

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
FACULTAD DE MEDICINA
TRABAJO FIN DE GRADO EN MEDICINA



Correlación entre balance hídrico y peso corporal en el paciente crítico quirúrgico

Correlation between fluid balance and body weight in the critically ill surgical patient

Autor: HERNÁNDEZ ARQUERO, ADRIÁN.

Tutora: GALIANA IVARS, MARÍA

Departamento y Área: Dto. de Patología y Cirugía – Servicio de Anestesiología y Reanimación del Hospital General Universitario Doctor Balmis

Curso académico: 2021 – 2022

Convocatoria de mayo

Índice

Índice.....	1
Resumen.....	2
Abstract.....	4
Introducción, Hipótesis del Trabajo y Objetivo	6
Introducción	6
Hipótesis	9
Objetivos.....	9
Material y Métodos	10
Diseño y Tipo de Estudio. Ámbito del Estudio	10
Método de Recogida de Datos.....	10
Análisis Estadístico	11
Aspectos Éticos.....	12
Resultados	13
Discusión.....	20
Limitaciones	24
Conclusiones.....	25
Referencias Bibliográficas	26
ANEXOS	29

Resumen

Introducción: La fluidoterapia representa un papel fundamental en el manejo postoperatorio de los pacientes críticos quirúrgicos. Tanto déficits como sobrecargas de volumen han demostrado aumentar la morbimortalidad en estos pacientes por lo que es necesario disponer de herramientas que permitan estimar de forma precisa el estado hídrico. En nuestro medio la herramienta más utilizada son las gráficas de balance hídrico, sin embargo, estas han demostrado ser imprecisas y difíciles de cumplimentar de forma minuciosa sistemáticamente. A partir de la hipótesis de que en los pacientes críticos quirúrgicos existe una correlación entre el balance hídrico y el peso corporal, el objetivo de nuestro estudio será determinar dicha correlación y comprobar si el peso puede ser una alternativa razonable al balance hídrico en este perfil de pacientes.

Materiales y Métodos: Se llevó a cabo un estudio prospectivo en la unidad de cuidados críticos quirúrgicos de un hospital terciario de Alicante. Se incluyeron aquellos pacientes mayores de 18 años con un ingreso de al menos 48 horas. Todas las entradas y pérdidas se extrajeron de las gráficas de balance hídrico cumplimentadas por el personal de enfermería, se calcularon los balances hídricos diarios y acumulados y por último se extrajeron los pesos corporales, obtenidos mediante camas con báscula integrada. Para el análisis estadístico, se analizó la normalidad mediante el test de Shapiro-Wilk ($n < 50$) o de Kolmogórov-Smirnov y posteriormente se realizaron correlaciones de Pearson y Spearman. Por último, se realizaron correlaciones en distintos subgrupos estratificados en base a sus características.

Resultados: Se obtuvo una correlación leve ($r = 0,428$, $p < 0,001$) entre el balance hídrico diario y la variación de peso corporal en este periodo. El balance

acumulado y la variación de peso corporal durante el seguimiento mostró igualmente una correlación leve-moderada ($r= 0,497$, $p<0,001$). Esta correlación fue mayor entre los días 3 a 5 de ingreso ($r= 0,605$, $p<0,001$), sin embargo el diagrama de Bland-Altman mostró un bajo grado de concordancia, con un intervalo muy amplio. Por último, todos los subgrupos estudiados con resultados estadísticamente significativos mostraron una correlación leve-moderada, oscilando entre $r=0,410$ y $r=0,644$.

Conclusión: Estos resultados muestran la ausencia de una correlación suficientemente importante que nos permitiese utilizar el peso corporal como un sustituto del balance hídrico, por lo que es necesario tener en cuenta ambas mediciones para realizar un manejo adecuado del estado hídrico en los pacientes críticos quirúrgicos

Palabras Clave: Balance Hídrico, Cambios en el Peso Corporal, Pacientes Críticos Quirúrgicos.

Abstract

Background: Fluid administration plays a fundamental role in the postoperative management of critically ill surgical patients. Both volume deficits and volume overloads have shown to increase morbidity and mortality in these patients, so it is necessary to have tools that allow accurate estimation of fluid status. In our environment the most commonly used tool is the fluid balance charts, however, these have proven to be imprecise and difficult to systematically complete in a meticulous manner. Based on the hypothesis that in critically ill surgical patients there is a correlation between fluid balance and body weight, the aim of our study will be to determine this correlation and to evaluate if weight can be a reasonable alternative to fluid balance in this patient profile.

Methods: This prospective observational study was conducted in the surgical critical care unit of a tertiary hospital in Alicante. Patients over 18 years of age with an admission of at least 48 hours were included. All entries and losses were extracted from the nurse-registered fluid balance charts, daily and cumulative fluid balances were calculated and finally body weights were extracted, obtained using beds with build-in scales. For the statistical analysis, normality was analyzed using the Shapiro-Wilk ($n < 50$) or Kolmogorov-Smirnov test, Pearson and Spearman correlations were subsequently performed. Finally, correlations were performed in different stratified subgroups based on their characteristics.

Results: A slight correlation ($r = 0,428$, $p < 0,001$) was obtained between daily fluid balance and change in body weight in this period. The cumulative fluid balance and change in body weight during follow-up also showed a poor-mild correlation ($r = 0,497$, $p < 0,001$). This correlation was higher between days 3 to 5 of admission ($r = 0,605$, $p < 0,001$), however the Bland-Altman plot showed a poor agreement

with a wide interval. Finally, all the subgroups studied with statistically significant results showed a mild-moderate correlation, ranging from $r=0,410$ to $r=0,644$.

Conclusion: These results show the absence of a relevant correlation that would allow us to use body weight as a surrogate for fluid balance, so it is necessary to both measurements for an adequate management of fluid status in critically ill surgical patients.

Keywords: Fluid Balance, Body Weight Change, Critically Ill Surgical Patients.



Introducción, Hipótesis del Trabajo y Objetivo

Introducción

La fluidoterapia es un pilar fundamental en el proceso quirúrgico, especialmente en pacientes en estado crítico y sometidos a cirugía mayor. Su importancia reside en el restablecimiento del volumen intravascular, lo que permite mantener una adecuada perfusión tisular y por tanto una adecuada oxigenación. La hipoperfusión derivada de una hipovolemia postoperatoria se ha relacionado con complicaciones como fallo orgánico y shock y, por tanto, con un peor pronóstico en estos pacientes.(1,2)

Por el contrario, la sobrecarga hídrica produce un aumento de la presión hidrostática vascular, que se distribuye hacia el intersticio provocando un edema tisular con diversas implicaciones clínicas. Algunas de las consecuencias más importantes son el edema agudo de pulmón, que produce una disminución del intercambio gaseoso y por tanto una peor oxigenación tisular o la dehiscencia de suturas, que incrementa la morbilidad. Además, el aumento del volumen intravascular aumenta la precarga del ventrículo izquierdo, pudiendo contribuir a la insuficiencia cardíaca y al empeoramiento del edema pulmonar. (3,4)

Son muchos los estudios que han demostrado una asociación entre la sobrecarga hídrica y un aumento en la morbilidad (2–7), por lo que la identificación y optimización del estado hídrico es crucial para mantener una perfusión adecuada sin empeorar el pronóstico de estos pacientes.

Determinar el estado hídrico de un paciente es difícil y pese a que existen numerosas técnicas tanto invasivas como no invasivas que intentan aportar información sobre su volemia, ninguna ha demostrado ser capaz de predecir de

forma exacta su estado hídrico. Actualmente, tanto el balance hídrico como la medición del peso corporal son técnicas no invasivas que se utilizan para optimizar las decisiones clínicas y elegir el abordaje más adecuado en cada paciente, como administrar diuréticos, fluidoterapia o necesidad de tratamiento renal sustitutivo.(8)

En las unidades de cuidados críticos de nuestro entorno, el método más utilizado es la medición horaria de los aportes y pérdidas de fluido plasmadas manualmente en una gráfica por el personal de enfermería. Este método presenta una serie de inconvenientes. En primer lugar, existen varias pérdidas que no se pueden cuantificar de forma exacta (heces, evaporación, respiración, etc.) por lo que se deben estimar o calcular en base a las características individuales de cada paciente (peso, ventilación mecánica, temperatura, etc.), haciendo que sea altamente impreciso. Además, a pesar de que el procedimiento y los cálculos matemáticos no son complejos, el manejo de los pacientes críticos es muy laborioso y la recogida manual de estos datos consume una gran cantidad de tiempo, por lo que algunos estudios apuntan a que con frecuencia se producen errores en la recogida y el cálculo de los balances.(8–10) Estos errores tienden a acumularse durante los días de ingreso haciendo el balance menos fiable cuanto mayor es el periodo de ingreso.(10,11)

Como alternativa a esta técnica, se ha estudiado el uso de las variaciones de peso corporal como estimación de las fluctuaciones del agua corporal total,(8,11,12) sin embargo, esta herramienta presenta otra serie de desventajas. Durante el ingreso en la unidad de cuidados críticos se producen una serie de modificaciones en la composición corporal debido, por una parte, al encamamiento prolongado y, por otra, a las alteraciones nutricionales como

consecuencia del importante gasto energético secundario a la situación de estrés junto a la disminución en la ingesta. Todos estos eventos, conducen a situaciones de sarcopenia, osteopenia, etc. Estas modificaciones se producen de forma progresiva, teniendo un rol importante a partir del 5º día de ingreso.(13) Sin embargo, en periodos cortos de ingreso el efecto de estos fenómenos es marginal y podemos considerar que las variaciones en el peso se deben, en su mayor parte, a fluctuaciones de líquido corporal.(14) Se acepta, de forma generalizada que un aumento o disminución de 1kg en el peso corporal, equivale a un aporte o déficit de 1L de fluido.

Los estudios que analizan el uso del peso corporal indican que la obtención de medidas rigurosas de forma sistemática durante la práctica clínica habitual es difícil, encontrando un gran número de datos perdidos.(12,15) En base a la bibliografía consultada, la evidencia muestra una correlación débil entre el método tradicional basado en graficas de balance horario y las variaciones del peso.(8,10–15)

Sin embargo, a pesar de la creciente evidencia sobre el tema, actualmente no hay estudios suficientes como para estandarizar o descartar el uso del peso corporal como indicador único del estado hídrico. Además, la mayoría de estos estudios excluyen los pacientes quirúrgicos o utilizan una cohorte mixta. Por ello, nuestro estudio pretende aportar evidencia en este subgrupo de pacientes críticos y valorar como se relacionan ambas medidas durante el ingreso.

Hipótesis

Nuestra hipótesis es que en pacientes críticos quirúrgicos va a existir una correlación entre el balance hídrico y el peso corporal y por tanto, el peso puede ser una alternativa razonable al balance hídrico a la hora de valorar el estado hídrico.

Objetivos

Nuestro objetivo principal es determinar la correlación entre el balance hídrico diario y las variaciones en el peso corporal cada 24h en pacientes críticos quirúrgicos.

Como objetivos secundarios tenemos:

- Establecer la correlación entre el balance hídrico acumulado y la variación de peso corporal durante el periodo de seguimiento.
- Determinar como se comporta esta correlación en distintos periodos a lo largo del ingreso.
- Establecer la influencia de otras variables como edad, sexo, tipo de cirugía, etc. en la correlación entre balance hídrico y variación de peso corporal.

Material y Métodos

Diseño y Tipo de Estudio. Ámbito del Estudio

Se llevó a cabo un estudio observacional, prospectivo, en la Unidad de Cuidados Críticos Quirúrgicos (UCCQ) del Hospital General Universitario Dr. Balmis. Se realizó un muestreo de casos consecutivos con todos los pacientes que ingresaron en esta unidad entre el 19/01/2022 y el 29/03/2022.

Como criterios de inclusión encontramos, más de 48 h de ingreso y 18 años de edad o más.

Los criterios de exclusión eran: Peso corporal mayor de 250kg, errores objetivados en la medición del peso (báscula rota, tara no aplicada, etc.) y/o gráficas de balance hídrico incompletas o mal cumplimentadas.

Se hizo un seguimiento de los pacientes incluidos hasta el alta de la UCCQ o la pérdida de seguimiento (traslado a otro hospital, exitus, etc.).

Método de Recogida de Datos

Todos los datos utilizados en este estudio han sido extraídos manualmente de las gráficas de control horario cumplimentadas por el personal de enfermería en su actividad rutinaria. Todos los datos referentes a entradas y pérdidas se recogen de forma horaria y se realiza una suma cada 12 h, a las 07:00 h y las 19:00 h. Se extrajeron los valores acumulados cada 24h (07:00 h) y se calcularon las entradas totales, pérdidas totales y el balance hídrico total diario en mililitros. Respecto al peso, en la UCCQ se utilizan camas MultiCare de LINET spol. s r. o., que llevan un sistema de báscula integrada, por lo que facilitan la recogida de esta variable. Se realizaba una primera medida al ingreso y posteriormente se medía cada 24h a las 07:00 h. El personal de enfermería está instruido en la

recogida sistemática y adecuada del peso, tarando la báscula previamente a cada ingreso y retirando todo el peso extra antes de cada medición. Todos los datos extraídos, se transcribieron manualmente en la hoja de recogida de datos y posteriormente a una plantilla de Microsoft Excel® (Microsoft 365, versión 2203 – 64 bits)

Las principales variables de nuestro estudio son:

- Balance hídrico diario: entendido como la diferencia entre las entradas y pérdidas totales de fluido medidas cada 24 h a las 07:00 h.
- Variación de peso corporal: diferencia de peso entre dos fechas distintas, medida cada día a las 07:00 h.
- Balance hídrico acumulado: definido como la suma de balances hídricos diarios en un periodo de tiempo.

Todas las variables recogidas se muestran en Anexo 1.

Análisis Estadístico

Una vez extraídos todos los datos en Microsoft Excel®, se creó una base de datos en IBM SPSS Statistics® (Versión 26.0.0.0 – 64 bits) para realizar el análisis estadístico.

Las variables categóricas están representadas como números y porcentajes y las variables continuas como mediana y desviación típica. El estudio de normalidad se llevó a cabo mediante los test de Shapiro-Wilk y Kolmogórov-Smirnov. Para estimar el grado de correlación entre el balance hídrico y el peso corporal se utilizaron los cocientes de correlación de Pearson y Spearman.

Utilizamos un nivel de significancia de $p < 0.05$ con un intervalo de confianza del 95%. En los grupos que presentaron una distribución normal se calculó el grado de concordancia mediante un diagrama de Bland-Altman, utilizando la diferencia y la media de los resultados de ambas variables. Para el análisis por subgrupos, se segmentó la base de datos tal y como se muestra en Anexo 2. y se repitió el análisis estadístico para dichos subgrupos.

Para el análisis estadístico solo se tuvieron en cuenta los 15 primeros días de ingreso ya que pasada esta fecha la muestra era insuficiente como para obtener conclusiones relevantes.

Aspectos Éticos

Para la realización de este estudio cada paciente fue asignado con un código del 1 al 70, no siendo necesario el registro de ningún dato identificativo. Se solicitó y obtuvo del Comité Ético de la Investigación con Medicamentos del Hospital General Universitario Doctor Balmis la exención del consentimiento informado en base a las características de estos pacientes (intubados, bajo nivel de conciencia, etc.) que dificultan su obtención y por el hecho de encontrarse los datos anonimizados en la base de datos propia del Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor. Este estudio, cumple con las normas éticas de la Declaración de Helsinki y ha sido aprobado por el Comité de Ética para la Investigación con Medicamentos del Departamento de Salud de Alicante – Hospital General a fecha de 19 de abril de 2022 (PI2022-032). Además, se solicitó el Código para la Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche (COIR), que fue aprobado a fecha de 27 de abril de 2022 (TFG.GME.MGI.AHA.220426).

Resultados

Durante el periodo del estudio, se incluyeron 70 pacientes. La mediana de edad fue de 67 años, siendo la mayoría hombres (64,3%). La mediana de seguimiento fue de 3 días. El motivo de ingreso en la mayoría de pacientes fue el postoperatorio de cirugía cardíaca (57,1%), seguido del de cirugía general (22,9%). El resto de medidas se reflejan en Tabla 1.

Tabla 1. Características de la muestra

Sexo, n(%)	
Hombre	45(64,3)
Mujer	21(35,7)
Edad, mediana(DT)	67(13,4)
<50 Años, n(%)	10(14,3)
50-75 Años, n(%)	49(70)
>75 Años, n(%)	11(15,7)
Días de Seguimiento, mediana(DT)	3(3,3)
2 días, n(%)	29(41,4)
3-5 días, n(%)	26(37,1)
6-10 días, n(%)	10(14,3)
> 10 días, n(%)	5(7,1)
Especialidad Quirúrgica, n(%)	
Cirugía Cardíaca	40(57,1)
Cirugía General	16(22,9)
Neurocirugía	4(5,7)
Cirugía Vascular	4(5,7)
Otros	6(8,6)
Clasificación ASA, n(%)	
ASA I	1(1,4)
ASA II	21(30)
ASA III	44(62,9)
ASA IV	4(5,7)
VMI, n(%)	30(42,9)

n: Número; DT: Desviación Típica; VMI: Necesidad de ventilación mecánica invasiva durante el ingreso; ASA: American Society of Anesthesiologists; Otros: Cirugía Torácica, Politrauma, Otorrinolaringología, Urología.

Pruebas de normalidad

Para las pruebas de normalidad se realizó el test de Shapiro-Wilk para muestras menores a 50 y el test de Kolmogórov-Smirnov en aquellas muestras iguales o superiores a 50. Las pruebas de normalidad para las principales variables se muestran en Tabla 2.

Tabla 2

Variables	n	Valor	p-valor
Balance Hídrico Diario	301	0,048**	0,094
Variación Peso Corporal diaria		0,099**	<0,001
Balance Hídrico Acumulado	70	0,173**	<0,001
Variación Peso Corporal Acumulada		0,065**	0,200
Días 0-2	BH	0,103**	0,061
	VPC	0,125**	0,008
Días 3-5	BH	0,963*	0,240
	VPC	0,966*	0,303

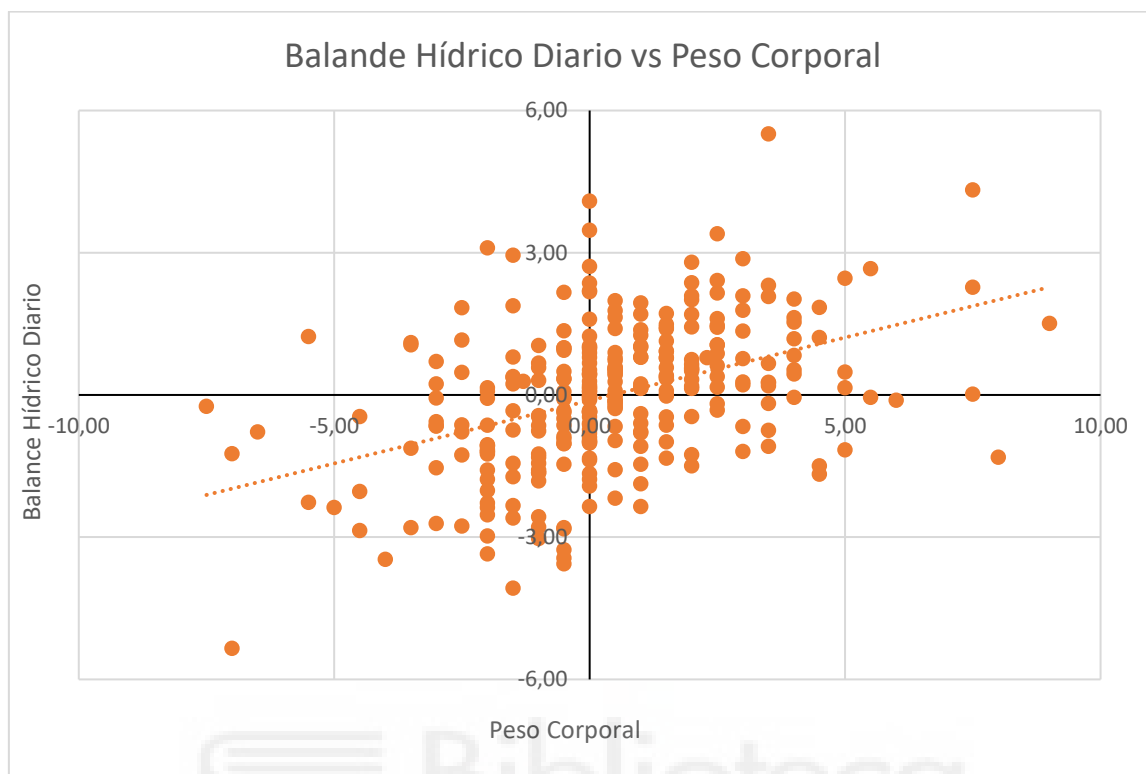
*Shapiro-Wilk; **Kolmogórov-Smirnov. BH: Balance Hídrico; VPC: Variación Peso Corporal. En negrita se muestran las variables que presentan una distribución normal.

Las pruebas de normalidad completas se encuentran en Anexo 3.

Correlación entre balance hídrico diario y variaciones del peso corporal

La correlación entre la variación del peso corporal y el balance hídrico cada 24h mostró una correlación débil estadísticamente significativa según el coeficiente de correlación de Pearson, $r=0,428$ ($p<0,001$)

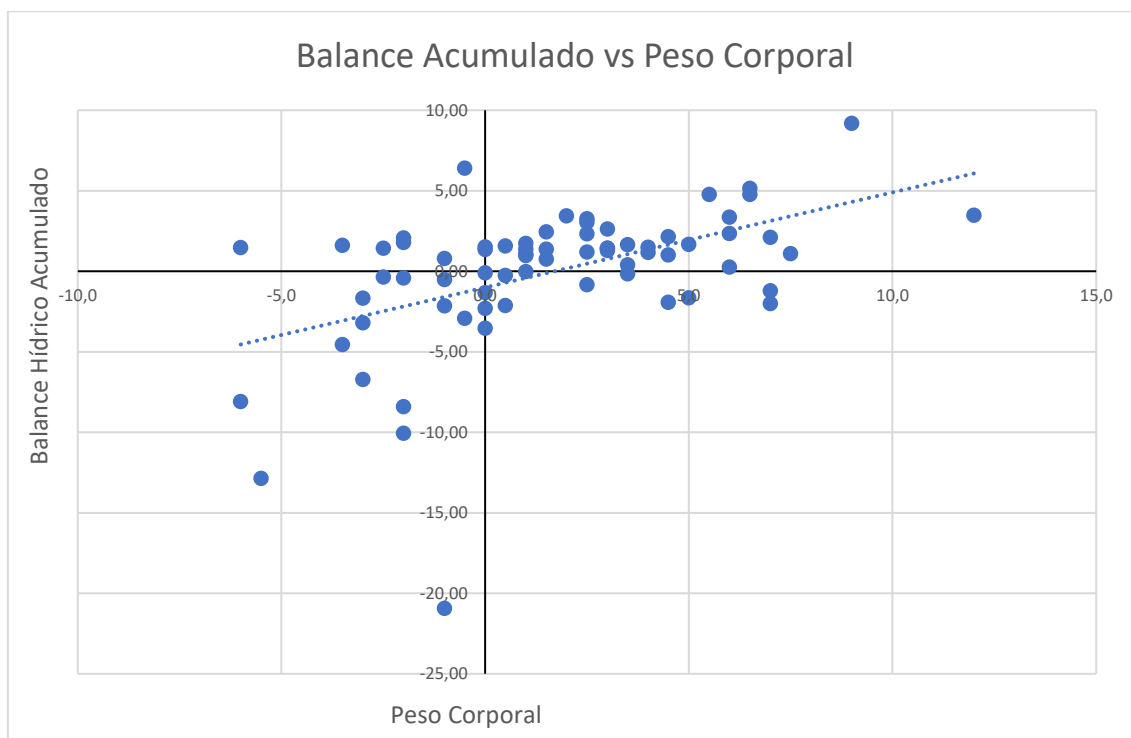
Figura 1. Correlación entre Balance Hídrico Diario y Variación del Peso Corporal



Correlación entre balance hídrico acumulado y variación del peso corporal

El coeficiente de correlación de Pearson para el balance hídrico y el peso acumulado al final del seguimiento mostró una correlación débil, $r=0,497$ ($p<0,001$), con una dispersión mucho mayor en los valores extremos.

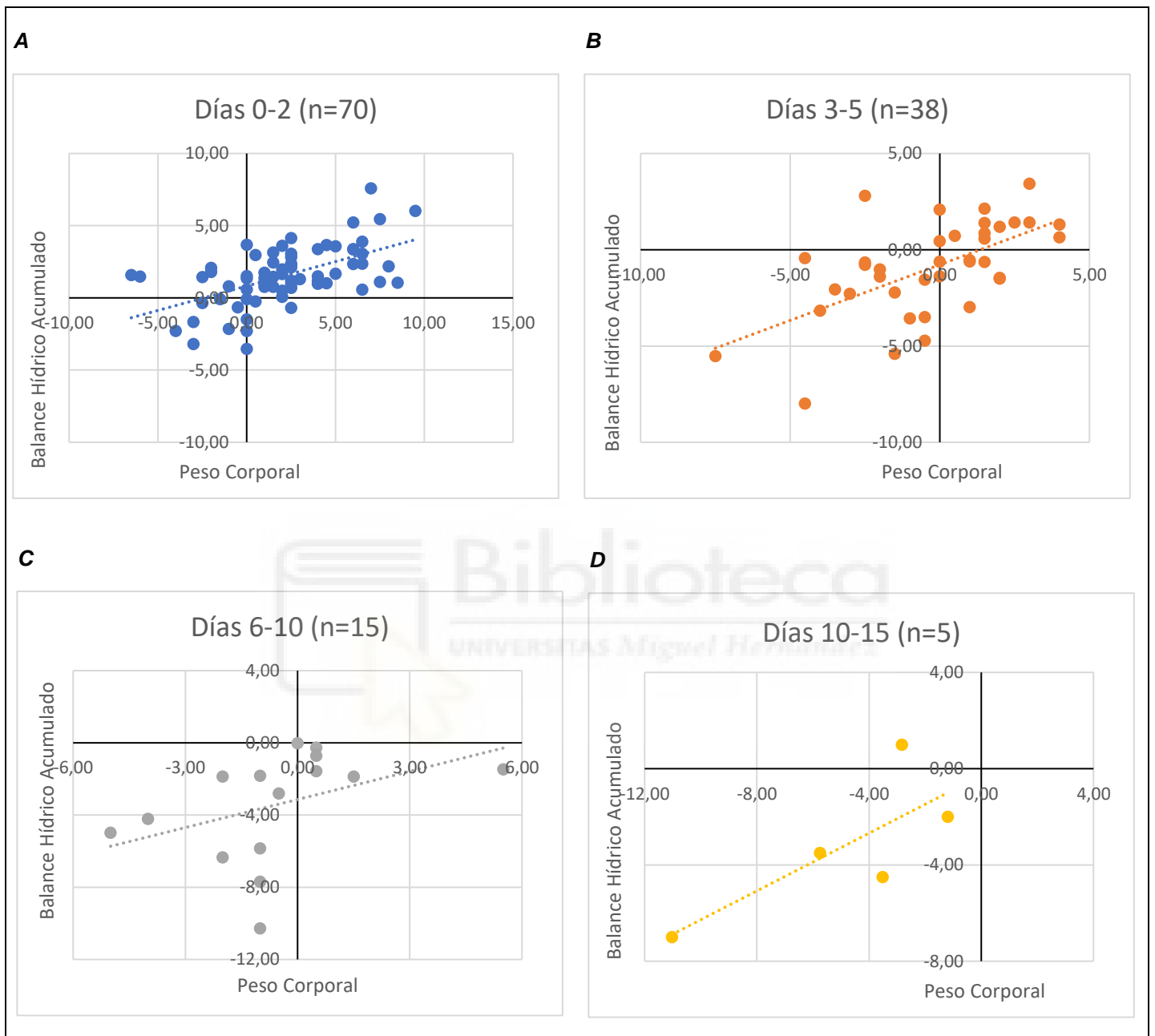
Figura 2. Correlación entre Balance Hídrico Acumulado y Variación Peso Corporal durante el seguimiento



Correlación entre balance hídrico acumulado y variación del peso corporal a lo largo del ingreso

Estratificamos los resultados a lo largo del seguimiento obteniendo cuatro periodos de tiempo, Días 0-2; Días 3-5; Días 6-10 y Días 10-15. Realizamos la correlación entre el balance hídrico acumulado y la variación del peso corporal en estos periodos y obtuvimos una correlación significativa leve-moderada en los grupos Días 0-2 ($r=0,564$, $p<0,001$) y Días 3-5 ($r=0,605$, $p<0,001$). En los grupos Días 6-10 y Días 10-15 los resultados no fueron significativos, $r=0,415$ ($p=0,124$) y $r=0,770$ ($p=0,128$) respectivamente.

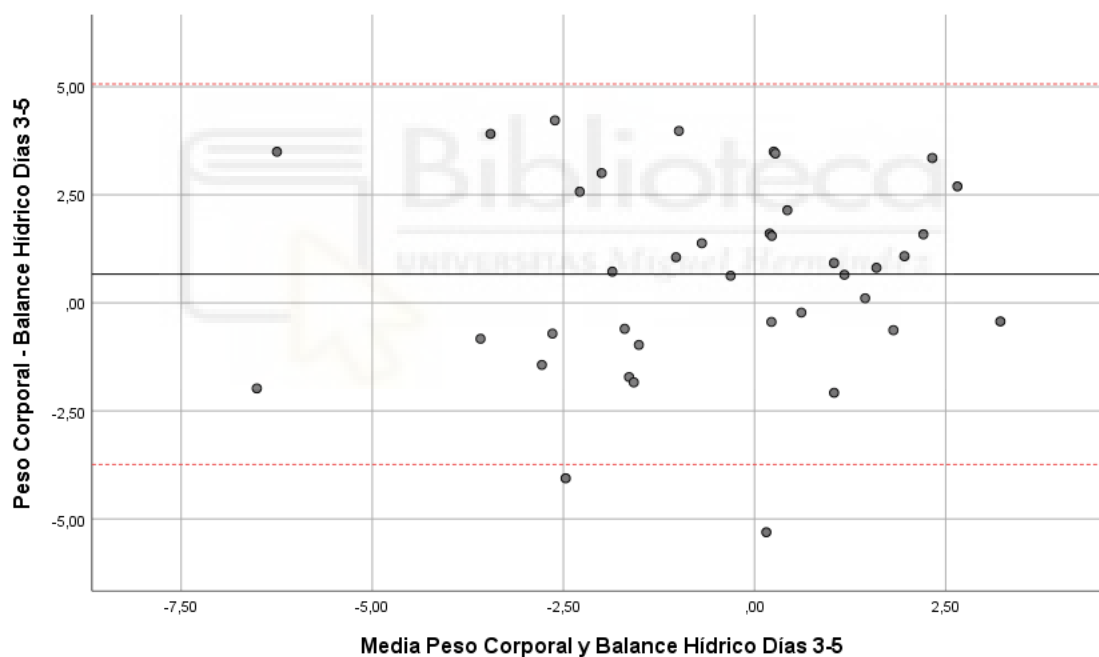
Figura 3. Correlaciones entre Balance Hídrico Acumulado y Variación de Peso Corporal en distintos momentos del ingreso.



Concordancia entre Peso Corporal y Balance Hídrico.

En el subgrupo de los días 3 a 5, tanto el balance hídrico como la variación del peso corporal se distribuyó de forma normal por lo que pudimos representar el nivel de concordancia en un diagrama de Bland-Altman. Para este grupo, la diferencia media ente ambas medidas fue de -0,66 kg con unos límites de concordancia entre 3,74 kg y -5,06 kg. De esta forma observamos una buena concordancia entre ambas medidas, pero con un intervalo bastante amplio.

Figura 4



Correlación por subgrupos

Para estudiar si había diferencias en la relación entre Peso y Balance en base a las características de cada paciente, estratificamos los pacientes según dichas características y llevamos a cabo correlaciones de Pearson/Spearman para cada subgrupo (Tabla 3). Como podemos observar, no encontramos una mejor

correlación en la mayoría de subgrupos estudiados, permaneciendo leve-moderada. Aquellas correlaciones más fuertes se producen con muestras muy pequeñas y no son estadísticamente significativas.

Tabla 3. Correlaciones por subgrupo

		n	Correlación	p-valor
Sexo	Varón	45	0,486 ^r	0,001
	Mujer	25	0,491 ^p	0,013
Edad	<50 Años	10	0,466 ^r	0,175
	50-75 Años	49	0,552 ^r	<0,001
	>75 Años	11	0,387 ^r	0,239
Clasificación ASA	ASA II	21	0,644 ^p	0,002
	ASA III	44	0,471 ^r	0,001
	ASA IV	4	-0,894 ^r	0,106
Especialidad Quirúrgica	Cx Cardíaca	40	0,410 ^r	0,009
	Cx General	16	0,551 ^r	0,027
	Neurocirugía	4	-0,936 ^r	0,064
	Cx Vascular	4	0,211 ^r	0,789
Rango de Tiempo	Días 0-2	70	0,564 ^r	<0,001
	Días 3-5	38	0,605 ^r	<0,001
	Días 6-10	15	0,415 ^r	0,124
	Días 10-15	5	0,770 ^r	0,128
VMI	VMI Sí	30	0,492 ^r	0,006
	VMI No	40	0,569 ^r	<0,001
Ultrafiltrado	Ultrafiltrado Sí	7	0,453 ^r	0,307
	Ultrafiltrado No	63	0,547 ^r	<0,001

r: Correlación de Pearson; *p*: Correlación de Spearman. n: Número; ASA: American Society of Anesthesiologists; VMI: Necesidad de ventilación mecánica invasiva durante el ingreso; Ultrafiltrado: Necesidad de Tratamiento Renal Sustitutivo durante el ingreso. En negrita se muestran los resultados estadísticamente significativos.

Discusión

Los resultados de nuestro estudio indican una correlación débil ($r=0,428$) entre el balance hídrico diario y la correspondiente variación del peso corporal para los pacientes quirúrgicos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en otros estudios hallados en la literatura.(5,8,11,13)

Al estudiar el balance acumulado en relación a la variación total de peso durante el periodo de seguimiento, se obtuvieron resultados muy similares, con una correlación de $r=0,497$. Todo esto nos indica que las fluctuaciones de peso que presentan los pacientes ingresados en la UCCQ no se corresponden únicamente con la variación de fluidos administrados y eliminados.

En el caso del balance acumulado, encontramos una mayor dispersión de los resultados, especialmente los extremos. Nuestra hipótesis, basada en los resultados hallados en la bibliografía, es que esta mayor dispersión es el resultado del acúmulo de errores en el balance y la medición del peso que se producen a lo largo del ingreso.(8,11,13)

Además, algunos estudios proponen que cuanto mayor es el periodo de ingreso, el peso corporal se ve influido por otros factores independientes a las variaciones de fluidos. A lo largo de los ingresos prolongados en unidades de críticos, se producen fenómenos derivados de la disminución de la movilidad secundaria al encamamiento como la sarcopenia y la osteopenia. Por otra parte, también es frecuente encontrar déficits nutricionales en estos pacientes derivados de un desbalance entre los aportes nutricionales (ayunos prolongados, incapacidad de uso del tubo digestivo, aportes calórico-proteicos insuficientes, etc.) y del aumento del metabolismo basal secundario a los factores de estrés inherentes a

este perfil de pacientes.(16) Finalmente, también es frecuente la acumulación de errores en la medición, por lo que la correlación entre ambas variables debería ser cada vez menor.(13,17,18) En consecuencia, este hecho puede explicar la mayor dispersión hallada en el balance y peso acumulados.

En la literatura se ha analizado la relación entre balance y peso corporal acumulados, sin embargo, este estudio plantea que dichas variables no presentan una relación fija, si no que se comporta de una forma dinámica, disminuyendo a lo largo del tiempo. Por ello, analizamos la correlación entre el balance hídrico acumulado y la variación del peso en distintos periodos del seguimiento.

La mediana de ingreso de la UCCQ es de 3 días, por tanto, conforme aumenta el tiempo de seguimiento, disminuye la muestra que compone cada subgrupo. Por este motivo, en los grupos con un seguimiento de más de 5 días, la muestra fue muy pequeña y los resultados no fueron estadísticamente significativos.

Respecto a los resultados estadísticamente significativos (Días 0-2 y 3-5), la mejor correlación la encontramos entre los días 3 y 5 de seguimiento ($r=0,605$; $p<0,001$), superando a la obtenida en los 2 primeros días de seguimiento ($r=0,564$, $p<0.001$). Durante el postoperatorio inmediato, existen una serie de factores que pueden influir en la correlación. La cirugía constituye una agresión mayor al organismo y provoca un estado de respuesta al estrés estimulando la respuesta inmune, inflamatoria y metabólica. Este estado hipermetabólico, catabólico y pro inflamatorio es más intenso los primeros días del postoperatorio por lo que, en nuestra opinión, la influencia de un metabolismo hiperactivo en el peso corporal junto con las alteraciones en la permeabilidad capilar que dan lugar a la extravasación de líquido del espacio intravascular al intersticio, son en parte

responsables de la menor correlación que se produce durante los dos primeros días de ingreso.(5,17,18) Por otro lado, no podemos pasar por alto que el grupo de días 3 a 5 está compuesto por una muestra inferior por lo que consideramos que estos resultados deben tomarse con cautela, necesitando un mayor tamaño muestral para obtener unos resultados significativos.

Los coeficientes de correlación tienen un inconveniente a la hora de relacionar dos medidas. Tan solo muestran lo bien que se ajustan esas mediciones a una recta ideal, sin embargo, la correlación no indica el grado de concordancia entre ambas medidas(13,19). Para eso, se llevó a cabo un análisis de Bland-Altman en el subgrupo de días 3 a 5. Este análisis muestra que en ese periodo de tiempo, los valores reflejan un buen nivel de concordancia, con una media cercana a cero (0,66). Sin embargo, los límites de concordancia se encuentran muy separados, lo que indica un alto nivel de variabilidad entre las medidas. Esto es congruente con lo hallado en otros estudios y muestra que el balance hídrico acumulado y la variación del peso corporal presentan tanto una correlación como un grado de concordancia leves.(8,13,20)

Por otro lado, estratificamos la muestra en base a las características de cada paciente y analizamos las correlaciones entre el balance acumulado y la variación total del peso corporal para cada subgrupo (Tabla 2). En los subgrupos “ASA IV” y “Especialidad Quirúrgica – Neurocirugía” se obtuvieron correlaciones fuertes negativas ($r = -0,894$; $p = 0,106$ y $r = -0,936$; $p = 0,064$ respectivamente), sin embargo, ninguno de estos resultados fue estadísticamente significativo. En el resto de subgrupos, las correlaciones estadísticamente significativas oscilaron entre $r = 0,410$ y $r = 0,644$, mostrando una correlación leve-moderada, muy similar a los resultados obtenidos en los datos no estratificados.

Estos resultados indican que la correlación es homogénea para todos los subgrupos y similar al resultado global, por lo que consideramos que no es posible utilizar el peso como única medida del agua corporal en ninguno de los subgrupos estudiados.

Tal y como indica la literatura consultada, se han detectado numerosos errores de cálculo en los balances, así como en la anotación del peso corporal en las gráficas. (10,11,15) Para tratar de solucionar los errores aritméticos, las entradas y pérdidas diarias totales y los balances diarios han sido recalculados. Además, se excluyeron del estudio los pacientes con gráficas mal cumplimentadas o sin medida del peso. Sin embargo, no podemos obviar los posibles errores de cálculo y medida del peso que hayan podido pasar desapercibidos, ya que no se hizo una doble comprobación de los pesos anotados.

Además de los errores aritméticos, el balance hídrico está sujeto a una gran cantidad de imprecisiones en la medida o estimación de los volúmenes que conforman las pérdidas. Algunas de estas pérdidas se pueden medir con precisión (diuresis), sin embargo, existen otras más difíciles de cuantificar (heces, vómitos, etc.) o que deben ser estimadas a partir de fórmulas complejas que en ocasiones requieren de aproximaciones subjetivas (pérdidas insensibles, sudoración).

En nuestra opinión, la suma de todos estos factores es la responsable de la pobre correlación que hemos observado entre el balance hídrico y la variación del peso corporal en los pacientes críticos quirúrgicos tanto en las mediciones diarias como las acumuladas durante el seguimiento. En base a los resultados que hemos obtenido consideramos que el peso corporal y el balance hídrico no puede ser utilizados como sustitutos entre ellos para estimar el estado hídrico en

estos pacientes. Por el momento, ante la ausencia de indicadores únicos adecuados que nos permitan conocer esta medida creemos que es necesario un abordaje global de todas estas variables para mantener un control lo más estricto posible del estado hídrico.

Limitaciones

En cuanto a limitaciones, en primer lugar debemos destacar que se trata de un estudio unicéntrico basado en una población muy concreta (pacientes críticos quirúrgicos), por lo que los resultados no pueden extrapolarse a otro tipo de pacientes.

Por otro lado, el tamaño muestral es pequeño, por lo que es difícil obtener resultados estadísticamente significativos, especialmente al realizar un análisis estratificado de los datos.

Al igual que lo observado en estudios previos, a pesar de que el personal de enfermería está habituado a participar en estudios clínicos y está debidamente formado en la recogida de los balances horarios y la medición adecuada del peso, se han detectado errores tanto en el cálculo de balances como en la medida del peso que pueden afectar a los resultados globales de este estudio.

Por último, los resultados pueden estar influidos por el estado metabólico individual de cada paciente que puede variar en base a la patología, tiempo de ingreso, etc. Por ello, hemos llevado a cabo análisis estratificado de los resultados, aunque el escaso número de pacientes de la muestra estratificada no ha permitido obtener resultados significativos.

Futuros estudios en pacientes críticos quirúrgicos con un tamaño muestral más grande serían importantes para detectar si existe algún subgrupo de pacientes donde el balance hídrico y el peso corporal presentan una correlación fuerte y un alto grado de concordancia, lo que nos permitiría utilizar el peso corporal como indicador del estado hídrico en este subgrupo de pacientes.

Conclusiones

En pacientes críticos quirúrgicos, el balance hídrico diario tan solo muestra una correlación leve con la variación del peso corporal. Esta correlación continúa siendo leve-moderada tanto en los valores acumulados durante el ingreso como en diversos periodos del mismo, mostrando un bajo grado de concordancia. Por último, en ninguno de los subgrupos analizados se ha observado una mejoría relevante en la correlación entre balance hídrico y variación del peso corporal.

Por tanto, el peso corporal no puede ser considerado como un sustituto del balance hídrico a la hora de estimar el estado hídrico de los pacientes críticos quirúrgicos, siendo necesaria una valoración integral de ambas medidas.

Referencias Bibliográficas

1. Finfer S, Myburgh J, Bellomo R. Intravenous fluid therapy in critically ill adults. *Nat Rev Nephrol.* 2018;14(9):541–57.
2. Shim HJ, Jang JY, Lee SH, Lee JG. The effect of positive balance on the outcomes of critically ill noncardiac postsurgical patients: a retrospective cohort study. *J Crit Care.* 2014;29(1):43–8.
3. Malbrain ML, Marik PE, Witters I, Cordemans C, Kirkpatrick AW, Roberts DJ, et al. Fluid overload, de-resuscitation, and outcomes in critically ill or injured patients: a systematic review with suggestions for clinical practice. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2014;46(5):361–80.
4. Silva JM, de Oliveira AM, Nogueira FAM, Vianna PM, Pereira Filho MC, Dias LF, et al. The effect of excess fluid balance on the mortality rate of surgical patients: A multicenter prospective study. *Crit Care.* 2013;17(6):1–7.
5. You JW, Lee SJ, Kim YE, Cho YJ, Jeong YY, Kim HC, et al. Association between weight change and clinical outcomes in critically ill patients. *J Crit Care.* 2013;28(6):923–7.
6. Huang AC, Lee TY, Ko MC, Huang CH, Wang TY, Lin TY, et al. Fluid balance correlates with clinical course of multiple organ dysfunction syndrome and mortality in patients with septic shock. *PLoS One.* 2019;14(12):e0225423.
7. Brotfain E, Koyfman L, Toledano R, Borer A, Fucs L, Galante O, et al. Positive fluid balance as a major predictor of clinical outcome of patients

- with sepsis/septic shock after ICU discharge. *Am J Emerg Med*. 2016;34(11):2122–6.
8. Davies H, Leslie G, Jacob E, Morgan D. Estimation of Body Fluid Status by Fluid Balance and Body Weight in Critically Ill Adult Patients: A Systematic Review. *Worldviews Evid Based Nurs*. 2019;16(6):470–7.
 9. Diacon A, Bell J. Investigating the recording and accuracy of fluid balance monitoring in critically ill patients. *South Afr J Crit Care*. 2014;30(2):55.
 10. Perren A, Markmann M, Merlani G, Marone C, Merlani P. Fluid balance in critically ill patients. Should we really rely on it? *Minerva Anesthesiol*. 2011;77(8):802–11.
 11. Köster M, Dennhardt S, Jüttner F, Hopf HB. Cumulative changes in weight but not fluid volume balances reflect fluid accumulation in ICU patients. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2017;61(2):205–15.
 12. Schneider AG, Baldwin I, Freitag E, Glassford N, Bellomo R. Estimation of fluid status changes in critically ill patients: fluid balance chart or electronic bed weight? *J Crit Care*. 2012;27(6):745.e7-12.
 13. Antonio AC, Fernandes VR, Azzolin KO. The Correspondence between Fluid Balance and Body Weight Change Measurements in Critically Ill Adult Patients. *J Crit Care Med (Targu Mures)*. 2021;7(1):46–53.
 14. Eastwood GM. Evaluating the reliability of recorded fluid balance to approximate body weight change in patients undergoing cardiac surgery. *Heart Lung*. 2006;35(1):27–33.

15. Schneider AG, Thorpe C, Dellbridge K, Matalanis G, Bellomo R. Electronic bed weighing vs daily fluid balance changes after cardiac surgery. *J Crit Care*. 2013;28(6):1113.e1-1113.e5.
16. Compher C, Bingham AL, McCall M, Patel J, Rice TW, Braunschweig C, et al. Guidelines for the provision of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: The American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2022;46(1):12–41.
17. Hirsch KR, Wolfe RR, Ferrando AA. Pre- and Post-Surgical Nutrition for Preservation of Muscle Mass, Strength, and Functionality Following Orthopedic Surgery. *Nutrients*. 2021;13(5):1675.
18. Gillis C, Carli F. Promoting Perioperative Metabolic and Nutritional Care. *Anesthesiology*. 2015;123(6):1455–72.
19. Giavarina D. Understanding Bland Altman analysis. *Biochem Med (Zagreb)*. 2015;25(2):141–51.
20. Trikha A, Ramachandran R, Singh PM, Rewari V, Mishra RK, Pande A. Effect of Change in Body Weight on Clinical Outcomes in Critically Ill Patients. *Indian J Crit Care Med*. 2021;25(9):1042–8.

ANEXOS

Anexo 1. Variables incluidas en el estudio

VARIABLES DEMOGRÁFICAS	
Sexo	Variable nominal: Varón / Mujer
Edad	Medida en Años
Clasificación ASA:	Clasifica a los pacientes en base a su estado físico, estableciendo el riesgo inherente a la administración de anestesia y permitiendo un mejor manejo intraoperatorio
ASA I	Paciente Sano
ASA II	Paciente con enfermedad sistémica leve-moderada sin limitación funcional
ASA III	Paciente con enfermedad sistémica moderada-grave, con limitación funcional pero sin incapacidad
ASA IV	Paciente con enfermedad sistémica incapacitante, que es una amenaza constante para la vida
ASA V	Paciente moribundo, que no se espera que sobreviva más de 24h con o sin intervención
ASA VI	Paciente en muerte cerebral
Días de ingreso	Calculado como: Fecha de Alta/Pérdida Seguimiento – Fecha Ingreso
Especialidad Quirúrgica	Variable nominal: Cirugía Cardíaca / Cirugía General / Neurocirugía / Cirugía Vascul ar / Urología / Politrauma / Otorrinolaringología / Cirugía Torácica
Necesidad de VMI	Necesidad de Ventilación Mecánica Invasiva durante el ingreso. Variable nominal: Si / No
Temperatura máxima diaria	Temperatura corporal máxima alcanzada al día. Medida en grados centígrados (°C)

PÉRDIDAS	Suma de todas las variables siguientes medidas en mL
Diuresis	Volumen de orina evacuado (sonda, cuña, etc.)
Pérdidas insensibles Basales	Suma de las pérdidas cutáneas y pulmonares: 0,5 mL x peso (kg) x hora
Fiebre / Sudoración / Taquipnea	- Fiebre: 6 mL por cada grado por encima de 37°C por hora. - Sudoración: Leve (10 mL x hora), Moderada (20 mL x hora), Severa (40 mL x hora) - Taquipnea (FR>20rpm): 1mL por cada respiración extra por hora.
Ventilación Mecánica Invasiva	- Ventilación Mecánica: 20 mL x hora - Traqueotomía: 12.5 ml x hora - Oxigenoterapia en T (forma de ventilación mecánica previa a la extubación): 40 mL x hora
Heces	Volumen estimado o medido de cualquier desecho fecal obtenido (pañal, colostomía, ileostomía)
Vómito / aspiración	Volumen medido de vómitos o aspirados mediante sonda
Drenajes	Volumen medido del débito extraído de cualquier drenaje
Ultrafiltrado	Volumen ultrafiltrado mediante el uso de máquina de diálisis
Sangrado	Volumen estimado de sangrado durante la diálisis
ENTRADAS	Suma de todas las variables siguientes medidas en mL
Fluidos	Cualquier sustancia administrada en forma de fluido (fármacos, sueros, hemoderivados, etc.)
Dieta	Estimación del volumen administrado en la dieta tanto líquido como sólido (oral, nutrición enteral, etc.)

H2O	Volumen de agua resultante del metabolismo celular. Valor
Endógena	constante de 12,5ml/h (300ml/día)

Anexo 2. Estratificación por subgrupos

Sexo	Varón Mujer
Edad	<50 Años 50-75 Años >75 Años
Clasificación ASA	ASA I ASA II ASA III ASA IV ASA V ASA VI
Especialidad Quirúrgica	Cirugía Cardíaca Cirugía General Neurocirugía Cirugía Vasculard Urología Politrauma Otorrinolaringología Cirugía Torácica
Rango de tiempo	Días 0-2 Días 3-5 Días 6-10 Días 10-15
VMI	VMI Sí VMI No
Ultrafiltrado	Ultrafiltrado Sí Ultrafiltrado No

ASA: American Society of Anesthesiologists; VMI: Necesidad de ventilación mecánica invasiva durante el ingreso;
Ultrafiltrado: Necesidad de Tratamiento Renal Sustitutivo durante el ingreso

Anexo 3. Pruebas de normalidad por subgrupos

Variables		n	Valor	p-valor	
Balance Hídrico Diario		301	0,048**	0,094	
Variación Peso Corporal diaria			0,099**	<0,001	
Balance Hídrico Acumulado		70	0,173**	<0,001	
Variación Peso Corporal Acumulada			0,065**	0,200	
Sexo	Varón	Balance Hídrico	45	0,815*	<0,001
		Peso Corporal		0,984*	0,767
	Mujer	Balance Hídrico	25	0,738*	<0,001
		Peso Corporal		0,967*	0,559
Edad	<50 Años	Balance Hídrico	10	0,905*	0,246
		Peso Corporal		0,965*	0,844
	50-75 Años	Balance Hídrico	49	0,755*	<0,001
		Peso Corporal		0,988*	0,893
	>75 Años	Balance Hídrico	11	0,880*	0,104
		Peso Corporal		0,944*	0,574
Clasificación ASA	ASA II	Balance Hídrico	21	0,813*	0,001
		Peso Corporal		0,964*	0,607
	ASA III	Balance Hídrico	44	0,793*	<0,001
		Peso Corporal		0,976*	0,487
	ASA IV	Balance Hídrico	4	0,950*	0,716
		Peso Corporal		0,901*	0,436
Especialidad Quirúrgica	Cirugía Cardíaca	Balance Hídrico	40	0,775*	<0,001
		Peso Corporal		0,978*	0,627
	Cirugía General	Balance Hídrico	16	0,964*	0,728
		Peso Corporal		0,982*	0,978
	Neurocirugía	Balance Hídrico	4	0,870*	0,299
		Peso Corporal		0,811*	0,123
	Cirugía Vasculare	Balance Hídrico	4	0,877*	0,327
		Peso Corporal		0,987*	0,943
Días 0-2	Balance Hídrico	70	0,103**	0,061	
	Peso Corporal		0,125**	0,008	
Días 3-5	Balance Hídrico	38	0,963*	0,240	
	Peso Corporal		0,966*	0,303	
Días 6-10	Balance Hídrico	15	0,901*	0,097	
	Peso Corporal		0,919*	0,185	
Días 10-15	Balance Hídrico	5	0,901*	0,415	
	Peso Corporal		0,993*	0,989	
VMI	VMI Sí	Balance Hídrico	30	0,807*	<0,001
		Peso Corporal		0,954*	0,222
	VMI No	Balance Hídrico	40	0,833*	<0,001
		Peso Corporal		0,977*	0,565

Ultrafiltrado	Ultrafiltrado Sí	Balance Hídrico	7	0,965*	0,860
		Peso Corporal		0,902*	0,342
	Ultrafiltrado No	Balance Hídrico	63	0,167**	<0,001
		Peso Corporal		0,058**	0,200

*Shapiro-Wilk; **Kolmogórov-Smirnov. n: Número; ASA: American Society of Anesthesiologists; VMI: Necesidad de ventilación mecánica invasiva durante el ingreso; Ultrafiltrado: Necesidad de Tratamiento Renal Sustitutivo durante el ingreso

