



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

HOSPITAL GENERAL MORELIA MICHOACAN "DR. MIGUEL SILVA"
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS Y BIOLÓGICAS "DR. IGNACIO CHÁVEZ"

**"IDENTIFICACION DE HIPOVOLEMIA EN PACIENTES CON FUGA
CAPILAR MEDIANTE AUMENTO DE BUN Y HEMATOCRITO EN LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVO DEL HOSPITAL GENERAL DR.
MIGUEL SILVA".**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
ESPECIALISTA EN MEDICINA CRITICA

PRESENTA

DR. AQUILES MARTINEZ PIZANO.

Con el Asesoramiento de:
DR. LUIS ALBERTO RUIZ MARINES.



FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
Y BIOLÓGICAS
"DR. IGNACIO CHAVEZ"

MORELIA, MICHOACAN.

FEBRERO, 2026

“IDENTIFICACION DE HIPOVOLEMIA EN PACIENTES CON FUGA CAPILAR MEDIANTE AUMENTO DE BUN Y HEMATOCRITO EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVO DEL HOSPITAL GENERAL DR. MIGUEL SILVA”.

AUTORIZACIONES DE TESIS.

DR. ABRAHAM FLORES VARGAS
DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL “DR. MIGUEL SILVA”

DRA CLAUDIA AGUSTINA RAMOS OLMOS
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION

DR. JUAN PABLO TOLEDO VILLA
PROFESOR TITULAR DE CURSO DE LA ESPECIALIDAD

DR. LUIS ALBERTO RUIZ MARINES
ASESOR DE TESIS

DR. ISRAEL CAMPOS GONZÁLEZ
ASESOR METODOLOGICO



Gobierno del Estado
de Michoacán de Ocampo

Dependencia SECRETARÍA DE SALUD DE MICHOACÁN
Sub-dependencia HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA"
Oficina ETICA EN INVESTIGACION - INVESTIGACIÓN
No. de oficio 5009/2026/009
Expediente
Asunto:

APROBACION DE RESULTADOS DE PROYECTO

Morelia, Michoacán, 09 de febrero de 2026

C. DR. AQUILES MARTINEZ PIZANO
INVESTIGADOR PRINCIPAL
P R E S E N T E.

Por este conducto le informamos, que el Comité de Ética en Investigación con número de **Registro CONBIOÉTICA-16-CEI-004-20161212** con inicio de vigencia 14 de diciembre de 2025 y el Comité de Investigación con número de Registro **COFEPRIS-17-CI-16053153** con fecha de expedición 11 de noviembre del 2017 del Hospital General "Dr. Miguel Silva", y de acuerdo a la Ley de Salud, el Reglamento de Investigación y la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humano, revisaron el informe técnico descriptivo final de su protocolo de investigación número 807/02/25 titulado:

"IDENTIFICACION DE HIPOVOLEMIA EN PACIENTES CON FUGA CAPILAR MEDIANTE AUMENTO DE BUN Y HEMATOCRITO EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVO DEL HOSPITAL GENERAL DR. MIGUEL SILVA".

Otorgando su aceptación para su difusión y/o publicación de resultados ya que cumple con todos los criterios éticos y metodológicos.

Sin otro particular nos despedimos con grato aprecio y consideración.

ATENTAMENTE

DR. ABRAHAM FLORES VARGAS
DIRECTOR DEL HOSPITAL GENERAL
"DR. MIGUEL SILVA"

DR. JOSÉ FRANCISCO LÓPEZ-BELTRÁN
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ETICA EN
INVESTIGACION DEL HOSPITAL GENERAL
DR. MIGUEL SILVA

C.c.p. Dra. Claudia Agustina Ramos Olmos.- Jefa de Enseñanza e Investigación.- Hospital General "Dr. Miguel Silva".- PRESENTE
C.c.p. *[Firma]*

COMITE DE ÉTICA EN
INVESTIGACIÓN
HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA"
SECRETARÍA DE SALUD DE MICHOACÁN

QFB. ÁLVARO RODRÍGUEZ BARRÓN
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE INVESTIGACION
DEL HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA".

COMITE DE INVESTIGACIÓN
HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA"
SECRETARÍA DE SALUD DE MICHOACÁN

Al contestar este oficio, cifrense los datos contenidos en el cuadro del ángulo superior derecho.

RESUMEN.

Introducción: La hipovolemia, es la disminución del volumen intravascular, puede llevar a un aumento de la morbilidad y mortalidad de los pacientes hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). Para la evaluación del estado de volumen intravascular hay varias herramientas incluyendo la clínica, biomarcadores, que permiten evaluar de forma conjunta el estado de volemia, son el hematocrito (Hto) y el nitrógeno ureico (BUN), de amplia disponibilidad y que son útiles para otras patologías. Para evaluar su utilidad en hipovolemia asociada a fuga capilar en UCI, se diseñó este protocolo. **Objetivo Principal:** Determinar la asociación del BUN y Hto como biomarcadores en conjunto con la presencia de hipovolemia intravascular asociada a fuga capilar en pacientes críticamente enfermos en UCI. **Metodología:** Estudio prospectivo, descriptivo, observacional y longitudinal. Se llevo a cabo en UCI de agosto de 2025 a enero del 2026 en pacientes con hipovolemia y datos de síndrome de fuga capilar (SFC). **Análisis estadístico:** Se realizó un análisis descriptivo con cálculo de frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas y para las variables cuantitativas cálculo de medias, desviación estándar y rangos. Para las variables cuantitativas se calculó medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y para variables cualitativas porcentajes. Se realizó el análisis utilizando pruebas no paramétricas para muestras independientes U de Mann-Whitney para las variables Hematocrito, BUN e Hipovolemia. **Resultados:** Se obtuvo una muestra de 36 pacientes, el 78% se detectó con hipovolemia, mediante las pruebas estadísticas se determinó por U de Mann-Whitney la distribución del BUN con un valor de $p= 0.012$ y distribución de hematocrito un valor de $p= 0.14$, se

determinó una asociación estadísticamente significativa entre la Hipovolemia y las variables BUN/Hematocrito por prueba de chi cuadrada de Pearson de $p= 0.003$, y para las variables Hematocrito/Hipovolemia un valor de $p= 0.016$. **Conclusiones:** Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes con síndrome de fuga capilar rechazando la hipótesis nula, con lo que se demuestra existe asociación entre las variables BUN y hematocrito y la hipovolemia.

Palabras clave: BUN, Hematocrito, Hipovolemia, UCI, Síndrome de fuga capilar.

ABSTRACT.

Introduction: Hypovolemia, a decrease in intravascular volume, can lead to an increase in morbidity and mortality of patients hospitalized in the Intensive Care Unit (ICU). For the evaluation of intravascular volume status, there are several tools, including clinical biomarkers, which allow the joint evaluation of volume status, such as hematocrit (Hto) and urea nitrogen (BUN), which are widely available and useful for other pathologies. To evaluate its usefulness in hypovolemia associated with capillary leakage in the ICU, this protocol was designed. **Main Objective:** To determine the association of BUN and Hto as biomarkers in conjunction with the presence of intravascular hypovolemia associated with capillary leakage in critically ill patients in ICU. **Methodology:** Prospective, descriptive, observational and longitudinal study. It was carried out in the ICU from August 2025 to January 2026 in patients with hypovolemia and capillary leak syndrome (CFS) data. **Statistical analysis:** A descriptive analysis was carried out with calculation of frequencies and percentages for qualitative variables and for quantitative variables calculation of means, standard deviation and ranges. For quantitative variables, measures of central tendency (mean, median and mode) were calculated, and for qualitative variables, percentages. The analysis was performed using nonparametric tests for independent Mann-Whitney U samples for the variables Hematocrit, BUN and Hypovolemia.

Results: A sample of 36 patients was obtained, 78% were detected with hypovolemia, by means of statistical tests the distribution of BUN was determined by Mann-Whitney U with a value of $p= 0.012$ and hematocrit distribution with a value of $p= 0.14$, determined a statistically significant association between Hypovolemia and the BUN/Hematocrit variables by Pearson's chi-square test of $p= 0.003$, and for the Hematocrit/Hypovolemia variables a value of $p= 0.016$. **Conclusions:** Statistically significant differences were found between patients with capillary leak syndrome, rejecting the null hypothesis, which demonstrates an association between the BUN and hematocrit variables and hypovolemia.

Abreviaturas:

BIA: Bioimpedancia.

DB: Déficit de base.

FMO: Falla multiorgánica.

TNF-alfa: Factor de necrosis tumoral alfa.

FP: Fracción de pulsatilidad.

IL: Interleucina.

IVCCI: índice de colapsabilidad de la vena cava inferior.

kDa: Kilo Daltons.

LRA: La lesión renal aguda.

NTA: necrosis tubular aguda.

Meq/lt: Miliequivalentes por litro.

BUN: nitrógeno ureico.

PEEP: presión positiva al final de la espiración.

POCUS: Point of Care Ultrasound (Ultrasonografía en el punto de atención).

SHO: Síndrome de hiperestimulación ovárica.

SFC: Síndrome de fuga capilar.

SRAA: Sistema renina angiotensina aldosterona.

Na⁺: Sodio sérico.

UCI: Unidad de Cuidados Intensivos.

VExUS: Venus excess Ultrasound Score (Evaluación ultrasonográfica de congestión venosa).

Vmax: Velocidad máxima.

Vmin: Velocidad mínima.

VCI: vena cava inferior.

VMI: Ventilación mecánica invasiva.

Relación de Figuras.

Figura 1. Fisiopatología del Síndrome de fuga capilar.....	13
Figura 2. Línea evolutiva temporal de la clínica clásica de un episodio agudo del Síndrome de Fuga Capilar y posibles complicaciones asociadas..	16
Figura 3. Patrones de flujo venoso y congestión de órganos.	24
Figura 4 Rango de edad de los pacientes.	39
Figura 5 Total de pacientes con comorbilidades en el grupo de estudio.	40
Figura 6. Número de pacientes y porcentaje de pacientes que presentaron hipovolemia.	41
Figura 7. Comparativa de BUN e Hipovolemia.	41
Figura 8. Comparativa de Hematocrito/Hipovolemia.	42
Figura 9. Incidencia de elevación de valores de BUN.....	44
Figura 10. Incidencia de elevación de valores de Hematocrito.....	44
Figura 11. Comparativa de la presencia de sepsis en los pacientes incluidos.	45

Relación de Tablas.

Tabla 1. Escala de severidad de pacientes con episodios recurrentes de edema sugestivos de síndrome de fuga capilar.	18
Tabla 2. Características generales de la población.	38
Tabla 3 Relación de pacientes con presencia o ausencia de comorbilidades (1: Con comorbilidades, 2: Sin comorbilidades).....	40
Tabla 4. Valor de chi-cuadrada para BUN e Hipovolemia.....	43
Tabla 5. Valor de chi-cuadrada para Hematocrito e Hipovolemia.....	44
Tabla 6. Asociación entre procesos infecciosos e hipovolemia.....	45
Tabla 7. Asociación entre ventilación mecánica e hipovolemia.....	46
Tabla 8. Resultados de la prueba de chi-cuadrada para evaluar la asociación de VMI con hipovolemia	46
Tabla 9. Asociación entre ventilación mecánica e hipovolemia.....	47
Tabla 10. Resultados de la prueba de chi-cuadrada para evaluar la asociación de vasopresor y hipovolemia.	47

INDICE.

RESUMEN.	4
ABSTRACT.	5
INDICE.	9
INTRODUCCIÓN.	11
Pregunta de investigación.	11
MARCO TEÓRICO.	12
Antecedentes.	12
Fisiopatología.	12
Manifestaciones hemodinámicas.	14
Manifestaciones pulmonares.	14
Manifestaciones renales.	14
Los mecanismos fisiopatológicos asociados a la fuga capilar:	15
Hipovolemia.	16
Falla orgánica multiorgánica (FOM):	17
Disminución de la presión de perfusión:	17
Nitrógeno Ureico (BUN).	19
Evaluación ecográfica	19
Índice de colapsabilidad de vena cava inferior.	20
Hematocrito.	21
Bioimpedancia.	22
VExUS.	22
Manejo.	24
Pronóstico.	25
JUSTIFICACIÓN.	27
Magnitud del problema:	27
Vulnerabilidad:	27
Trascendencia:	27
Factibilidad:	27
Contribución de la investigación:	27
HIPÓTESIS.	29
Hipótesis alterna (Ha):	29
Hipótesis nula (H0):	29

OBJETIVOS.....	30
Objetivo general:	30
Objetivos específicos:.....	30
MATERIAL Y MÉTODOS.....	31
Diseño de estudio.	31
Universo o población.....	31
Muestra.....	31
Definición de las unidades de observación.	31
Criterios de selección.....	31
Criterios de inclusión:	31
Criterios de exclusión:	32
Criterios de eliminación:	32
Definición de variables y unidades de medida:	32
ANÁLISIS ESTADÍSTICO:.....	34
ASPECTOS ÉTICOS:	35
Reglamento de la Ley General de Salud:.....	35
Artículo 13.....	35
Artículo 14.....	35
Declaración de Helsinki:	36
RESULTADOS.	38
DISCUSIÓN.	48
CONCLUSIONES.....	52
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	53
Anexos:.....	56
Anexo I. Hoja de recolección de datos.....	56
Anexo II. Carta de consentimiento informado	57

INTRODUCCIÓN.

La hipovolemia es la disminución del volumen intravascular, puede llevar a un aumento de la morbilidad y mortalidad de los pacientes hospitalizados en UCI. La evaluación precisa del estado de volumen intravascular es crucial. Se describen varias técnicas y herramientas para esta evaluación, incluyendo evaluación clínica, biomarcadores entre los que destacan análisis de la gasometría arterial, función renal, electrolitos séricos y urinarios.¹ Además, recientemente se han integrado nuevas técnicas para la evaluación de los problemas de volumen en pacientes críticamente enfermos, destacando como técnica de imagen la ecografía, además de otros métodos recientes como la bioimpedancia y el uso de dispositivos invasivos como el catéter de arteria pulmonar.

Pese a todos los métodos disponibles, no existe un método ideal para evaluar y monitorear continuamente el estado de volumen e hidratación de los pacientes, tanto por la variabilidad de los resultados que arrojan, y también por la disponibilidad de los diversos métodos en la UCI de todo el país

Entre las alternativas de evaluación con que se cuenta en Hospitales de bajos recursos y accesibles son los biomarcadores convencionales de laboratorio, que suelen ser comúnmente utilizados por el personal médico. Dos de esos biomarcadores que permiten evaluar de forma conjunta el estado de volemia, son el Hto y BUN, que tienen la ventaja de su amplia disponibilidad, aunque sean marcadores de utilidad para otras patologías.

Por lo anterior decidimos desarrollar un proyecto de investigación observacional, prospectivo, descriptivo, longitudinal, donde evaluemos su utilidad para detectar a los pacientes con hipovolemia intravascular asociada a fuga capilar.

Pregunta de investigación.

¿Son de utilidad el nitrógeno ureico (BUN) y Hematocrito (Hto) como biomarcadores en pacientes críticamente enfermos con hipovolemia asociada a fuga capilar?

MARCO TEÓRICO.

Antecedentes.

Se desconoce la incidencia del síndrome de fuga capilar, mucho de los casos no se identifican, o pasan desapercibidos, puede manifestarse en una gran variedad de enfermedades, teniendo una presentación recurrente caracterizado por un aumento de la permeabilidad capilar, lo que permite la fuga de líquidos y proteínas desde el sistema circulatorio al espacio intersticial dando lugar a hipoperfusión y edema masivo, definiendo de esta manera el síndrome de fuga capilar (SFC). Descrito por primera vez por Clarkson en 1960, la población afectada suele ser en adultos, e independientemente del género y localización geográfica.¹

Por lo que no es posible estimar la incidencia real y es probable que muchos casos de fuga capilar no se reconozcan y se han diagnosticados como casos de sepsis con cultivo negativo o se atribuyan a una fisiopatología alternativa, como la hipoalbuminemia. Muchas de las enfermedades que conducen al síndrome de fuga capilar son poco frecuentes y solo en una proporción variable de aquellos con una condición predisponente será clínicamente significativa.^{1,2}

Fisiopatología.

Todas las enfermedades que causan el síndrome de fuga capilar comparten la misma fisiopatología que inicia con: un aumento en la permeabilidad capilar a las proteínas, lo cual conduce a una pérdida de líquido rico en proteínas desde el espacio intravascular al intersticial, se considera que el incremento en la liberación de citocinas inflamatorias es la causa subyacente de la fuga capilar. En el estudio Atkinson et al. estimaron que las sustancias en el plasma de no más de 900 kilodaltons (kDa), se filtraban al espacio intersticial.³

Se midió una pérdida de albúmina del espacio intravascular con un peso molecular de 66,5 kDa, del 30% al 50% durante las primeras 12 horas de la fase de fuga capilar.² La capacidad del endotelio para servir como barrera entre los espacios intravascular e intersticial depende de la integridad de la unión entre las células endoteliales

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

vecinas y su unión es a través de 2 tipos de uniones celulares: uniones adherentes y estrechas. Además del cerebro, las uniones adherentes parecen ser el componente más importante de la unión endotelial de célula a célula y, por lo tanto, de la permeabilidad.^{2,3}

La cadherina endotelial vascular es un componente importante de las uniones adherentes. Los estímulos inflamatorios leves causan la desnaturalización de la cadherina endotelial vascular debilitando y aumento de la permeabilidad, debido a la separación de las células endoteliales.^{2,3}

La sepsis y las citocinas aumentan la permeabilidad vascular a través de la interrupción de las uniones adherentes, causando una reducción de la localización de la cadherina endotelial vascular en las uniones adherentes, disminuyeron la integridad de estas y aumentaron la permeabilidad microvascular (Figura 1).^{3,4}

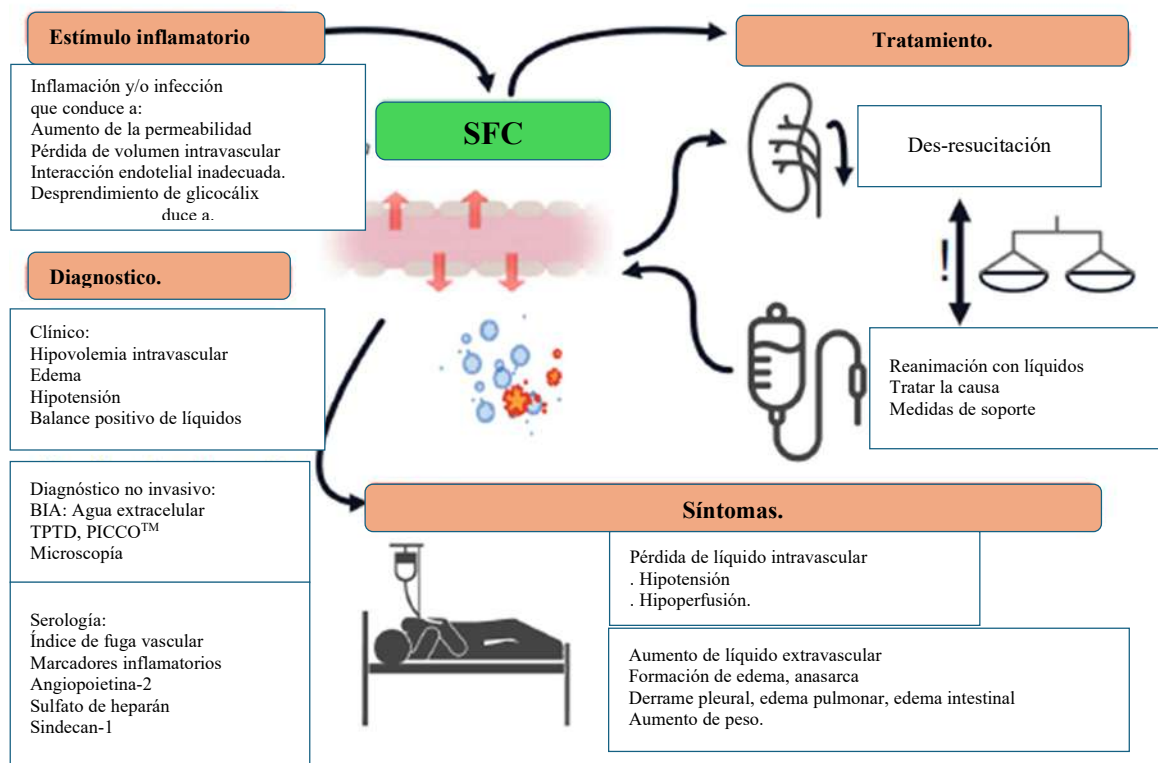


Figura 1. Fisiopatología del Síndrome de fuga capilar. Saravi B, Goebel U, Hassenzahl LO, et al. Capillary leak and endothelial permeability in critically ill patients: a current overview. Intensive Care Medicine Experimental. 2023 Dec 20;11(1). *TPTD = Transpulmonary thermodilution; PiCCO™ = Pulse index Continuous Cardiac Output.

Manifestaciones hemodinámicas.

La pérdida de líquido rico en proteínas del espacio intravascular conduce a la depleción del volumen intravascular, resultando en la activación secundaria del sistema de renina angiotensina-aldosterona (SRAA), sistema nervioso simpático y la liberación de vasopresina. La retención de sodio y agua da lugar a edema sistémico y derrames exudativos, al presentarse de manera aguda como en el SFC, la fiebre hemorrágica viral, el síndrome de hiperestimulación ovárica (SHO) y la intoxicación por ricina, puede dar lugar a una hemoconcentración significativa. Esta hemoconcentración puede ser de utilidad como indicador de la gravedad de la fuga capilar. Sin embargo, las enfermedades que son de inicio más lento o que tienen compromiso hematológico no demuestran hemoconcentración.³

Manifestaciones pulmonares.

Los derrames pleurales de tipo exudado, se presenta en todas las causas del síndrome de fuga capilar. El edema pulmonar no cardiogénico también se observa en casos graves de síndrome de fuga capilar. En el caso del SFC una vez que la permeabilidad capilar se normaliza, el líquido que se había acumulado en el espacio intersticial se moviliza de nuevo al espacio intravascular. En los pacientes que reciben una reanimación hídrica agresiva, tienen riesgo de desarrollar complicaciones como edema agudo pulmonar no cardiogénico, potencialmente mortal. Entre otras manifestaciones pulmonares se incluyen la hemorragia pulmonar, síndrome de dificultad respiratoria aguda, las manifestaciones clínicas respiratorias más comunes observadas son la disnea y la hipoxia leve debido a la presencia de líquido en cavidad peritoneal (ascitis) en gran volumen que restringe la movilidad diafragmática generando un aumento en el trabajo de la respiración y por lo tanto una disminución en los volúmenes pulmonares.³

Manifestaciones renales.

La lesión renal aguda (LRA) prerrenal es una manifestación común del síndrome de fuga capilar, asociada a la depleción del volumen intravascular, siguiendo en incidencia la necrosis tubular aguda (NTA), el desarrollo de rabdomiólisis con

mioglobulinuria contribuye a la NTA, la necrosis cortical son causas adicionales de LRA en pacientes con envenenamiento por mordedura de serpiente. Las lesiones glomerulares asociadas con el síndrome nefrótico son de baja incidencia, un sedimento urinario activo en las primeras etapas de la enfermedad puede desarrollarse de forma transitoria, lo que sugiere una lesión glomerular leve superpuesta a la necrosis tubular prerrenal y aguda. Entre otras causas poco comunes se encuentra el síndrome compartimental abdominal debido a la ascitis a tensión el cual puede contribuir a la LRA.³

La evolución clínica clásica de este cuadro viene definida por una serie de fases iniciada por un pródromo de 1 o 2 días de evolución, caracterizado por el desarrollo de malestar general, astenia, mialgias y dolor abdominal, precediendo a un rápido (horas o minutos) y progresivo deterioro del nivel de conciencia, oliguria, hipotensión, hipoperfusión y edema generalizado. Derivadas de esta sintomatología y de su tratamiento pueden aparecer complicaciones asociadas.^{3,5,6}

Los mecanismos fisiopatológicos asociados a la fuga capilar:

1. Un aumento de la presión hidrostática capilar, como sucede en los casos de insuficiencia cardíaca, renal u obstrucción venosa hepática.⁷
2. Una disminución de la presión oncótica capilar, como ocurre en los casos de síndrome nefrótico, enteropatía perdedora de proteínas o en enfermedades con disminución de la síntesis de albúmina.⁷
3. Un aumento de la permeabilidad capilar, caso que tiene lugar en la sepsis, el síndrome de respuesta inflamatoria sistémica, la pancreatitis aguda o la anafilaxia.⁷

De ahí que todos estos cuadros deban ser excluidos antes de alcanzar el diagnóstico de síndrome de fuga capilar (SFC).⁷ En 24-72 horas, si el paciente no ha fallecido, se desarrolla una restauración funcional de la barrera capilar con reentrada de líquidos al espacio intravascular (Figura 2). El tratamiento de urgencias deba ser específico, pues la administración liberal hídrica puede llevar el desarrollo de complicaciones por reentrada del líquido a la circulación.⁷

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

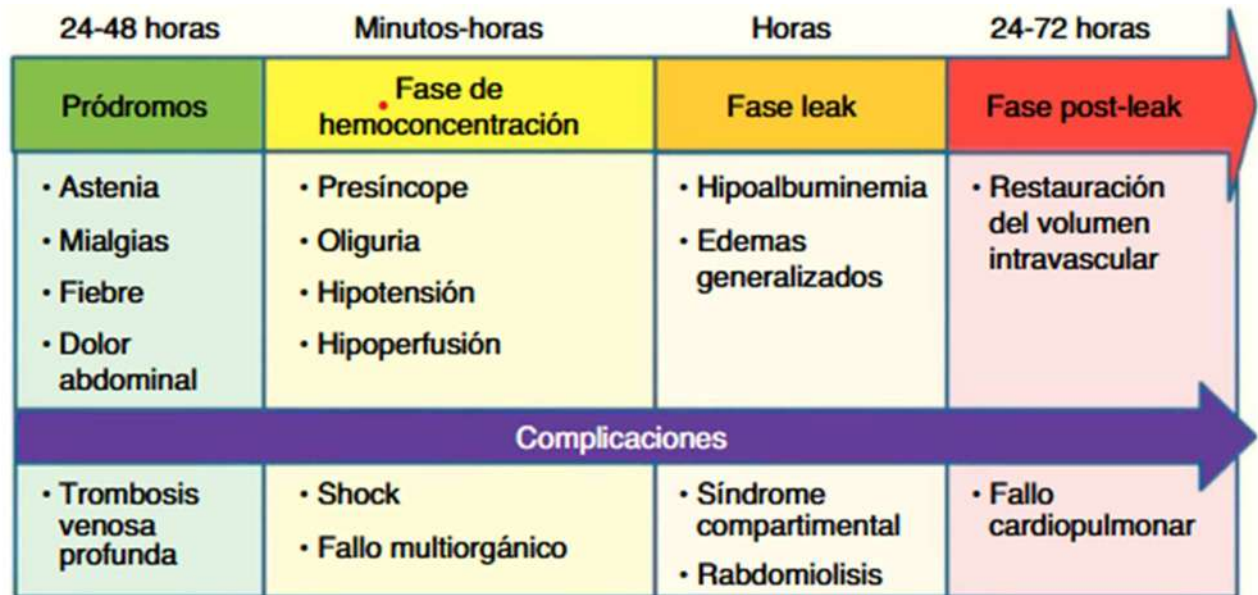


Figura 2. Línea evolutiva temporal de la clínica clásica de un episodio agudo del Síndrome de Fuga Capilar y posibles complicaciones asociadas. N.M. Muñoz-Guillén, Systemic capillary leak syndrome: Hypoalbuminemia, hemoconcentration and shock. Presentation of a case (2014). Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital Cruz Roja, Córdoba, España, Vol. 40. Núm. 2.

Hipovolemia.

El termino hipovolemia se utiliza para definir a un paciente con depleción de volumen intravascular no así el de agua corporal total, el cual se encuentra representado por un 60% del peso corporal total en un hombre y el 50% para las mujeres, calculando el volumen sanguíneo según Glilcher correspondería a 70 ml por kilogramo en el hombre y 65 ml por kilogramo en la mujer, siendo de esta manera que al perder volumen sanguíneo se inicia una respuesta fisiológica para reclutar liquido de los compartimientos extravasculares al intravascular, siendo las reservas mesentéricas las primeras en aportar volumen por medio de mecanismos de vasoconstricción, por otra parte la activación del SRAA provoca la retención de agua y sodio con la finalidad de reponer las reservas intersticiales, siendo un medio para mantener la perfusión, pudiendo compensar una pérdida del 30% del volumen sanguíneo. Sin embargo, traduce el hecho de que, en pacientes con edema generalizado donde el agua corporal total se encuentra aumentada y el volumen intravascular se encuentra disminuido.^{1,8}

Basado en el déficit de base (DB) el cual se refiere a una disminución en la concentración de moléculas de iones bicarbonato en sangre como resultado del desequilibrio hidroelectrolítico generado por la pérdida de volumen intravascular durante el estado de choque se estableció cuatro clases según Davis.⁹ se clasifica en:

Clase I: (sin choque) pacientes con un DB menor o igual a 2 mmol/L.

Clase II: (choque leve) DB mayor a 2 a 6 mmol/L.

Clase III: (choque moderado) mayor a 6 a 10 mmol/L.

Clase IV: (choque severo más de 10 mmol/L de déficit de base).

Mas frecuentemente la hipovolemia se presenta en casos de hemorragia, también se produce en gran frecuencia en la UCI a la perdida de la integridad vascular generando una fuga al tercer espacio o compartimiento intersticial, sin descartar otras causas como la perdida de líquidos o perdidas gastrointestinales, y no se presenta una reposición adecuada del mismo, así como en casos en donde existe una respuesta inflamatoria severa como es en pancreatitis, quemados y sepsis.^{8,9,10}

La hipovolemia en pacientes críticos puede tener graves consecuencias, incluyendo:

Falla orgánica multiorgánica (FOM): La hipovolemia reduce la perfusión y el suministro de oxígeno a los órganos, lo que puede llevar a la disfunción y FOM presentando una tasa de morbilidad y mortalidad de 25-34% a 10 años.⁶ La hipovolemia no tratada puede incrementar significativamente el riesgo de complicaciones y muerte. Los cuidados en UCI han reducido la mortalidad temprana a un 70%, esencialmente en aquellos casos generados por edema agudo pulmonar o daño isquémico en órganos.⁷

Disminución de la presión de perfusión: Una pérdida del 30% del volumen sanguíneo circulante puede resultar en una presión de perfusión persistentemente reducida, lo que agrava la disfunción orgánica. Estas consecuencias subrayan la importancia de una evaluación y manejo del estado de volumen en pacientes críticos.⁸ Se describen varias técnicas y herramientas para realizar esta evaluación, incluyendo signos

clínicos, análisis de laboratorio, y sistemas de monitoreo hemodinámico, el balance de líquidos y la respuesta a líquidos.⁸

La extravasación de líquido a un tercer espacio manifestada por derrames pleurales y pericárdico no es característica de los episodios de fuga capilar aguda, una radiografía de tórax, un electrocardiograma y un ecocardiograma son de utilidad para excluir una afección cardíaca como causa de hipotensión y edema periférico.^{6,8}

La hipotensión y el edema pueden variar tratándose de pacientes con diversas causas que generan un SFC se propuso por Dudrey la siguiente escala de gravedad para identificar a los pacientes con episodios recurrentes de edema sugestivo de fuga capilar (Tabla 1). El grado 1 caracterizado por hipotensión que responde a la hidratación oral, el grado 2 que requieren líquidos por vía intravenosa sin embargo no ameritan hospitalización, el grado 3 para aquellos que son casos potencialmente mortales y requieren hospitalización, así como manejo en la UCI, el grado 4 que se caracteriza por desenlace fatales^{6,8}. De la misma manera los grados 1-2 pueden subclasificarse en (A) aumento de Hgb ≤ 3 g/dL y disminución de albúmina $\leq 0,5$ g/dL y (B) aumento de Hgb ≥ 3 g/dL o disminución de albúmina $\geq 0,5$ g/dL.^{6,8}

Tabla 1. Escala de severidad de pacientes con episodios recurrentes de edema sugestivos de síndrome de fuga capilar.

Grado.	Definición del curso clínico	Hemoconcentración	Hipoalbuminemia
1	Reanimación con líquidos vía oral.		
A		Hg $\uparrow \leq 3$ g/dL.	Albúmina $\downarrow \leq 0,5$ g/dL
B		Hg $\uparrow \geq 3$ g/dL	Albúmina $\downarrow \geq 0,5$ g/dL
2	Líquidos intravenosos, sin hospitalización		
3	Líquidos intravenosos, monitoreo de la UCI		
4	Fatal		

Druey KM, Greipp PR. Narrative Review: Clarkson Disease-Systemic Capillary Leak Syndrome. Annals of Internal Medicine [Internet]. 2010 Jul 20 [cited 2023 May 1];153(2):90.

Nitrógeno Ureico (BUN).

Otro de los cambios del BUN en sangre se han estudiado en otras patologías como la pancreatitis ya sea para predecir su gravedad o como una guía en la reanimación hídrica debido a que cuenta con una alta sensibilidad para predecir la gravedad de la pancreatitis aguda grave, necrosis pancreática y por tanto mortalidad, es una prueba de ingreso rápida y sencilla que forma parte de los controles rutinarios de los pacientes ingresados a terapia intensiva.^{6,8,11}

Entonces el aumento de la concentración de BUN puede ser explicado como consecuencia de la pérdida de volumen intravascular, asociada a la extravasación de líquido intersticial, debido a la respuesta inflamatoria sistémica, generada por la liberación de mediadores inflamatorios y citocinas como por ejemplo TNF-alfa, IL-8, IL-6 e IL-1 beta, las cuales generan vasodilatación así como un daño continuo en el endotelio estableciendo una lesión que perpetúa el aumento de la permeabilidad, mayor fuga capilar, hipovolemia, autores como Koutroumpakis et al,^{12,13} detectaron que el incremento en los valores de BUN mayores de 20 mg/dl, así como en los niveles de hematocrito de >44% predice una condición grave en patologías con una respuesta inflamatoria sistémica como la pancreatitis, en este contexto el BUN y el hematocrito son marcadores de hemoconcentración, y forman parte de escalas encargadas de evaluar la mortalidad.^{14,15}

El incremento en la concentración del BUN es un reflejo de la hemoconcentración, alteraciones en la microcirculación, deterioro de la función renal, consecuencia asociada a la reanimación inadecuada con líquidos o un mecanismo de secuestro de líquidos, la hiperazoemia determina el deterioro de la función renal que puede conducir a una sobrecarga de líquidos debido a la fuga capilar.^{11,13}

Evaluación ecográfica

Siendo el ultrasonido una herramienta accesible, no invasiva y a pie de cama del paciente, con el cual podemos realizar una evaluación rápida del estado de volemia del paciente, siendo un método esencial en la evaluación de los pacientes en UCI. Según lo establecido por Vincent et al,¹⁰ estas características hacen al ultrasonido

el método ideal para evaluación de paciente, con la desventaja que es un método operador dependiente.¹⁰

Índice de colapsabilidad de vena cava inferior.

La evaluación de la vena cava inferior (VCI) es una ventana accesible la cual puede ser evaluada por médicos sin experiencia, dentro de esta ventana se evalúa el diámetro de la VCI el cual se modifica con cada ciclo respiratorio, el cual se encuentra correlacionado con el estado de volumen del paciente, pudiendo ser evaluada en pacientes con respiración espontánea como aquellos sometidos a ventilación mecánica invasiva y el uso de presión positiva al final de la espiración (PEEP). En conjunto con el diámetro de la VCI se mide el diámetro mayor y diámetro menor para evaluar de esta manera el índice de colapsabilidad de la vena cava (IVCCI), principalmente en pacientes bajo ventilación mecánica invasiva, siendo esta manera una forma práctica, sencilla de evaluar la volemia del paciente.^{9,10}.

Las pautas de la Sociedad Estadounidense de Ecocardiografía de 2010 para la interpretación de la ecografía VCI, incluso con ventilación mecánica, establece que el índice de colapsabilidad de la VCI < 20% se considera inconsistente con la hipovolemia intravascular. por lo que se considera que al presentar un diámetro máximo de la vena cava inferior < 2.1 cm y colapso de esta, esto sugiere hipovolemia. Siendo de esta manera que un diámetro máximo de la vena cava inferior < 2,1 cm con IVCCI > 50% es consistente con hipervolemia intravascular.¹⁶

La exploración ecográfica de la vena cava inferior se puede realizar con una sonda convexa en posición supina. En un eje longitudinal de la sonda a 2 cm de la desembocadura de la vena cava inferior con la aurícula derecha, realizando la medición en un ciclo respiratorio (inspiratorio y espiratorio), utilizando la siguiente fórmula para evaluar la colapsabilidad de la vena cava inferior. Los diámetros mínimo y máximo de IVC se miden a la espiración y la inspiración, respectivamente.¹⁷

$$\text{Colapsabilidad (\%)} = (\text{diámetro máximo de IVC} - \text{diámetro mínimo de IVC}) / \text{diámetro máximo de IVC} \times 100\%.$$
¹⁷

Hematocrito.

En entornos de atención primaria de salud, principalmente en aquellos con recursos limitados, es una prueba simple y de uso rutinario, así como de bajo costo para determinar los niveles de glóbulos rojos en la sangre. Clínicamente, el hematocrito se utiliza para identificar la población con anemia y la policitemia, sin embargo, el aumento del hematocrito genera un aumento en la viscosidad de la sangre, así como aumento de la resistencia periférica.^{15,18}

El término hematocrito se deriva del prefijo inglés hemato y la palabra griega krites, dando origen así al termino hematocrito el cual mide el volumen de glóbulos rojos en relación con las células sanguíneas, el hematocrito se utiliza para identificar la anemia donde hay menos glóbulos rojos en la sangre circulante en relación con el volumen sanguíneo total.^{19,20}

El hematocrito refleja el estado del volumen intravascular, que a su vez está relacionado con el desarrollo de la falla orgánica múltiple. Los cambios presentes en su valor a las 24 horas al ingreso de paciente reflejan la respuesta al manejo inicial lo cual permite modificar las decisiones en el manejo posterior, adaptando las medidas para prevenir la progresión del daño.^{19,20} Los valores de corte de hematocrito propuestos en diferentes estudios variaron entre el 39% y el 47%, tomando como media 44%. En otros estudios se realizó la comparación entre la elevación de hematocrito en hombres y mujeres siendo un incremento del hematocrito de > 43% para hombres y >39% para las mujeres, en caso de pancreatitis la cual se encuentra entre las causas de síndrome de fuga capilar²⁰.

En un estudio realizado para evaluar la hemoconcentración y hemodilución en deportistas demostraron que los niveles de hematocrito se incrementaban conforme aumentaba el grado de deshidratación si bien en este estudio los niveles de hematocrito regresaron a la normalidad marca la pauta para determinar que en condiciones de deshidratación severa que es una causa de hipovolemia, la concentración de hematocrito se incrementa, siendo aumentados (disminuir el volumen intravascular generando una condición de hipovolemia asociada a fuga capilar los niveles de hematocrito se esperan encontrar aumentados.^{6,20}

Los cambios en el hematocrito están inversamente relacionados con la pérdida de plasma en el espacio intravascular, pacientes con falla orgánica múltiple presentaron un incremento en los niveles de hematocrito, en contexto para determinar hemoconcentración en la evaluación de pacientes de manera individual tiene un valor limitado.²¹

Bioimpedancia.

Durante las últimas cuatro décadas, el análisis de impedancia bioeléctrica (BIA) se ha convertido en una técnica popular para evaluar la composición corporal. Proporcionando un valor cualitativo del agua corporal total y la masa magra. La BIA se basa en la ley de Ohm, que relaciona el voltaje con la resistencia, si bien el cuerpo humano no es un cilindro homogéneo, la BIA ofrece predicciones aceptables de la composición corporal. Sin embargo, en la práctica clínica, también es importante la obtención de parámetros que subroguen los cambios en la composición corporal relacionados con la función celular y el estado de salud, y no así mediciones absolutas.^{1,21}.

VExUS.

El uso de ultrasonido en las terapias intensivas aplicando POCUS se ha incrementado en la última década, siendo útil para la evaluación de medidas hemodinámicas de pacientes en estado de shock, como lo son el volumen sistólico, contractilidad cardíaca, y enfermedades valvulares, así como la congestión de órganos y la tolerancia a líquidos. Uno de estos protocolos nos permite evaluar la congestión venosa con uso de Doppler para evaluar los patrones de flujo venosos del riñón, vena porta, hepática.²³ Siendo de esta manera que evaluar el flujo de la vena porta e intraparenquimatosas al no encontrarse asociada a patología estas no presentan pulsatilidad.^{23,24} Por lo que la presencia de pulsatilidad en estos vasos es de utilidad como un marcador de congestión venosa y estar asociados con lesiones de órganos diana. Por su parte las venas hepáticas, el flujo sanguíneo presenta afección directamente por los cambios de presión en la auricular derecha, disminuyendo el flujo sistólico en las venas hepáticas cuando la distensibilidad de la

aurícula derecha disminuye debido al aumento de la presión de en la aurícula derecha, conduciendo a una reversión de la relación del flujo venoso hepático sistólico-diastólico, estos cambios evaluados por medio del sistema de clasificación por ultrasonido en exceso venoso (VExUS) mediante un sistema de clasificación que utiliza una combinación de múltiples marcadores realizados con ultrasonido para evaluar la congestión, entre los cuales se mencionan, diámetro de la VCI y patrones de flujo venoso del riñón, portal, hepático, cuenta con validación clínica y la determinación de su papel preciso en la atención al paciente (Figura 3).^{23,24}.

Uno de sus objetivos principales es el mantener la euvolemia del paciente crítico, en conjunto con las mediciones realizadas con ultrasonido. Estas variables incluyen información obtenida de una historia clínica y un examen físico cuidadosos, mediciones hemodinámicas estáticas y dinámicas, datos POCUS e información de biomarcadores séricos.²³

La circulación portal no se encuentra en relación directa con la transmisión de la presión de la aurícula derecha, por lo que el flujo sanguíneo normal en la vena porta es continuo. Durante el incremento de la presión de la aurícula derecha se lleva a cabo la distensión pasiva y gradual de los vasos sinusoidales generando un descenso de las resistencias vasculares.^{24,25} Al presentar congestión venosa la presión de la aurícula derecha se transmite de manera progresiva hacia la vena porta generando un flujo pulsátil²⁵, para cuantificar presencia de la pulsatilidad de flujo se debe calcular la fracción de pulsatilidad (FP) de la vena porta, para eso utilizamos la siguiente fórmula PF: $100 * [(V_{max}-V_{min})/V_{max}]$, de la cual se obtiene un porcentaje de pulsatilidad siendo un PF < 30% considerado como normal, un PF >30% pero < 50% se considera moderado, mientras que un PF > 50% se considera una alteración severa.²⁵.

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

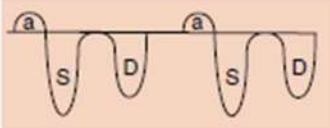
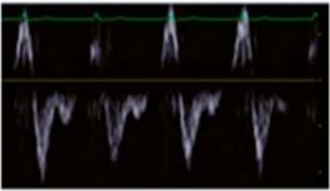
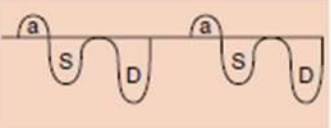
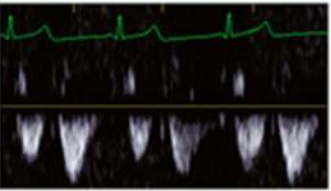
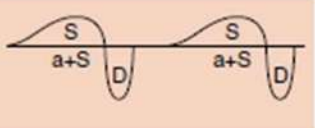
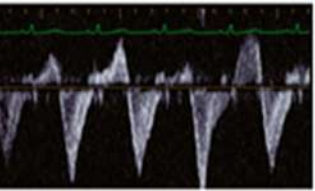
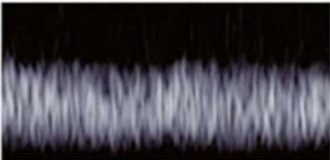
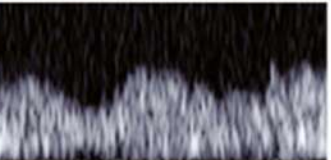
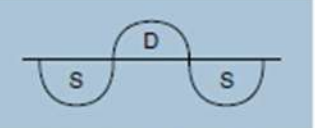
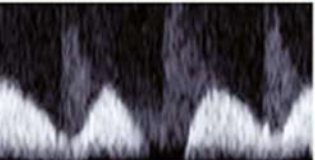
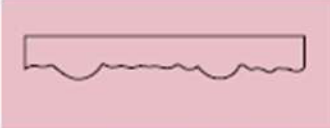
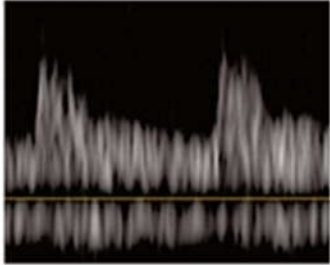
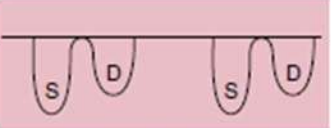
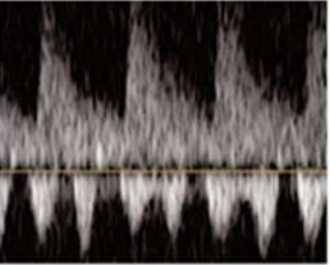
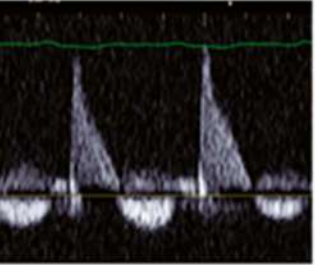
Patrón.	Normal.	Congestión moderada.	Congestión severa.
Doppler vena hepática.	 	 	 
Doppler vena porta.	 	 	 
Doppler vena intra renal.	 	 	 

Figura 3. Patrones de flujo venoso y congestión de órganos. Kashani K, Omer T, Shaw AD. The Intensivist's Perspective of Shock, Volume Management, and Hemodynamic Monitoring. Clinical Journal of the American Society of Nephrology. 2022 Apr 4;17(5):CJN.14191021

Manejo.

El manejo de líquidos es el elemento más crítico en el tratamiento del síndrome de fuga capilar. El perfil hemodinámico de los pacientes con fuga capilar puede variar desde aquellos que mantienen una presión arterial estable con perfusión intacta y sobrecarga de líquidos hasta los que presenta un shock hipovolémico. En los pacientes con estado de hipoperfusión severa, la presión arterial puede responder de manera parcial o refractaria a la reposición de volumen, debido al bajo número de

paciente con síndrome de fuga capilar no existe evidencia suficiente para guiar la reanimación con terapia hídrica, la albúmina es una alternativa para la expansión de volumen. Los almidones de alto peso molecular como el penta-almidón (peso molecular, 264 kDa) y el hetastarón (peso molecular, 450 kDa) son otra opción de líquidos útiles en aquellos pacientes con fuga capilar debido a que su tamaño supera el defecto endotelial, en un estudio de reporte de caso utilizan penta-almidón al 10% el cual tuvo éxito en aumentar la presión venosa central y la presión arterial sistémica³. Sin embargo, en otro reporte de caso detalla un paciente con antecedentes de SFC y síndrome compartimental de las extremidades inferiores debido a la reanimación agresiva con líquidos, la administración de hidroxietilalmidón redujo el requerimiento de cristaloides y evitó las complicaciones de la sobrecarga de líquidos, la cual sin embargo el uso de hidroxietilalmidón se ha asociado con un aumento de la mortalidad y la LRA en pacientes críticos. El beneficio en el uso potencial de los almidones de alto peso molecular probablemente supera el riesgo en aquellos con shock refractario. El uso de vasopresores está indicado en aquellos pacientes que permanecen hipotensos a pesar de una adecuada reanimación con volumen. Los pacientes con síndrome de fuga capilar tienen un alto riesgo de edema pulmonar no cardiogénico durante la reanimación con líquidos^{3,4,22}.

Pronóstico.

La mortalidad en los casos SFC está asociada a la hipoperfusión, así como el daño a órganos blanco presentado durante la fase de fuga o bien durante la fase posterior, es decir, cuando el retorno del líquido del tercer espacio al compartimento intravascular generando un edema pulmonar fatal. Las tasas de mortalidad no se encuentran bien establecidas, sin embargo, Druey y Parikh estimaron una tasa de mortalidad del 14% basados en una revisión de 134 casos diagnosticados entre 2010 y 2016. Dhir et al, encontraron que el 70% de los pacientes con SFC que tuvieron presentaron mayor supervivencia fue aquellos que sobrevivieron a las fases iniciales después del diagnóstico. Por su parte Kapoor et al., en un estudio de cohorte determino la tasa de supervivencia a cinco años fue del 76%.¹²

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

Para fines de este estudio se definirá como síndrome de fuga capilar, así como hipovolemia, de la siguiente manera: La hipovolemia se utiliza para definir a un paciente con depleción de volumen intravascular en conjunto con mediciones como el diámetro máximo de la vena cava inferior < 2.1 cm y colapso de esta, esto sugiere hipovolemia. Siendo de esta manera que un diámetro máximo de la vena cava inferior $< 2,1$ cm con IVCCI $> 50\%$ es consistente con hipervolemia intravascular ^{1,8,16}.

El SFC se define por un cambio excesivo de líquido del espacio intravascular al extravascular, lo que resulta en hipovolemia intravascular, formación de edema extravascular e hipoperfusión que requiere una mayor reanimación con líquidos⁴.

JUSTIFICACIÓN.

Magnitud del problema: Aproximadamente 56% de los pacientes en las unidades de cuidados intensivos polivalentes presentan estado de hipovolemia generando de esta manera hipotensión, hipoxia y finalmente un estado de choque que condiciona falla orgánica múltiple, representados como un bajo porcentaje sin embargo en una terapia polivalente en donde los pacientes presentan estados de hipoperfusión prolongada, muchos de los casos de pacientes con SFC pasa subdiagnosticado.

Vulnerabilidad: Dado que los pacientes con fuga capilar e hipovolemia no suelen evaluarse o caracterizarse adecuadamente de forma sistemática y protocolizada por el personal médico de áreas críticas tiende a obviarse u omitirse su abordaje en las unidades de cuidados intensivos

Trascendencia: Se considera que este estudio aporta datos que permiten caracterizar a los pacientes de hipovolemia con fuga capilar en la unidad de Cuidados Intensivos que no cuenta con recursos completos para su evaluación integral, lo que genera un área de oportunidad que permite identificar por medio de estudios básicos y de bajo costo a los pacientes con estos procesos fisiopatológicos y limitar la falla orgánica múltiple inducida por tales alteraciones.

Factibilidad: El proyecto presentado es factible de revisar en el Hospital ya que cuenta con una Unidad de Cuidados intensivos donde se encuentran pacientes con múltiples patologías y alto riesgo de síndrome de fuga capilar, que requieren una evaluación continua del estatus de volemia, con la monitorización del BUN y hematocrito cuya evaluación o intervención no pone en riesgo la integridad de los pacientes.

Contribución de la investigación: Este protocolo contribuye a identificar a los pacientes que presenten hipovolemia asociado a fuga capilar que no muestran datos de choque hipovolémico, permitiendo un abordaje temprano y disminución de las complicaciones. Así mismo se describirán las complicaciones más frecuentes asociadas al síndrome de fuga capilar. Contribuyendo a reducir los costos

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

hospitalarios asociados a larga estancia y necesidades de reintervención. Además, permitirá al personal identificar de forma temprana pacientes con síndrome de fuga capilar, lo que contribuirá en el abordaje y a realizar las intervenciones oportunas, favoreciendo que su intervención terapéutica sea mucho más completa partiendo del diagnóstico funcional, plan de objetivos terapéuticos, impactando directamente en el pronóstico del paciente y de su calidad de vida una vez que el paciente sea dado de alta de la UCI.

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

HIPÓTESIS.

Hipótesis alterna (Ha): Existe asociación entre los biomarcadores BUN y hematocrito con la presencia de hipovolemia en el síndrome de fuga capilar.

Hipótesis nula (H0): No Existe asociación entre los biomarcadores BUN y hematocrito con la presencia de hipovolemia en el síndrome de fuga capilar.

OBJETIVOS.

Objetivo general:

Determinar la asociación del BUN y hematocrito con la presencia de hipovolemia intravascular asociada a fuga capilar en pacientes críticamente enfermos en Unidad de Cuidados Intensivos (UCI)

Objetivos específicos:

- 1.- Identificar las características clínicas de los pacientes con hipovolemia y fuga capilar hospitalizados en la Unidad de Terapia Intensiva
- 2.- Comparar los cambios en los niveles de biomarcadores BUN y Hematocrito durante la evolución del paciente y su asociación con hipovolemia y fuga capilar durante su estancia en la Unidad de Terapia Intensiva.
- 3.- Evaluar las complicaciones de los pacientes con desarrollo de hipovolemia y fuga capilar hospitalizados en Unidad de Terapia Intensiva.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Diseño de estudio.

Estudio, prospectivo, observacional, analítico y longitudinal.

Universo o población.

Pacientes hospitalizados en la unidad de terapia intensiva del Hospital General “Dr. Miguel Silva” que presenten hipovolemia con síndrome de fuga capilar.

Muestra.

A conveniencia no probabilística, por periodo de tiempo de todos los pacientes hospitalizados en la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital General “Dr. Miguel Silva” del periodo comprendido del 01 de septiembre de 2025 al 28 de febrero de 2026, los cuales durante su estancia en el servicio presenten hipovolemia con síndrome de fuga capilar, realizando la medición de BUN y hematocrito al identificarse los pacientes con hipovolemia.

Definición de las unidades de observación.

Pacientes que presenten hipovolemia y fuga capilar, ingresados a la unidad de terapia intensiva en el Hospital Dr. Miguel Silva, durante el periodo comprendido del 01 de septiembre de 2025 al 28 de febrero de 2026

Criterios de selección.

Criterios de inclusión:

- Se incluirán los pacientes mayores de 18 años que deseen participar y con firma de consentimiento por parte del paciente o su familiar responsable.
- Pacientes ingresados a la unidad de terapia intensiva que presenten hipovolemia con síndrome de fuga capilar en el periodo descrito.
- Pacientes con química sanguínea de 3 elementos y biometría hemática a su ingreso y durante su estancia.

Criterios de exclusión:

- Pacientes embarazadas.
- Pacientes con neoplasias.
- Pacientes con Insuficiencia renal crónica.
- Pacientes con falla hepática crónica.

Criterios de eliminación:

- Pacientes o familiar responsable que revoquen participar en el estudio.
- Pacientes que egresen de la UCI antes de recabar datos.

Definición de variables y unidades de medida:

Objetivo específico	Variable de estudio	Clasificación de variable	Unidades de medida
Identificar las características clínicas de los pacientes con hipovolemia y fuga capilar hospitalizados en la Unidad de Terapia Intensiva.	Edad	Cuantitativa discreta	Años cumplidos
	Sexo	Cualitativa dicotómica	Femenino/Masculino
	Hipovolemia	Cualitativa dicotómica	a) Si. b) No
	Comorbilidades.	Cualitativa dicotómica	a) Si. b) No.
Comparar los cambios en los niveles de biomarcadores BUN y Hematocrito durante la evolución del paciente y su asociación con hipovolemia y	BUN al identificarse SFC	Cuantitativa discreta	Mg/dL
	Hematocrito al	Cuantitativa	%

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

fuga capilar durante su estancia en la Unidad de Terapia Intensiva.	identificarse SFC	discreta	
	Hipoalbuminemia.	Cuantitativa continua.	g/dl
	Bioimpedancia.	Cuantitativa discreta.	1 2
	VExUS: Venus excess Ultrasound Score (Evaluación ultrasonográfica de congestión venosa).	Cualitativa ordinal	Grado 0 Grado I Grado II Grado III
Evaluar las complicaciones de los pacientes con desarrollo de hipovolemia y fuga capilar hospitalizados en Unidad de Terapia Intensiva.	Infección.	Cualitativa dicotómica	a) Si b) No
	Ventilación mecánica.	Cualitativa dicotómica	a) Si b) No
	Uso de vasopresor.	Cualitativa dicotómica	a) Si b) No

ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Se realizó un análisis prospectivo, descriptivo, longitudinal con cálculo de frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas y para las variables cuantitativas cálculo de medias, desviación estándar y rangos.

Para las variables cuantitativas se calcularán medidas de tendencia central como son media, mediana y moda.

Se realiza la medición de niveles de BUN y hematocrito durante el ingreso a la unidad de cuidados intensivos (UCI) en pacientes con hipovolemia y fuga capilar, determinamos esta asociación mediante prueba de U de Mann Witney.

Para el análisis estadístico inferencial se realizó para las variables dicotómicas o categóricas se aplicará la prueba χ^2 . Para variables no paramétricas se realizó una prueba U de Mann Whitney. Para todo valor de $p \leq 0.05$, se acepta H_1 y se rechaza H_0 ; para $p \geq 0.05$, se acepta H_0 y se rechaza H_1 . Para medir el alcance del estudio, una vez recolectada la muestra final se podrá realizar un cálculo de poder estadístico para dar validez a la interpretación de las asociaciones encontradas. El programa estadístico que se empleará será el SPSS versión 21 (SPSS Inc., Chicago Illinois, USA).

ASPECTOS ÉTICOS:

El protocolo será sometido a la evaluación de los comités de ética en investigación e investigación de este hospital, como marca la Norma Oficial Mexicana y se realizará bajo los lineamientos que rige la investigación clínica, apegado al artículo 17 del reglamento de la Ley general de salud en materia de investigación para la salud, este estudio se considera de “riesgo mínimo”.

Reglamento de la Ley General de Salud:

Artículo 13. En toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberá prevalecer, el criterio de respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar.

Artículo 14. La investigación que se realice en seres humanos deberá desarrollarse bajo las siguientes bases:

- a) Se ajustará a principios científicos y éticos que la justifiquen.
- b) Se fundamentará en la experimentación previa realizada en animales, en laboratorios o en otros hechos científicos.
- c) Se realizará sólo cuando el conocimiento que se pretenda producir no pueda obtenerse por otro medio idóneo.
- d) Prevalecerá siempre las probabilidades de los beneficios esperados sobre los riesgos predecibles.
- e) Se contará con el consentimiento informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal, con las excepciones que este reglamento señale.
- f) Se realizará por profesionales de la salud a lo que se refiere el artículo 114 de este reglamento, con conocimiento y experiencia para cuidar la integridad del ser humano, bajo la responsabilidad de una institución de atención a la salud que actúe bajo la supervisión de las autoridades sanitarias competentes y que cuente con los recursos humanos y materiales necesarios que garanticen el bienestar del sujeto de investigación.

- g) Se contará con el dictamen favorable de las comisiones de investigación ética y bioseguridad en su caso.
- h) Se llevará a cabo cuando se tenga la autorización del titular de la institución de atención a la salud y en su caso, de la secretaría.

Declaración de Helsinki:

El principio básico es el respeto por el individuo, su derecho a la autodeterminación y el derecho a tomar decisiones informadas (consentimiento informado), incluyendo la participación en la investigación, tanto al inicio como durante el curso de la investigación.

El deber del investigador es solamente hacia el paciente o el voluntario y mientras exista necesidad de llevar a cabo una investigación, el bienestar del sujeto debe ser siempre precedente sobre los intereses de la ciencia o de la sociedad, y las consideraciones éticas deben venir siempre del análisis precedente de las leyes y regulaciones.

El reconocimiento de la creciente vulnerabilidad de los individuos y los grupos necesita especial vigilancia. Se reconoce que cuando el participante en la investigación es incompetente, física o mentalmente incapaz de consentir, o es un menor entonces el permiso debe darlo un sustituto que vele por el mejor interés del individuo. En este caso su consentimiento es muy importante.

Protección de los datos: Ley general de protección de datos personales, en posesión de sujetos obligados. Además, se cuidará el anonimato de los pacientes involucrados en este proyecto de investigación, conforme a lo que se encuentra publicado, en el Diario Oficial de la Federación respecto a la Ley de protección de datos personales en posesión de sujetos obligados, publicada en el DOF del 26 del 01 del 2017. La cual es una ley del orden público y de observancia general en toda la república, reglamentaria de los artículos 6, base A y 16, segundo párrafo de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección de datos personales. Tiene por objeto establecer las bases, principios y procedimientos para garantizar el derecho que

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

tiene toda persona a la protección de sus datos personales, en posesión de sujetos obligados.

Nivel de riesgo del estudio: De acuerdo a la Ley General de Salud, Artículo 17, este estudio representa un riesgo mínimo.

RESULTADOS.

Se recabaron los datos de los pacientes de manera aleatorizada en hombres como en mujeres de manera acorde en aquellos que cumplieron criterios de inclusión y quienes durante su estancia en el servicio se integró el diagnóstico de síndrome de fuga capilar, organizados en orden: edad, sexo, posterior a ello se realizó el primer cálculo por género de los pacientes de cuantos hombres y mujeres se reportaron en este estudio obteniendo como cifra de 5 (13.9%) mujeres y 31 (86.1%) hombres. Con una media de edad de 48.2 años (Tabla 2 y Figura 4) los cuales cumplieron los criterios para integrar síndrome de fuga capilar, con una desviación estándar del 16.1 de un total de 36 pacientes, con un predominio en el género masculino (Tabla 2).

Tabla 2. Características generales de la población.

Características generales de la población	
Edad X DE	48.2 ± 16.7
Sexo (%)	
Hombres	31 (86)
Mujeres	5 (15)
Hematocrito X DE	43.02 ± 5.59
Límite inferior	41.13
Límite superior	44.91
BUN X DE	36.51 ± 25.45
Límite inferior	27.89
Límite superior	45.12
Albumina X DE	2.35 ± 0.70
Límite inferior	2.11
Límite superior	2.58

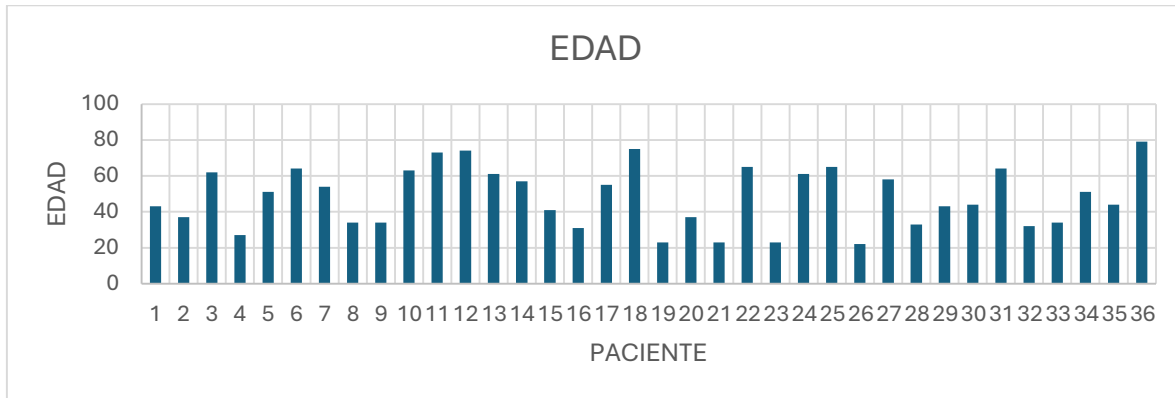


Figura 4 Rango de edad de los pacientes.

La población evaluada en el estudio es predominantemente masculina y de edad media adulta, con alta presencia de comorbilidades (Tabla 3). Durante el estudio se observó la presencia de comorbilidades en los pacientes de edad superior a los 50 años, siendo menos frecuente en edad menor en un total de 21 pacientes (58.3%) que padecían de alguna comorbilidad contra 15 paciente (15%) los cuales no presentaban comorbilidades al momento del estudio, se documentó como comorbilidades diabetes mellitus, hipertensión arterial sistémica, enfermedad renal, (Figura 5).

Se realizó el cálculo estadístico de media, mediana, desviación estándar, rango para las variables independientes de distribución normal BUN, Hematocrito y albumina (Tabla 2). Obteniendo los siguientes resultados para BUN con media 36.5, mediana 27.7, desviación estándar 25.4, para hematocrito media 43.02, mediana 43.08, desviación estándar 5.5 y para albumina una media 2.3, mediana 2.4, desviación estándar 0.7, mostrando una dispersión baja de las tres variables.

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

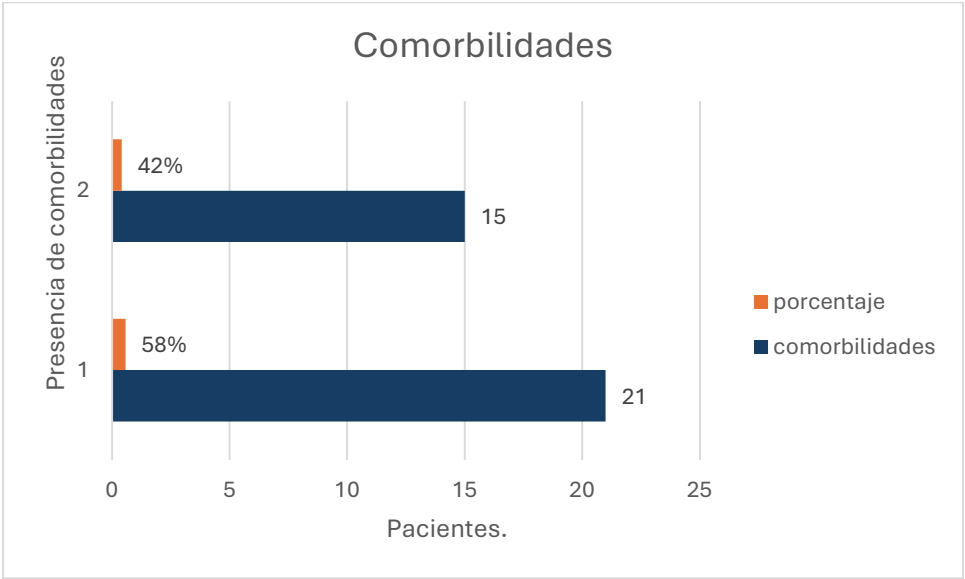


Figura 5 Relación de pacientes que presentaban comorbilidades (1: Con comorbilidades, 2: Sin comorbilidades).

Tabla 3 Relación de pacientes con presencia o ausencia de comorbilidades (1: Con comorbilidades, 2: Sin comorbilidades).

COMORBILIDADES	Frecuencia	Porcentaje
1. Con comorbilidades	21	58.3
2. Sin comorbilidades	15	41.7
TOTAL	36	100

Dentro del estudio se encontró que 28 (78%) pacientes presentaron hipovolemia, en contra de 8 (22%) pacientes, de los cuales 30 (83%) pacientes presentaron elevación de BUN y Hematocrito y 6 (17%) pacientes no presentaron dicha elevación (Figura 6).

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

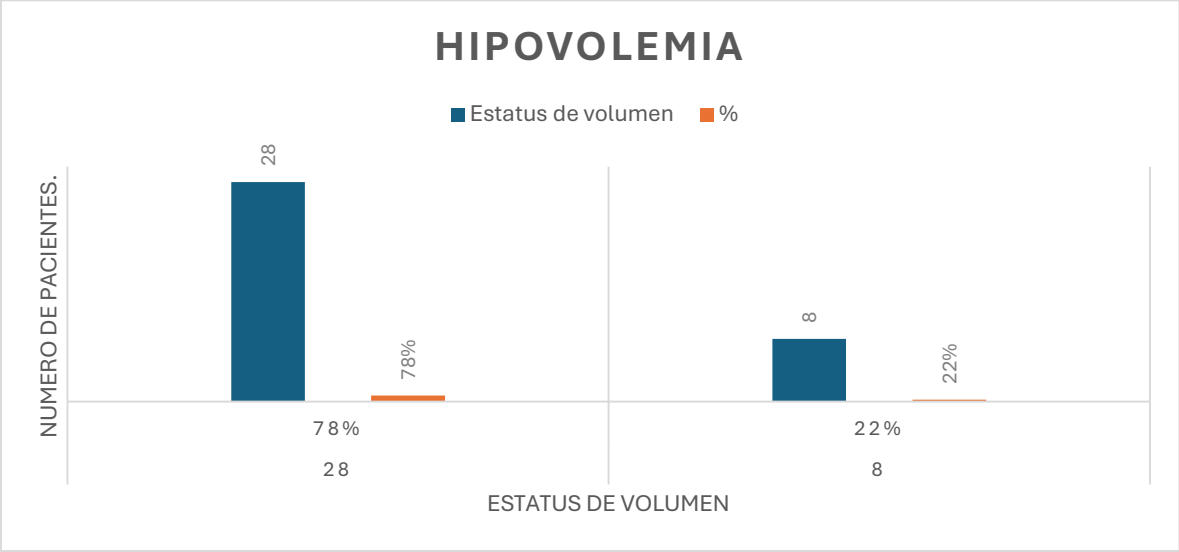


Figura 6. Evaluación del estatus de volemia.

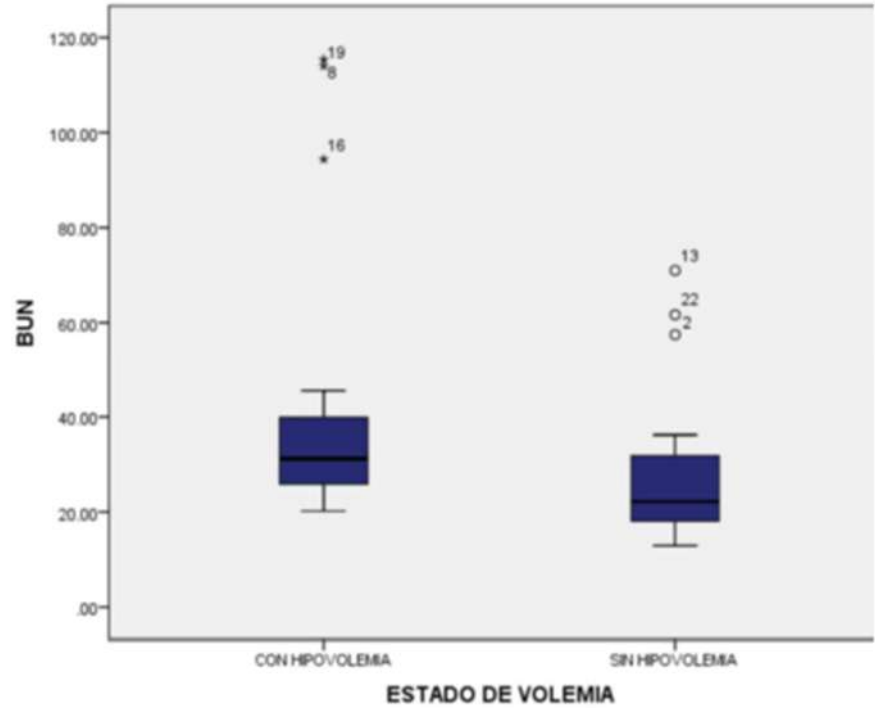


Figura 7. Distribución de BUN en pacientes con hipovolemia y sin hipovolemia.

Se observa en las gráficas box-plot para muestras independientes (Figura 7) muestra la dispersión del BUN en pacientes con hipovolemia y sin hipovolemia. Los pacientes con hipovolemia muestran mayor dispersión de los niveles de BUN en comparación al grupo sin hipovolemia. En el caso del hematocrito se observó en los pacientes con

hipovolemia mayor dispersión en los valores de hematocrito que en pacientes sin hipovolemia (Figura 8).

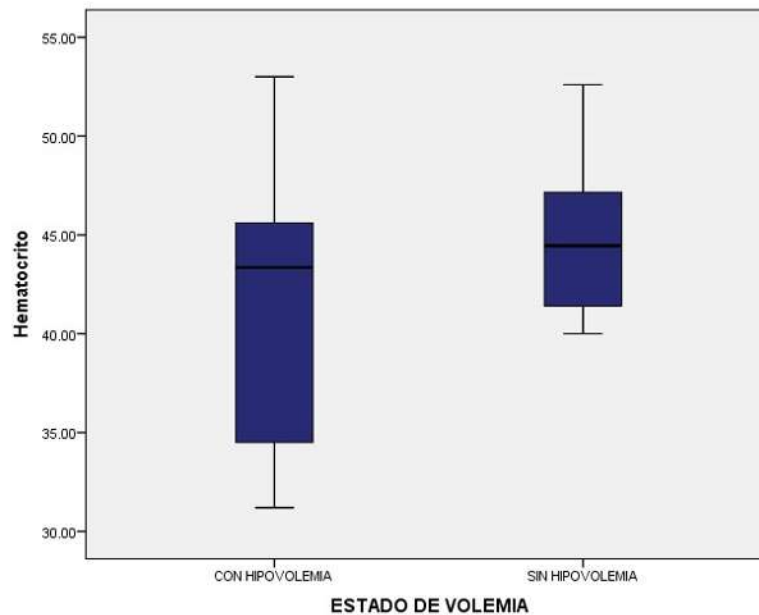


Figura 8. Distribución de Hematocrito en pacientes con hipovolemia y sin hipovolemia.

Se realizó un análisis utilizando pruebas no paramétricas para muestras independientes U de Mann-Whitney para las variables Hematocrito, BUN e Hipovolemia, la distribución del BUN es la misma entre las categorías de hipovolemia con un valor de $p = 0.012$ y distribución de hematocrito la cual reporta un valor de $p = 0.14$. Los resultados encontrados muestran una asociación estadísticamente significativa entre la Hipovolemia y las variable BUN, reflejando de manera indirecta el estado de volumen circulante efectivo en el paciente crítico, encontrando por medio de chi cuadrada de Pearson para la relación BUN/Hipovolemia con una $p = 9$, con corrección de continuidad de 6.5, (Tabla 4 y Figura 9) y significancia asintótica bilateral de $p = 0.003$ con lo que se demuestra existe una asociación significativa entre BUN y la hipovolemia, indicando que los niveles de BUN están relacionados con la presencia de hipovolemia. De igual manera encontramos por chi cuadrada de Pearson presentado una relación Hematocrito/Hipovolemia una asociación con significancia estadística con un valor de $p = 5.7$, con corrección de continuidad de 3.8

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

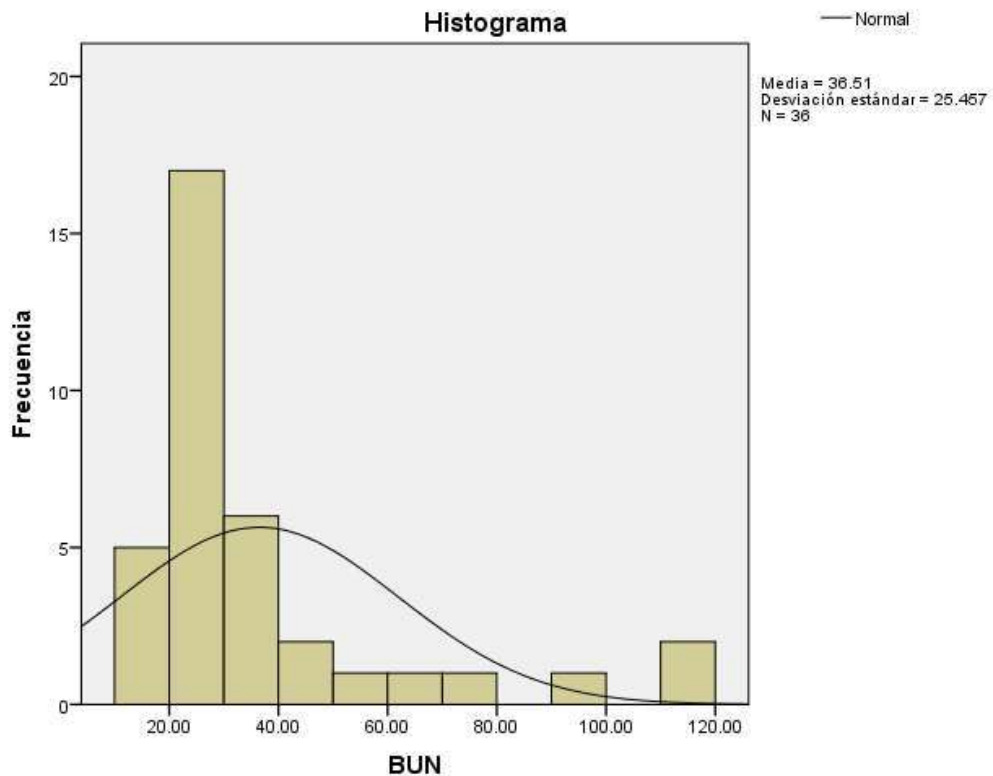
(Tabla 5 y Figura 10). Existe una asociación significativa entre el hematocrito y la hipovolemia, indicando que los niveles de hematocrito están relacionados con la presencia de hipovolemia.

Tabla 4. Valor de chi-cuadrada para BUN e Hipovolemia.

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	9.000 ^a	1	.003		
Corrección de continuidad ^b	6.502	1	.011		
Razón de verosimilitud	11.270	1	.001		
Prueba exacta de Fisher				.004	.004
Asociación lineal por lineal	8.750	1	.003		
N de casos válidos	36				

a. 2 casillas (50.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 2.67.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2



Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

Figura 9. Distribución de valores de BUN de valores de hematocrito en pacientes con hipovolemia.

Tabla 5. Valor de chi-cuadrada para Hematocrito e Hipovolemia.

Pruebas de chi-cuadrado					
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5.760 ^a	1	.016		
Corrección de continuidad ^b	3.802	1	.051		
Razón de verosimilitud	8.006	1	.005		
Prueba exacta de Fisher				.024	.020
Asociación lineal por lineal	5.600	1	.018		
N de casos válidos	36				

a. 2 casillas (50.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 2.67.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

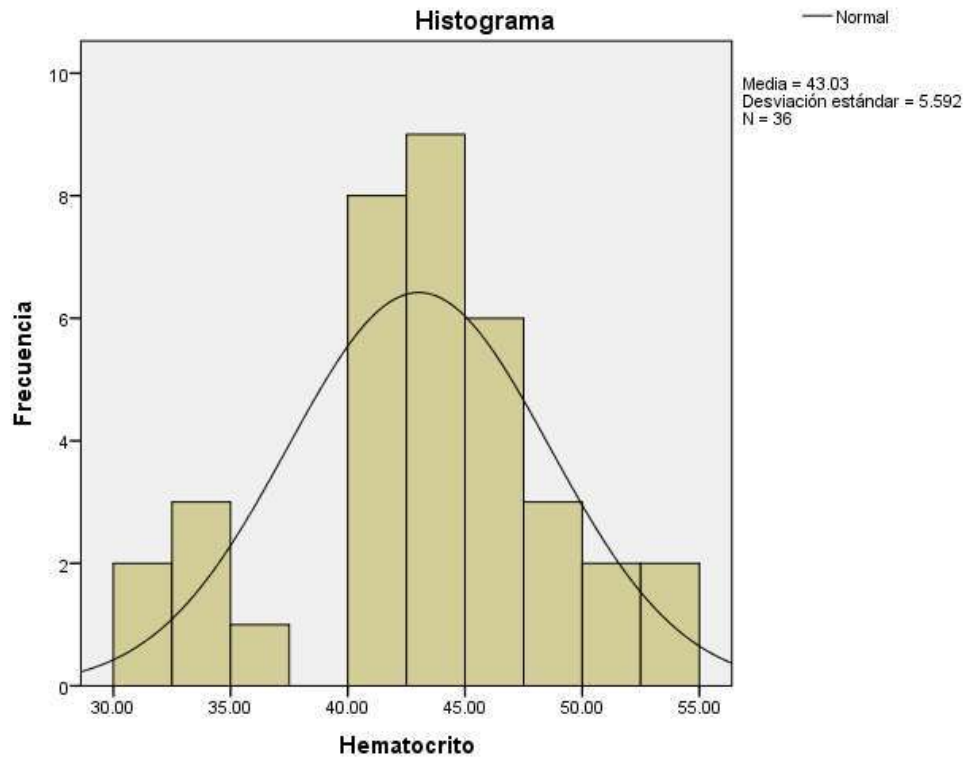


Figura 10. Distribución de valores de hematocrito en pacientes con hipovolemia.

En el presente estudio se encontró que la causa principal de síndrome de fuga capilar fue secundaria a procesos infecciosos, identificados por medio de la escala SOFA > 2 puntos, de los cuales se encuentra 28 pacientes (78%) contra 8 (22%) pacientes (Tabla 6), determinando presentan mayor riesgo de presentar síndrome de fuga capilar (Figura 11).

Tabla 6. Asociación entre procesos infecciosos e hipovolemia.

	HIPOVOLEMIA (1:SI,2:NO)		TOTAL
	1	2	
INFECCION (1:SI, 2:NO)			
1	17	11	28
2	3	5	8
TOTAL	20	16	36

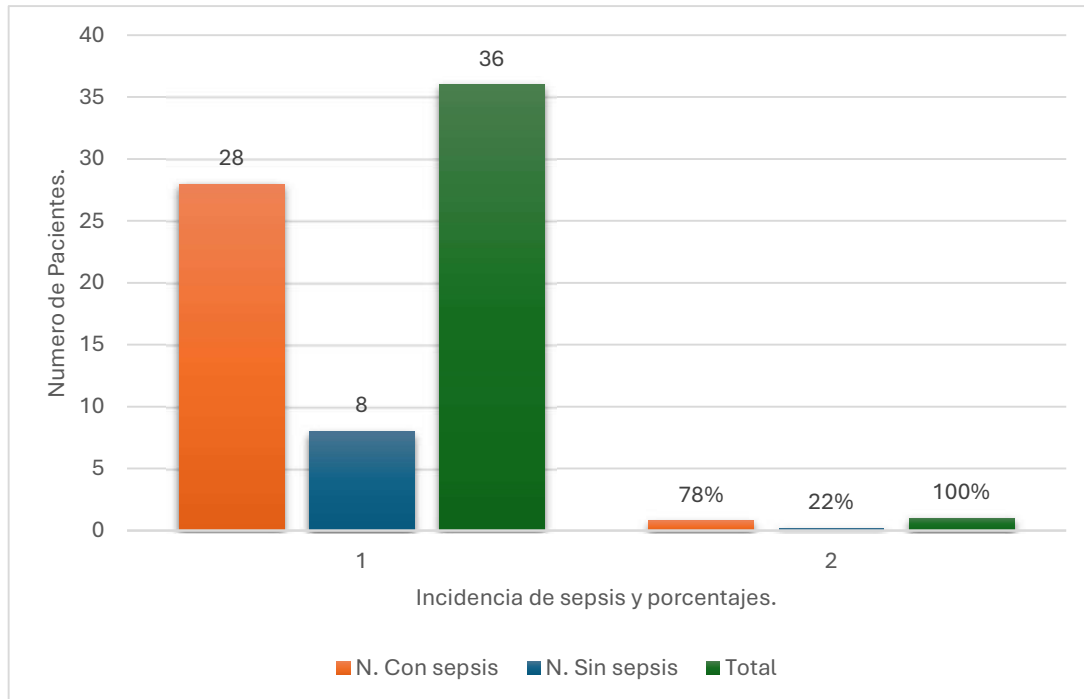


Figura 11. Comparativa de la presencia de sepsis en los pacientes incluidos.

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

Durante el estudio se realizó el análisis estadístico por medio de tablas de contingencia y pruebas de chi cuadrada la asociación entre el requerimiento de ventilación mecánica invasiva asociado a hipovolemia el cual reporto un total de 23 pacientes (64%) que requirieron VMI contra 13 pacientes (36%) que no requirieron ventilación mecánica invasiva, no se logró determinar significancia estadística (Tabla 7 y 8).

Tabla 7. Asociación entre ventilación mecánica e hipovolemia.

	HIPOVOLEMIA (1:SI, 2:NO)		TOTAL
	1	2	
VENTILACION (1:SI, 2:NO)			
1	15	8	23
2	5	8	13
TOTAL	20	16	36

Tabla 8. Resultados de la prueba de chi-cuadrada para evaluar la asociación de VMI con hipovolemia

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2.408 ^a	1	.121	.169	.115
Corrección de continuidad ^b	1.446	1	.229		
Razón de verosimilitud	2.418	1	.120		
Prueba exacta de Fisher					
Asociación lineal por lineal	2.341	1	.126		
N de casos válidos	36				

a. 0 casillas (0.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 5.78.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

De igual manera no se logró determinar significancia estadística con el requerimiento de vasopresor, continuando como parte del manejo integral de paciente critico en una terapia intensiva (Tabla 9 y 10).

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

Tabla 9. Asociación entre ventilación mecánica e hipovolemia.

	HIPOVOLEMIA (1:SI, 2:NO)		TOTAL
	1	2	
VASOPRESOR (1:SI, 2:NO)			
1	10	7	17
2	10	9	19
TOTAL	20	16	36

Tabla 10. Resultados de la prueba de chi-cuadrada para evaluar la asociación de vasopresor y hipovolemia.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	.139 ^a	1	.709	.749	.485
Corrección de continuidad ^b	.001	1	.970		
Razón de verosimilitud	.139	1	.709		
Prueba exacta de Fisher					
Asociación lineal por lineal	.135	1	.713		
N de casos válidos	36				

a. 0 casillas (0.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 7.56.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

DISCUSIÓN.

El presente estudio aborda un problema actual y prevalente dentro de la medicina crítica; la identificación temprana de hipovolemia asociada a síndrome de fuga capilar en pacientes hospitalizados en una Unidad de Cuidados Intensivos utilizando biomarcadores accesibles como el nitrógeno ureico en sangre y el hematocrito. La importancia de este enfoque radica en la alta prevalencia de hipovolemia en pacientes críticos y en la limitada disponibilidad de métodos avanzados de monitoreo en hospitales de recursos restringidos.

La presencia de síndrome de fuga capilar en pacientes en estado crítico es una patología que en muchas ocasiones pasa inadvertida en las unidades de terapia intensiva, como se hace mención en el estudio realizado por Siddall E, Khatri M, y otros⁴ múltiples patologías pueden ser identificadas como causantes de síndrome de fuga capilar entre las que se incluyen el síndrome de hiperestimulación ovárica, las fiebres hemorrágicas virales, enfermedades autoinmunes, el envenenamiento por mordedura de serpiente y el envenenamiento por ricina, además de los procesos sépticos, todas estas comparten el incremento de la permeabilidad capilar a proteínas, siendo en forma general un amplio número de patologías las cuales cursan con este compromiso fisiológico el cual puede llevar a un estado de hipovolemia.

En el presente trabajo logró identificar significancia estadística entre los biomarcadores BUN/hematocrito con la hipovolemia, siendo representativa la presencia de niveles elevados de estos biomarcadores para predecir hipovolemia de manera empírica con los fundamentos teóricos existentes, desde un enfoque analítico, el estudio muestra que la elevación de los biomarcadores se encuentra relacionado con la presencia de hipovolemia, asociándola en el contexto de hemoconcentración como lo descrito por Muñoz-Guillén NM, León-López R,¹¹.

Uno de los resultados relevantes del estudio fue la diferencia significativa de los valores de BUN entre los pacientes con y sin hipovolemia que mostraron significancia estadística mediante la prueba de U de Mann-Whitney con un valor de $p= 0.012$, siendo este hallazgo fisiopatológicamente congruente con el estado de depleción del volumen intravascular, lo que es consistente con estudios previos en patologías inflamatorias graves como en la pancreatitis aguda, donde el BUN ha demostrado ser un marcador de hipovolemia, hipoperfusión y mal pronóstico como se observó en el estudio realizado por Pando E, Alberti P,¹³. Por otra parte, a pesar de que el hematocrito presento una tendencia a mantener niveles elevados en pacientes con hipovolemia presento un valor de $p= 0.14$ en el análisis comparativo, esto podría deberse a que el hematocrito es una variable que se encuentra condicionada por múltiples condiciones que se manifiestan en el paciente crítico, como hemorragias, enfermedades hematológicas, así como el momento de la medición en relación con la fase del síndrome de fuga capilar, el cual limitaría su uso de forma aislada, sin embargo al evaluar la asociación entre el hematocrito e hipovolemia mediante prueba de chi-cuadrada de Pearson se observó $p= 0.016$ lo que fue estadísticamente significativa y sugiere que el hematocrito conserva su valor clínico como marcador de hemoconcentración cuando se interpreta en conjunto con otros biomarcadores, como lo describieron Dudrey y Greipp y otros ⁶

La hipovolemia, definida como la disminución del volumen intravascular, se asocia con un incremento significativo de la morbilidad y mortalidad en pacientes críticos. El SFC, aunque poco frecuente y subdiagnosticado, representa un reto diagnóstico debido a la inespecificidad de las manifestaciones clínicas y a la ausencia de un método ideal para su detección. En el presente estudio se encontró el síndrome en 75% de los casos estudiados. En este contexto, tiene un alto valor la utilización de biomarcadores convencionales como el BUN y el hematocrito, que se encuentran ampliamente disponibles y son de bajo coste. La hipovolemia generada asociada a síndrome de fuga perpetua un estado de hipoperfusión capilar de no ser identificada

de manera temprana como lo descrito por Saravi B, Goebel U,⁴. La hemoconcentración reflejada en el aumento del hematocrito y el BUN, es una consecuencia directa de la pérdida de volumen plasmático y puede servir como indicador indirecto de la severidad del proceso según lo que reporta en el estudio de Wu BU, Conwell DL.¹⁴.

Se observaron como causa principal en este estudio asociadas a síndrome de fuga capilar en la población estudiada como resultado asociado a procesos infecciosos, así como una alta prevalencia de ventilación mecánica invasiva, uso de vasopresores, lo que reflejo una relación entre el proceso inflamatorio y la disfunción endotelial condicionando de esta manera el daño del glicocálix, generando la fuga capilar y perpetuando un estado de choque como lo refieren López Cruz F, Rocío G,⁹.

La importancia de un abordaje temprano incluye la rápida detección e intervención favorecería al manejo temprano y abordaje de las causas, generando un impacto favorable en el pronóstico de los pacientes en la unidad de cuidados intensivos. La estratificación de los pacientes con hipovolemia se ha considerado para evaluación de pacientes de alto riesgo, en este estudio se observó una probabilidad de presentar hipovolemia asociada a síndrome de fuga capilar del 62%, se determinó que la hipovolemia se encontró en más del 70% de los pacientes, logrando una correlación con la elevación de biomarcadores BUN y hematocrito. Diversos estudios han demostrado que valores elevados de BUN (>20 mg/dl) y Hematocrito (>44%) se asocian con mayor gravedad y peor pronóstico en patologías con respuesta inflamatoria sistémica, como la pancreatitis aguda, como lo descrito en la revisión realizada por Saravi B, Goebel U, Hassenzahl LO,⁴. lo que respalda su uso en el contexto del SFC.

El trabajo que aquí se presenta exhibe algunas limitantes que lleva al autor a considerar la realización de estudios adicionales en el futuro. Entre las principales limitaciones se encuentra la ausencia de un grupo control, lo que restringe la capacidad de establecer relaciones causales y limita la generalización de los resultados. La dependencia de biomarcadores que pueden verse alterados por otras condiciones clínicas (enfermedad renal, hemorragias, entre otras.) representa un desafío para la especificidad diagnóstica. Pese a estas limitaciones el estudio propuesto representa una contribución significativa al manejo de pacientes críticos, al explorar la utilidad de biomarcadores convencionales en la identificación de una complicación grave y frecuentemente subdiagnosticada. Futuras investigaciones deberían considerar la inclusión de grupos control y la validación externa de los hallazgos para fortalecer la evidencia y ampliar su aplicabilidad, en el síndrome de fuga capilar en la terapia intensiva del Hospital General “Dr. Miguel Silva”.

CONCLUSIONES.

El análisis estadístico del presente estudio reveló que existen diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes con síndrome de fuga capilar que presentaron hipovolemia en relación con los biomarcadores BUN y hematocrito, confirmando de esta manera la hipótesis asociada entre el volumen y los biomarcadores.

El hematocrito y el BUN pueden considerarse marcadores útiles y accesibles para la detección de hipovolemia en el síndrome de fuga capilar. La población estudiada determinó que pacientes de la edad adulta además con la presencia de comorbilidades presentan un alto riesgo de presentar hipovolemia durante su estancia en la terapia intensiva asociada a síndrome de fuga capilar.

Se logró determinar a los procesos infecciosos la principal causa de síndrome de fuga capilar, sin embargo, los soportes como uso de vasopresor o ventilación mecánica invasiva no mostraron relación alguna con la hipovolemia.

La hipovolemia estuvo presente en más de la mitad de los pacientes evaluados en una terapia intensiva polivalente como es la terapia intensiva del hospital civil “Dr. Miguel Silva”.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

1. Van der Mullen J, Wise R, Vermeulen G, Moonen PJ, Malbrain MLNG. Assessment of hypovolaemia in the critically ill. *Anaesthesiology Intensive Therapy*. 2018;50(2):141–9.
2. Hernández G, Kattan E, Ospina-Tascón G, Bakker J, Castro R. Capillary Refill Time Status Could Identify Different Clinical Phenotypes among Septic Shock Patients Fulfilling Sepsis-3 criteria: a Post Hoc Analysis of ANDROMEDA-SHOCK Trial. *Intensive Care Medicine*. 2020 Feb 19;46(4).
3. Siddall E, Khatri M, Radhakrishnan J. Capillary leak syndrome: Etiologies, pathophysiology, and management. *Kidney International [Internet]*. 2017 Jul;92(1):37–46.
4. Saravi B, Goebel U, Hassenzahl LO, et al. Capillary leak and endothelial permeability in critically ill patients: a current overview. *Intensive Care Medicine Experimental*. 2023 Dec 20;11(1).
5. Saugel B, Umgelter A, Martin F, Phillip V, Schmid RM, Huber W. Systemic Capillary Leak Syndrome associated with hypovolemic shock and compartment syndrome. Use of transpulmonary thermodilution technique for volume management. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2010;18(1):38.
6. Druey KM, Greipp PR. Narrative Review: Clarkson Disease-Systemic Capillary Leak Syndrome. *Annals of Internal Medicine [Internet]*. 2010 Jul 20 [cited 2023 May 1];153(2):90.
7. Raith EP, Ihle JF, Jamieson J, Kalff A, Bosco J. Idiopathic systemic capillary leak syndrome presenting as septic shock: A case report. *Heart & Lung*. 2018 May 18;47(4):425–8.
8. E De Tandt, D Van Sassenbroeck, L Heireman, J Dierick, A Luyckx, S Verelst. A deadly capillary leak attack. Clarkson's disease: a narrative review. *Acta Clinica Belgica*. 2020 Jul 13;77(1):219–26.

9. López Cruz F, Rocío G, De P, Barragán R, Tapia Ibáñez E, Christopher D, et al. Choque hipovolémico. Trabajo de revisión [Internet]. 2018;63:48–54.
10. Khan S. Systemic Capillary Leak Syndrome Should be Considered in the Differential Diagnosis of Multi-Organ Failure and Hypovolemic Shock. *The Pediatric Infectious Disease Journal*. 2010 Jun;29(6):579–80.
11. Muñoz-Guillén NM, León-López R, de la Cal-Ramírez MA, Dueñas-Jurado JM. Síndrome de fuga capilar sistémica: hipoalbuminemia, hemoconcentración y shock. A propósito de un caso. *SEMERGEN - Medicina de Familia*. 2014 Mar;40(2):e33–6.
12. Noor Ul-Ain Baloch, Marvi Bikak, Rehman A, Rahman O. Recognition and management of idiopathic systemic capillary leak syndrome: an evidence-based review. *Expert review of cardiovascular therapy*. 2018 Apr 2;16(5):331–40.
13. Pando E, Alberti P, Mata R, Gomez MJ, Vidal L, Cirera A, et al. Early Changes in Blood Urea Nitrogen (BUN) Can Predict Mortality in Acute Pancreatitis: Comparative Study between BISAP Score, APACHE-II, and Other Laboratory Markers—A Prospective Observational Study. Nakai Y, editor. *Canadian Journal of Gastroenterology and Hepatology*. 2021 Mar 22;2021:1–8.
14. Wu BU, Conwell DL. Update in Acute Pancreatitis. *Current Gastroenterology Reports*. 2010 Mar 18;12(2):83–90.
15. Efstratios Koutroumpakis, Wu BU, Bakker OJ, Anwar Dudekula, Singh VK, Besselink MG, et al. Admission Hematocrit and Rise in Blood Urea Nitrogen at 24 h Outperform other Laboratory Markers in Predicting Persistent Organ Failure and Pancreatic Necrosis in Acute Pancreatitis: A Post Hoc Analysis of Three Large Prospective Databases. *The American Journal of Gastroenterology*. 2015 Dec 1;110(12):1707–16.
16. Kaptein EM, Kaptein MJ. Inferior vena cava ultrasound and other techniques for assessment of intravascular and extravascular volume: an update. *Clin Kidney J*. 2023 Jun 29;16(11):1861–1877.

17. Abbasi S, Nemati K, Alikiaii B, Saghaei M. The Value of Inferior Vena Cava Ultrasonography Administration for Hypovolemia Detection in Patients with Acute Kidney Injury Hospitalized in Intensive Care Unit. *Advanced Biomedical Research* [Internet]. 2023 Feb 1;12(1):38.
18. Mondal H, Zubair M. Hematocrit [Internet]. Nih.gov. StatPearls Publishing; 2024 [cited 2025 Jul 18].
19. de-Madaria E. Fluidoterapia en la pancreatitis aguda. *Gastroenterología y Hepatología* [Internet]. 2013 Dec [cited 2021 Mar 4];36(10):631–40.
20. Komara NL, Paragomi P, Greer PJ, Wilson AS, Breze C, Papachristou GI, et al. Severe acute pancreatitis: capillary permeability model linking systemic inflammation to multiorgan failure. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*. 2020 Nov 1;319(5):G573–83.
21. Ward LC, Brantlov S. Bioimpedance basics and phase angle fundamentals. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*. 2023 Feb 7.
22. E De Tandt, D Van Sassenbroeck, L Heireman, J Dierick, A Luyckx, S Verelst. A deadly capillary leak attack. Clarkson's disease: a narrative review. *Acta Clinica Belgica*. 2020 Jul 13;77(1):219–26.
23. Kashani K, Omer T, Shaw AD. The Intensivist's Perspective of Shock, Volume Management, and Hemodynamic Monitoring. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*. 2022 Apr 4;17(5):CJN.14191021.
24. Beaubien-Souligny W, Rola P, Haycock K, Bouchard J, et al. Quantifying systemic congestion with Point-Of-Care ultrasound: development of the venous excess ultrasound grading system. *The Ultrasound Journal* [Internet]. 2020 Apr 9;12(1):16.
25. Argaz ER. VExUS Nexus: Bedside Assessment of Venous Congestion. *Advances in Chronic Kidney Disease*. 2021 May;28(3):252–61.

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

Anexos:

Anexo I. Hoja de recolección de datos

PACIENTE	EDAD	GENERO	BUN	HTO	ALB	EDEMA	VASOPRESOR	VM I	VEXUS	IV C	BI A	IN F
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												

Anexo II. Carta de consentimiento informado

Título de la investigación: identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y hematocrito”, en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General Dr. Miguel Silva”.

No. de registro: _____

Fecha:

Nombre del investigador principal: Dr. Aquiles Martínez Pizano Médico Residente.
Nombre completo de la persona que participara en la investigación:

Por medio del presente se pone a su disposición la siguiente información a fin de obtener el consentimiento informado del paciente que participara en la investigación. Le invitamos a leer atentamente la siguiente información y solicite aclaración ante cualquier duda.

El protocolo de investigación se llevará a cabo dentro de las instalaciones del Hospital General “Dr. Miguel Silva”, donde los investigadores trabajan en dicha institución ubicada: Bosques de Eucalipto #415, localidad de Atapaneo, Charo Michoacán.

Objetivo del proyecto:

Determinar la asociación del BUN y hematocrito con la presencia de hipovolemia intravascular asociada a fuga capilar en pacientes críticamente enfermos en Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).

Beneficio al paciente:

El beneficio inicial directo al paciente de este estudio no tiene una implicación inmediata, sin embargo, la información obtenida permitirá protocolizar en un futuro la detección oportuna y manejo de los pacientes que tengan características similares a las del paciente participante en la Unidad de Cuidados Intensivos de esta institución.

Riesgos del paciente:

No existe riesgo clínico para el paciente debido a que en este protocolo es un estudio de observación, no se realizará ningún otro tratamiento fuera del estándar, no se hará uso de medicamentos, herramientas y/o maniobras de intervención fuera de ya establecidas para el paciente, únicamente se recolectará información que los investigadores del estudio hayan documentado, sin embargo, existe el riesgo de la pérdida de información privilegiada obtenida.

Métodos para seguir en el protocolo de investigación:

Una vez que el paciente sea ingresado a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital General “Dr. Miguel Silva” y sea candidato para la participación de este protocolo de investigación el médico residente de Medicina Critica se presentará con usted y le extenderá la invitación a la participación del paciente. Le explicara en que consiste el estudio y aclarara cualquier duda que exista en el momento.

La carta de consentimiento informado se le entregara el día que el paciente sea ingresado a la Unidad de Cuidados Intensivos, en caso de que usted acepte la participación se le solicitara que lea detenidamente el presente documento, así mismo deberá firmar su autorización, el médico residente de medicina critica aplicara realizara las evaluaciones y llenando de cada uno de los apartados correspondientes, una vez recolectados los datos, el documento será entregando al investigador principal e investigadores asociados para su revisión y corroboración.

La información obtenida del participante en este estudio se vaciará en una base de datos la cual se utilizará para su análisis posterior y determinar a futuro si en base a los resultados del estudio es una herramienta funcional dentro del área.

Participación en el protocolo de investigación:

La participación en este protocolo de investigación es anónima, confidencial y voluntaria, por lo que tiene derecho de retirar al paciente del estudio durante cualquier etapa de esta investigación sin obligación alguna de dar explicación, únicamente se le pide comunicar su decisión a alguno de los miembros del equipo de investigación. En caso de que usted decida retirar al paciente de estudio no representara algún impacto negativo en la calidad de atención y tratamiento estándar al paciente. Es importante mencionar que la base de datos que se implementara en esta investigación no se encuentra estandarizado como una lista de cotejo. La participación en este protocolo de investigación no representa ningún costo, así como ninguna compensación.

Usted tiene derecho a ser informado por el equipo de investigadores sobre la participación del paciente en este protocolo de investigación en cualquier momento que usted lo decida. En caso de tener alguna duda, inquietud o descontento en el transcurso de este estudio o en la forma en la que ha sido tratado durante el transcurso de la misma, le pedimos que se comuniquen con el investigador principal o con el director del Comité de Ética en Investigación, a continuación, se proporcionaran los datos de contacto de los mismos.

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

- Datos de contacto del investigador principal:
Nombre: Dr. Aquiles Martínez Pizano *Teléfono:* 468-117-1995
- Datos de contacto del director del Comité de Ética en Investigación:
Nombre: Q.F.B. Álvaro Rodríguez Barrón *Teléfono:* 443-155-8030

La información obtenida será empleada solo con fines académicos, al concluir el estudio la información y los datos personales se consideran de carácter personal y serán respaldados o resguardados por el equipo de investigación.

Si usted acepta la participación en este estudio le pedimos firmar el presente documento el cual le entregaremos una copia.

Declaración de la persona que da el consentimiento:

Escriba nombre y firma en este documento:

PARTICIPANTE:

Nombre:

Firma:

Fecha y hora:

Testigo 1:

Nombre:

Firma (relación con el paciente):

Fecha y hora:

Testigo 2:

Nombre:

Firma (relación con el paciente):

Identificación de hipovolemia en pacientes con fuga capilar mediante aumento de BUN y Hematocrito
en la unidad de cuidados intensivo del hospital general Dr. Miguel Silva.

Fecha y hora:

Nombre y firma del investigador o persona que obtiene el consentimiento:

Nombre:

Firma:

Fecha y hora:

Aquiles Martínez Pizano

IDENTIFICACION DE HIPOVOLEMIA EN PACIENTES CON FUGA CAPILAR MEDIANTE AUMENTO DE BUN Y HEMATOCRI...

 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trncoid::3117:556242879

Fecha de entrega
12 feb 2026, 12:32 p.m. GMT-6

Fecha de descarga
12 feb 2026, 12:38 p.m. GMT-6

Nombre del archivo
IDENTIFICACION DE HIPOVOLEMIA EN PACIENTES CON FUGA CAPILAR MEDIANTE AUMENTO DEpdf

Tamaño del archivo
1.9 MB

60 páginas
13.043 palabras
80.119 caracteres

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	ESPECIALIDAD MEDICINA CRITICA	
Título del trabajo	IDENTIFICACION DE HIPOVOLEMIA EN PACIENTES CON FUGA CAPILAR MEDIANTE AUMENTO DE BUN Y HEMATOCRITO EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVO DEL HOSPITAL GENERAL "DR. MIGUEL SILVA"	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	AQUILES MARTINEZ PIZANO	
Director	LUIS ALBERTO RUIZ MARINES	
Codirector		
Coordinador del programa		

Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	NO	

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	SI	USO PARA TRADUCCION DE TERMINOLOGIA EN INGLES A ESPAÑOL.
Traducción a otra lengua	NO	
Revisión y corrección de estilo	NO	
Análisis de datos	NO	
Búsqueda y organización de información	NO	
Formateo de las referencias bibliográficas	NO	
Generación de contenido multimedia	NO	
Otro	NO	

Datos del solicitante	
Nombre y firma	AQUILES MARTINEZ PIZANO 
Lugar y fecha	MORELIA, MICHOACAN, 12/FEBRERO/2026