Xu, X.; Sí; Xu, L. La medición ultrasonográfica de la variación respiratoria en el diámetro de la vena cava inferior predice la respuesta a los líquidos en pacientes en estado crítico: revisión sistemática y metanálisis. *Ultrasonido Med. Biol.* **2014**, *40*, 845–853. [[Referencia cruzada](#)] [[PubMed](#)]
51. Spencer, KT; Kimura, BJ; Korcarz, CE; Pellikka, Pensilvania; Rahko, PS; Siegel, RJ Ultrasonido cardíaco focalizado: Recomendaciones de la Sociedad Estadounidense de Ecocardiografía. *Mermelada. Soc. ecocardiograma* **2013**, *26*, 567–581. [[Referencia cruzada](#)] [[PubMed](#)]
52. Portero, TR; Shillcutt, SK; Adams, MS; Desjardins, G.; Glas, KE; Olson, JJ; Troughton, RW Pautas para el uso de la ecocardiografía como monitor para la intervención terapéutica en adultos: un informe de la Sociedad Estadounidense de Ecocardiografía. *Mermelada. Soc. ecocardiograma* **2015**, *28*, 40–56. [[Referencia cruzada](#)] [[PubMed](#)]
53. Orden, S.; Slama, M.; Hilton, A.; Yastrebov, K.; McLean, A. Perlas y trampas en la ecocardiografía integral de cuidados críticos. *crítico Cuidado* **2017**, *21*, 279. [[Referencia cruzada](#)] [[PubMed](#)]
54. Boyd, JH; Sirounis, D.; Maizel, J.; Slama, M. Ecocardiografía como guía para el manejo de fluidos. *crítico Cuidado* **2016**, *20*, 274. [[Referencia cruzada](#)] [[PubMed](#)]
55. Marik, PE; Cavallazzi, R.; Vasu, T.; Hirani, A. Cambios dinámicos en las variables derivadas de la forma de onda arterial y la capacidad de respuesta a los fluidos en pacientes con ventilación mecánica: una revisión sistemática de la literatura. *crítico Cuidado Med.* **2009**, *37*, 2642–2647. [[Referencia cruzada](#)] [[PubMed](#)]
56. Molinero, A.; Mandeville, J. Predicción y medición de la respuesta a fluidos con ecocardiografía. *Eco. Res. Practica* **2016**, *3*, G1–G12. [[Referencia cruzada](#)]
57. Müller, L.; Toumi, M.; ramo, PJ; Riu-Poulenc, B.; Louart, G.; Candela, D.; Zoric, L.; Suehs, C.; de La Coussaye, JE; Molinari, NORTE.; et al. Un aumento en el flujo sanguíneo aórtico después de una infusión de 100 ml de coloide durante 1 minuto puede predecir la respuesta a los líquidos: el estudio de desafío con mini-líquidos. *anestesiología* **2011**, *115*, 541–547. [[Referencia cruzada](#)]
58. Cherpanath, TG; Hirsch, A.; Geerts, BF; Lagrand, WK; Leeftang, MM; Schultz, MJ; Groeneveld, AB Predicción de la respuesta a los fluidos mediante el levantamiento pasivo de piernas: revisión sistemática y metanálisis de 23 ensayos clínicos. *crítico Cuidado Med.* **2016**, *44*, 981–991. [[Referencia cruzada](#)]