



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO  
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS

---



**CORRELACIÓN ENTRE ÍNDICE DE FUGA CAPILAR Y LUS SCORE EN  
PACIENTES CON CHOQUE SEPTICO EN LA UNIDAD DE CUIDADOS  
INTENSIVOS**

PROYECTO DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA  
EN:

**MEDICINA CRÍTICA**

PRESENTA

DR. JORGE ALEJANDRO ZEPEDA PÉREZ

**DIRECTOR DE TESIS**

DR. LUIS ANTONIO GORORDO DELSOL

Esp. Urgencias Médico Quirúrgicas, Esp. Medicina Crítica

**NÚMERO DE PROTOCOLO: HJM 0790/20-R**

Ciudad de México, Agosto 2020.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TUTOR DE TESIS

DR. LUIS ANTONIO GORORDO DELSOL (1)

TESISTA

DR. JORGE ALEJANDRO ZEPEDA PEREZ (2)

CO-INVESTIGADOR

DRA. JESSICA GARDUÑO LOPEZ (3)

1. Especialista en Urgencias Médico Quirúrgicas, especialista en Medicina Crítica, Médico adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos Adultos del Hospital Juárez de México, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México. Teléfono 57477560 extensión 7456. Correo electrónico: [luis.gorordodelsol@icloud.com](mailto:luis.gorordodelsol@icloud.com)
2. Especialista en Medicina Interna, residente de Medicina Crítica en el Hospital Juárez de México, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México. Teléfono 57477560 extensión 7456. Correo electrónico: [jazp90@hotmail.com](mailto:jazp90@hotmail.com)
3. Especialista en Urgencias Médico Quirúrgicas, especialista en Medicina Crítica, alta especialidad en Terapia Intensiva Cardiovascular. Hospital Juárez de México, Secretaría de la Salud, Ciudad de México, México. Teléfono 57477560 extensión 7456. Correo electrónico: [jessygarduno@icloud.com](mailto:jessygarduno@icloud.com)

**Dr. Jaime Mellado Ábrego**

Titular de la Unidad de Enseñanza

Hospital Juárez de México

Secretaría de Salud

**Dr. Víctor Manuel Flores Méndez**

Jefe de Posgrado

Hospital Juárez de México

Secretaría de la Salud

**Dra. Jessica Garduño López**

Profesor Adjunto al Curso de Medicina Crítica

Colaborador

Hospital Juárez de México

**Dr. Luis Antonio Gorordo Delsol**

Profesor Adjunto al Curso de Medicina Crítica

Investigador Principal

Hospital Juárez de México

**Dr. Jorge Alejandro Zepeda Pérez**

Médico Residente de la especialidad de Medicina Crítica

Tesista

Hospital Juárez de México

Secretaría de la Salud

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mi mamá y hermana, de manera especial a mi esposa, pilar fundamental, por haberme apoyado incondicionalmente pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron. A mi padre (qepd), quien me enseñó el amor a la medicina, sé que desde el cielo me continúa guiando.

Agradezco a mi director de tesis, quien con su experiencia, conocimiento y motivación me orientó en la investigación.

Agradezco a todos los docentes que con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme personal y profesionalmente.

## Resumen

**Introducción:** El síndrome de fuga capilar es una entidad que poco se ha estudiado directamente en la sepsis. Éste consiste en el incremento de la permeabilidad tisular, caracterizada por hipotensión, edema e hipovolemia que conducen a falla orgánica múltiple. Esta puede ser estudiada mediante pruebas imagenológicas como lo son el US pulmonar mediante la utilización de la escala LUS score, y mediante pruebas de laboratorio (albumina y proteína C reactiva), con la cual se obtiene el Índice de fuga capilar (IFC), siendo un puntaje de > 6 puntos indicativo de síndrome de fuga capilar. Dichos conocimientos ayudan a guiar de una manera objetivo el tratamiento.

**Objetivo:** Evaluar la correlación entre el Índice de fuga capilar y LUS score en pacientes con choque séptico en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Juárez de México

**Material y método:** Se incluyeron pacientes del Hospital Juárez de México (HJM), admitidos a la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), que ingresaron en el periodo de diciembre 2019 a junio 2020, con el diagnóstico de choque séptico. *criterios de inclusión:* Pacientes  $\geq$  18 años de edad, en estado de choque séptico, que se encuentren en ventilación mecánica invasiva. *Criterios de exclusión:* Embarazadas, pacientes con enfermedad renal crónica, pacientes con cirrosis hepática, pos operados de cirugía de tórax, pacientes con traquesotomía. Se realizó estadística descriptiva en las variables de importancia, que incluyeron promedios, porcentajes, rangos, y desviaciones estándar. El análisis metodológico se realizó mediante la comparación de las variables a estudio. Se estableció la normalidad en la distribución con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y posteriormente se aplicó la prueba de correlación de Pearson, considerando significativo un valor de p inferior a 0.05

**Resultado:** Se analizó una muestra de 30, en la que se determinó niveles séricos de albumina y proteína c reactiva para determinar el índice de fuga capilar, y se realizó LUS score mediante US pulmonar, estos procedimientos se realizaron el primer día de hospitalización y tercer día.

Los resultados obtenidos muestran que al primer día de hospitalización ninguna prueba realizada es significativa para determinar síndrome de fuga capilar, al tercer día hubo correlación entre IFC y LUS score, así como LUS score y balance hídrico. Se realizó prueba de correlación de Pearson, con una correlación de 0.05324 con  $R^2$  de 0.2834, con lo cual se comprueba correlación entre IFC y LUS score.

**Conclusión:** El ultrasonido pulmonar es una herramienta accesible e importante para evaluar el estado de hidratación del paciente, lo cual influye en la toma de decisiones para su tratamiento. En pacientes con choque séptico el índice de fuga capilar puede predecir el estado de congestión pulmonar mediante la correlación existente entre éste y el LUS score El índice de fuga capilar no debe usarse el primer día de hospitalización para determinar presencia de fuga capilar.

## ÍNDICE

I.	GENERALIDADES.....	9
II.	JUSTIFICACIÓN.....	15
III.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
	III.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	16
	III.2 HIPÓTESIS.....	16
IV.	OBJETIVOS.....	17
	IV.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
	IV.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
V.	HIPÓTESIS DEL TRABAJO.....	18
	V.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO (Hi).....	18
	V.2 HIPÓTESIS NULA (Ho).....	18
VI.	METODOLOGÍA.....	19
	VI.1 CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO.....	19
	VI.2 OPERACIONALIZACIÓN DEL UNIVERSO DE TRABAJO.....	19
	VI.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	19
	VI.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	19
	VI.5 CRITERIOS DE ELIMINACIÓN.....	19
VII.	VARIABLES.....	20
	VII.1 CUADRO DE CONCENTRACIÓN DE VARIABLE.....	20
	VII.2 HERRAMIENTA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	21
	VII.3 CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	22
VIII.	PROCEDIMIENTO.....	23
IX.	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	24
	IX.1 PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS.....	24
	IX.2 TIPOS DE GRÁFICOS UTILIZADOS.....	24
X.	LOGÍSTICA.....	24
	X.1 RECURSOS HUMANOS:.....	24
	X.2 RECURSOS MATERIALES.....	24
	X.3 RECURSOS FINANCIEROS.....	24
	X.4 ASPECTOS ÉTICOS.....	25



X.5 ASPECTOS DE BIOSEGURIDAD.....	26
XI. RESULTADOS.....	27
XII. DISCUSIÓN.....	31
XIII. CONCLUSIONES.....	33
XIV. BIBLIOGRAFÍA.....	34

## I. GENERALIDADES

El síndrome de fuga capilar es una entidad que poco se ha estudiado directamente en la sepsis. Éste consiste en el incremento de la permeabilidad tisular, caracterizada por hipotensión, edema e hipovolemia que conducen a falla orgánica múltiple. <sup>1, 14, 19</sup>

En 2012 Cordermans y cols. definieron este síndrome como el incremento de la permeabilidad capilar causado por la inflamación sistémica asociado a niveles elevados de proteína C reactiva e hipoalbuminemia. <sup>2</sup> El síndrome de fuga capilar podría considerarse un estadio temprano de choque y disfunción orgánica múltiple, el cual al ser detectado de forma precoz podría ser tratado y, en su caso detenido, evitando así su elevada morbimortalidad. A su vez se debe considerar un manejo conservador de líquidos, con equilibrios incluso negativos en al menos dos días consecutivos. <sup>3, 20</sup>

Este índice es determinado con el cociente de proteína C reactiva (mg/dL) entre la albúmina, considerando < 6 como normal, siendo reportada una alta morbilidad con fallas orgánicas con valores mayores de 6. <sup>4</sup>

La radiografía de tórax se realiza de forma rutinaria, pero tiene un rendimiento diagnóstico limitado.

Con la introducción del ultrasonido a las unidades de cuidados intensivos, la puntuación de la ecografía pulmonar se ha considerado como una puntuación semicuantitativa decente para medir la pérdida de aireación pulmonar. Se ha demostrado que el puntaje es valioso para diagnosticar y monitorear la patología pulmonar, además, el ultrasonido del pulmón y la cuantificación de las líneas B se introdujo recientemente como una nueva herramienta para detectar la sobre hidratación. <sup>5, 15</sup>

El ultrasonido pulmonar permite un diagnóstico rápido y confiable de consolidación pulmonar, derrame pleural o síndrome alveolo intersticial. La evaluación de pacientes ingresados en la unidad de cuidados intensivos con LUS score combinada con el protocolo de ultrasonido general proporciona información precisa, rápida y fácil con relevancia diagnóstica y terapéutica. Por lo tanto, el ultrasonido pulmonar ahora se incluye en un consenso de declaración sobre las competencias básicas de punto de atención crítica.<sup>6, 16</sup>

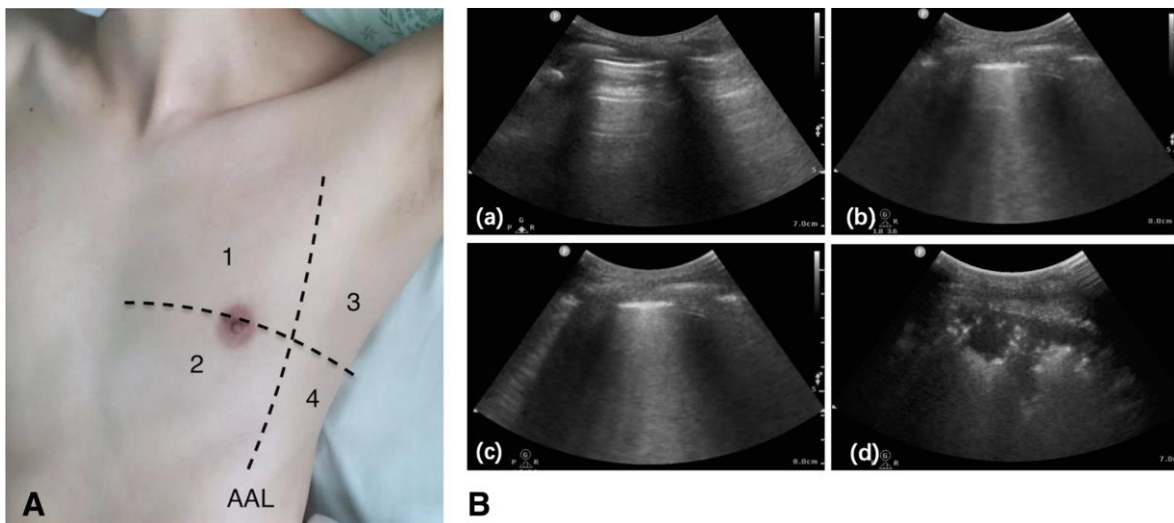


Figura. 1. Protocolo de examen de ultrasonido pulmonar de ocho zonas y patrón de ultrasonido pulmonar. A: Cada hemitórax se divide en cuatro cuadrantes: zonas anterior y lateral (separadas por las líneas axilares anteriores) con cada una dividida en porciones superior e inferior. AAL indica la línea axilar anterior. B: patrón de ultrasonido pulmonar. (a): patrón A; (b): patrón B1; (c): patrón B3; (d): patrón C (consolidación pulmonar). Tomado de: Yin et al. BMC Pulmonary Medicine (2019) 19:1

El LUS score se realiza de acuerdo con un protocolo de examen sistémico. Se realiza normalmente en pacientes en decúbito supino. El operador primero debe ubicar el diafragma y los pulmones.<sup>6</sup>

La consolidación pulmonar o el derrame pleural se encuentra predominantemente en regiones pulmonares dependientes y dorsales y puede distinguirse fácilmente del hígado o el bazo una vez que se ha identificado el diafragma. Al utilizar las líneas axilares anterior y posterior como puntos de referencia anatómicos, se pueden identificar tres áreas por hemitórax (anterior, lateral y posterior).

Cada área se divide en dos, superior e inferior. En una región de interés dada, la superficie pulmonar de todos los espacios intercostales adyacentes debe explorarse moviendo la sonda transversalmente. Las áreas posteriores pueden examinarse más extensamente (hasta la columna vertebral) si se realiza una ligera rotación del paciente en el lado contralateral; El área superior posterior a veces es difícil de evaluar porque la escápula puede determinar un punto ciego.

Diferentes sondas pueden ser adecuadas para LUS; La elección del más adecuado depende del tamaño del paciente y de la patología sospechada. Las sondas lineales tienen alta definición superficial y baja capacidad de penetración debido a su alta frecuencia; Por lo tanto, son adecuados en pacientes con pared parietal delgada, principalmente en campos anteriores y en la evaluación de patologías pleurales (es decir, neumotórax). Las sondas de matriz en fase y convexas son más adecuadas para el examen de patologías profundas (consolidaciones y derrames pleurales) y para áreas gruesas de la pared parietal, principalmente lateral y posterior. Las sondas microconvexas son más flexibles y pueden ser adecuadas para la evaluación de patologías tanto superficiales como profundas debido a su amplio rango de frecuencia.

### I.1 HALLAZGOS NORMALES

Los ultrasonidos no se transmiten a través del pulmón normalmente aireado, y solo se puede ver la línea pleural. Aparece como una línea hiperecoica y deslizante, que se mueve hacia adelante y hacia atrás con ventilación, como resultado del movimiento de la pleura visceral contra la pleura parietal durante el ciclo respiratorio.

Más allá de esta línea pleural, se visualizan líneas horizontales inmóviles y regularmente espaciadas a la pleura, líneas A; corresponden al artefacto de reverberación normal de la línea pleural. Las líneas A y el deslizamiento pulmonar definen la aireación normal.

## I.2 LÍNEAS B

El edema pulmonar resulta del aumento de la permeabilidad capilar (un sello distintivo de la lesión pulmonar aguda) o del aumento de la presión hidrostática intravascular. Este aumento en el agua pulmonar extravascular (EVLW) se extiende a la periferia pulmonar y produce artefactos de ultrasonido verticales como resultado de la interfase gas-tejido anormal. Aparecen como líneas B verticales brillantes a la línea de pleura y surgen de ella llegando al borde de la pantalla borrando líneas A. Representan un artefacto de reverberación a través de septos o alvéolos interlobulares edematosos. Es por esto que pueden determinar estados de hiperhidratación.

## I.3 CONSOLIDACIÓN PULMONAR

La consolidación pulmonar resulta de la pérdida masiva de aireación, como en la bronconeumonía lobar, contusión pulmonar y atelectasia lobular. Aparece como una ecotextura similar a un tejido ("hepatización"). La consolidación pulmonar tiene un límite superficial a nivel de la línea pleural o un derrame pleural, si está presente y un límite profundo generalmente irregular con el pulmón aireado o regular en caso de compromiso del lóbulo completo. Dentro de la consolidación, se pueden ver imágenes puntiformes hiperecoicas, correspondientes a broncogramas aéreos (bronquios llenos de aire). La penetración de gas en el árbol bronquial de la consolidación durante la inspiración produce un refuerzo inspiratorio de estas imágenes puntiformes hiperecoicas (broncogramas dinámicos).

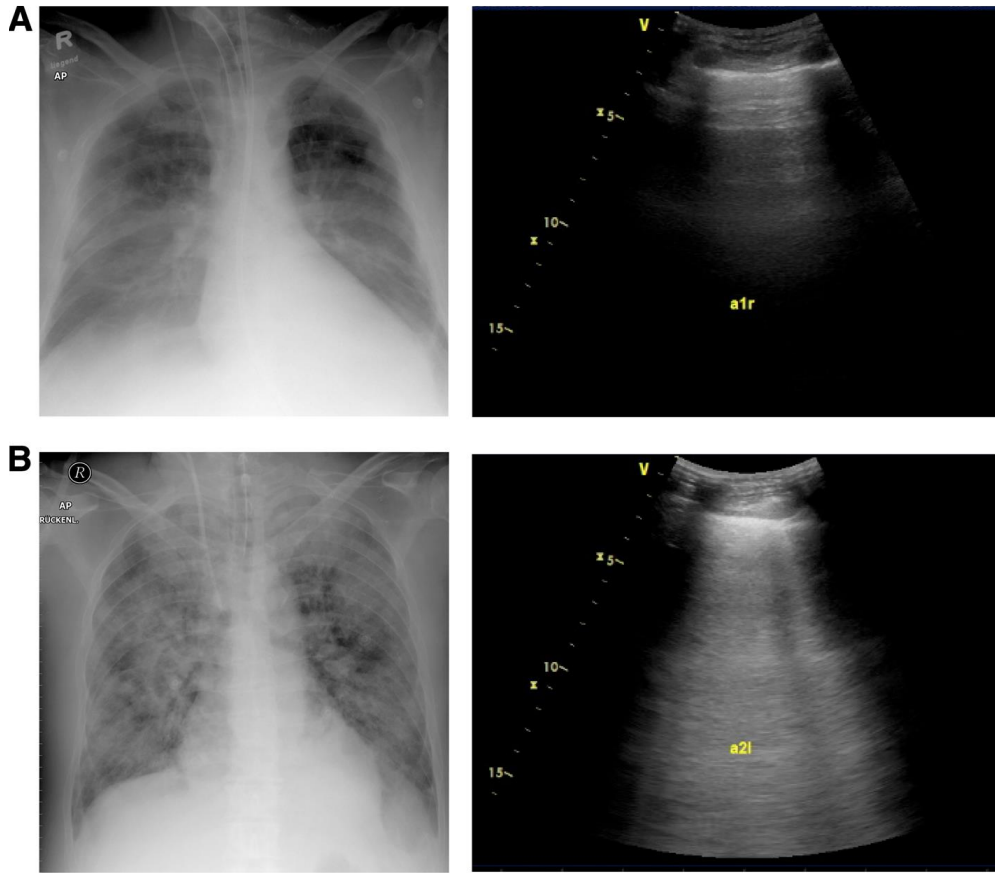


Figura 2. Radiografías de tórax (izquierda) y capturas de pantalla de ultrasonido correspondientes (derecha) de dos pacientes del estudio. (A) Pulmón seco con un índice de agua pulmonar extravascular normal (EVLWI) y líneas A predominantes. (B) Edema pulmonar no cardíaco severo con un EVLWI alto y líneas B confluentes. Tomado de: Enghard et al. *Critical Care* (2015) 19:36

Mediante el US pulmonar se puede determinar el grado de congestión pulmonar traducido como Agua pulmonar extravascular (ELWI). Enghard et al, estudio a 50 pacientes con US pulmonar y termodilución transpulmonar con el sistema PiCCO. Obtuvo la clasificación de LUS score, los resultados se compararon con los obtenidos mediante ELWI y el índice de volumen sanguíneo intratorácico calculado con mediciones de termodilución transpulmonar, encontrando que la evaluación del agua pulmonar por ultrasonido mostró una excelente correlación con ELWI en una amplia gama de grados de hidratación pulmonar.<sup>7, 17</sup>

Alsous et al (2000), sugirió que un balance negativo de líquidos de hasta < 2500 ml en los primeros 3 días de hospitalización puede ser un buen predictor independiente de supervivencia en pacientes en choque séptico.<sup>8</sup>

Es por ello que queremos determinar si existe correlación lineal entre índice de fuga capilar y LUS score para determinar el estado de volemia de los pacientes de manera fácil y económica en comparación a otros sistemas de mayor costo y complejidad (Picco, Chetah).<sup>9, 18</sup>

## II. JUSTIFICACIÓN

El choque séptico es una de las principales causas de ingreso y mortalidad en las unidades de cuidados intensivos. Es una disfunción orgánica en la que se producen anomalías macro y micro circulatorias las cuales son suficientes para aumentar sustancialmente la mortalidad. En la actualidad se ha estudiado el síndrome de fuga capilar en la sepsis y este juega un papel importante que se asocia a falla multiorgánica.<sup>10</sup>

El Índice de fuga capilar permite predecir el desenlace de los pacientes con choque séptico, mejorar el control de la reanimación y disminuir mortalidad.<sup>11 - 12</sup>

Recientemente se ha empezado a implementar el uso del Ultrasonido en las unidades de terapia intensiva los cuales nos apoyan para evaluar la volemia de los pacientes. El LUS score, nos ayuda para determinar el grado de aireación pulmonar y se ha estudiado para valorar el grado de sobrecarga de volumen en los pacientes intubados.<sup>13</sup>

Por lo tanto, se pretende determinar si existe correlación entre LUS score e Índice de fuga capilar ya que ambos nos ayudan a determinar la volemia del paciente y de esta manera incidir tempranamente sobre la morbimortalidad de los pacientes con choque séptico.



### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### III.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe correlación entre el índice de fuga capilar y LUS score en pacientes con choque séptico?

#### III.2 HIPÓTESIS

Hay relación directamente proporcional entre el valor de índice de fuga capilar y el LUS score.

## **IV. OBJETIVOS**

### **IV.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la correlación entre el Índice de fuga capilar y LUS score en pacientes con choque séptico en la unidad de cuidados intensivos del Hospital Juárez de México

### **IV.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar la correlación entre el Índice de fuga capilar y balance acumulado al ingreso al ingreso y al tercer día de hospitalización
- Identificar la correlación entre LUS score y balance acumulado al ingreso y al tercer día de hospitalización.

## **V. HIPÓTESIS DEL TRABAJO.**

### V.1 HIPÓTESIS DE TRABAJO (Hi)

Hay relación directamente proporcional entre el valor de índice de fuga capilar y el LUS score.

### V.2 HIPÓTESIS NULA (Ho)

No hay relación directamente proporcional entre el valor de índice de fuga capilar y el LUS score.

## **VI. METODOLOGÍA**

### **VI.1 CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO**

Tipo de Estudio: Analítico

Por su objetivo: Comparativo

Por su temporalidad: Longitudinal

Por la recolección de los datos: Prospectivo.

Por su ubicación: Unicentrico

Por la asignación de la maniobra: Escrutinio

Por el grupo de estudio: Homodémico

### **VI.2 OPERACIONALIZACIÓN DEL UNIVERSO DE TRABAJO**

Unidad de análisis: Unidad de cuidados intensivos (Unidad medico quirúrgica polivalente de 9 camas) Hospital Juárez de México, de la secretaria de la Salud.

Tiempo: diciembre 2019 – junio 2020

Población y muestra: Muestra por conveniencia. Hombres y mujeres mayores de 18 años ingresados en la unidad de cuidados intensivos de Hospital Juárez de México.

### **VI.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

Pacientes mayores de 18 años

Pacientes con Choque séptico

Pacientes con choque séptico que se encuentren en ventilación mecánica invasiva

### **VI.4 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

Embarazadas

Pacientes con enfermedad renal crónica

Pacientes con cirrosis hepática

Pacientes postoperados de cirugía de tórax

Pacientes con traqueostomía

### **VI.5 CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**

Pacientes que no presenten niveles séricos de PCR y/o Albumina

## VII. VARIABLES

- a) Edad
- b) Sexo
- c) LUS score
- d) Índice de fuga capilar
- e) Balance acumulado

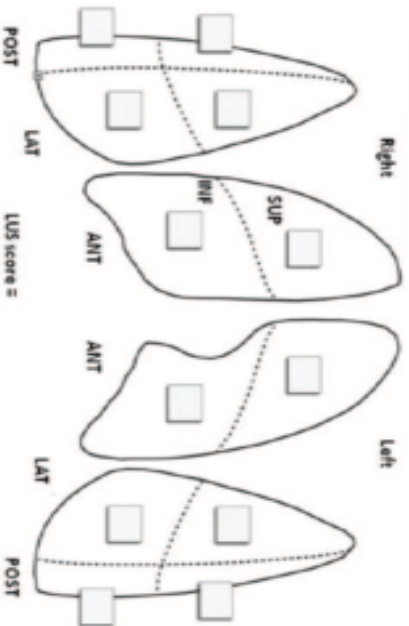
### VII.1 CUADRO DE CONCENTRACIÓN DE VARIABLE

DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	VALOR
<b>INDEPENDIENTE</b>				
LUS score	Puntaje acumulativo de cada región examinada mediante ultrasonido pulmonar	Paramétrica	Intervalos	1. <7 2. 7 – 13 3. >13
Índice de fuga capilar	Relación PCR/Albumina el cual permite predecir riesgo de fuga capilar	Paramétrica	Intervalos	1. < 6 2. > 6
<b>DEPENDIENTE</b>				
Balance acumulado	Suma diaria de ingresos y egresos de volumen medidas en ml durante la hospitalización del paciente	No Paramétrica	Intervalos	1. >-500 ml 2. - 500 – 0 ml 3. 0 – 500 ml 4. > 500 ml
<b>GENERALES</b>				
EDAD	Edad en años cumplidos	Paramétrica	Intervalos	1. < 45 años 2. 45-65 años 3. > 65 años
SEXO	Condición orgánica que distingue el macho de la hembra en los organismos heterogaméricos.	No paramétrica	Nominal dicotómica	1. Hombre 2. Mujer



*Correlación entre Índice de Fuga capilar y LUS score en pacientes con choque séptico en la Unidad de Cuidados Intensivos*  
**Hospital Juárez de México**

Nº: \_\_\_\_\_ Dia de hospitalización : \_\_\_\_\_ Peso : \_\_\_\_\_ Balance acumulado : \_\_\_\_\_



**LUS SCORE** <sup>1</sup>

**Puntuación**

- Normal = 0 pts
- Líneas B separadas = 1 pts
- Líneas B coalescentes = 2 pts
- Consolidación = 3 pts

Puntaje total es la suma de cada una de las 12 áreas

Puede ir de 0 – 36 pts

**Índice de fuga capilar <sup>2</sup>**  
**(Capillary leakage index)**

PCR mg/L  
 CLI = -----  
 Albumina g/L

**Parámetros**

- PCR (mg/L) = \_\_\_\_\_
  - Albumina (g/L) = \_\_\_\_\_
  - CLI = \_\_\_\_\_
- Valores normales < 6

<sup>1</sup> Anesthesiology 2015; 122:437-47

<sup>2</sup> Chest 2000; 117: 1749-54

### VII.3 CONSENTIMIENTO INFORMADO

#### Hospital Juárez de México Unidad de Cuidados Intensivos



Consentimiento informado para inclusión en el estudio “**Correlación entre índice de fuga capilar y LUS score en pacientes con choque séptico en la unidad de cuidados intensivos**”.

Hospital Juárez de México, SSA

Ciudad de México

Dr. Jorge Alejandro Zepeda Pérez

Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
dd mm aa

Yo \_\_\_\_\_, con edad de \_\_\_\_\_ años, identificado con \_\_\_\_\_, autorizo a que el Dr Jorge Alejandro Zepeda Pérez, residente de Medicina Critica, la realización del siguiente procedimiento: estudios complementarios (laboratorio y ultrasonido) para la identificación del índice de fuga capilar y lus score.

Se me ha informado, completa y claramente, acerca de los riesgos que dicho procedimiento implica, los cuales incluyen *infección en sitio de punción, sangrado, hematoma, dolor en sitio de punción para la toma de muestras sanguíneas o alergia al gel conductor*. Asimismo, doy autorización para el manejo de mis resultados de laboratorio y gabinete para el análisis estadístico de dicho estudio.

Se me explica que durante el procedimiento pueden aparecer circunstancias no previstas que pueden requerir extensión del procedimiento inicial. Al aceptar y firmar dicho consentimiento, reconozco que lo he leído y comprendido en su totalidad, así como también que se me ha brindado la oportunidad de realizar preguntas acerca del procedimiento y que dichas preguntas me fueron aclaradas.

Nombre	Firma
Paciente: _____	_____
Testigo 1: _____	_____
Testigo 2: _____	_____
Médico: _____	_____

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## VIII. PROCEDIMIENTO

Se realizaron niveles séricos de PCR y albumina en las primeras 24 horas de estancia a todos los pacientes ingresados en la UCI del Hospital Juárez de México durante el período diciembre 2019 – Febrero 2020, que cumplieron criterios de inclusión al estudio y otra toma a las 72 horas de ingreso (laboratorios realizados de manera rutinaria en la UCI) para determinar el índice de fuga capilar, según Malbrain y col.<sup>4</sup>

Se realizó rastreo ultrasonográfico de tórax con Ultrasonido portátil tipo “lap-top” modelo LOGIQ Book XP, General Electric, con un transductor curvo 3-5Hz para medición de las líneas B en las ventanas pulmonares, a los pacientes que cumplan criterios de inclusión, para determinar el LUS score, según las técnicas descritas por Belaïd Bouhemad, y col.<sup>5</sup> Se recolectó información el día de ingreso y el tercer día de estancia.

La información obtenida se capturó en las hojas de recolección de datos previamente elaboradas, las cuales posteriormente fueron procesados y analizados en una base de datos del software SPSS versión 21 mediante la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov, para determinar si los resultados tienen una distribución normal, o correlación esperada según nuestra hipótesis.



## **IX. PROCESAMIENTO DE DATOS**

### **IX.1 PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS.**

Se estableció la normalidad en la distribución con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y para establecer la correlación entre las variables en estudio, y se obtuvo el coeficiente de correlación de Pearson para relacionar las variables continuas, considerando significativo cuando el valor de p fue inferior a 0.05.

### **IX.2 TIPOS DE GRÁFICOS UTILIZADOS.**

- Gráficos de dispersión.

## **X. LOGÍSTICA**

### **X.1 RECURSOS HUMANOS:**

- Residente
- Investigador responsable
- Investigador asociado

### **X.2 RECURSOS MATERIALES:**

- Hojas tabuladoras de valores para LUS score e Índice de fuga capilar
- Fotocopiadora
- Computadora portátil
- Lapiceros

### **X.3 RECURSOS FINANCIEROS.**

- Propios del investigador

#### X.4 ASPECTOS ÉTICOS

Para la realización de este trabajo se evaluó, previo a su realización, por el comité de ética del Hospital Juárez de México, SSA. Así mismo, se solicitó consentimiento informado a cada paciente con la presencia de testigos para la recolección y uso de los mismos.

El manejo de la información obtenida se realizó con apego a los preceptos establecidos por la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública que establece lo siguiente:

El investigador principal del protocolo de investigación fue responsable del tratamiento de los datos personales sensibles que los participantes proporcionaron con motivo de la participación en la investigación, mismos que fueron tratados estadísticamente en materia de salud sin que se vulnerara su identidad mediante el proceso de disociación, para proteger la identificación de los mismos de conformidad con los artículos 1, 2, 3, 8, 16, 17, 18 fracción VII del 22, 26, 27 y demás relativos de la ley general de protección de datos personales en posesión de sujetos obligados.

Así como apego a lo establecido en el reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud:

ARTÍCULO 17.- Se considera como riesgo de la investigación a la probabilidad de que el sujeto de investigación sufra algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio. Para efectos de este Reglamento, las investigaciones se clasifican en las siguientes categorías; Investigación sin riesgo, investigación con riesgo mínimo, investigación con riesgo mayor que el mínimo.

## X.5 ASPECTOS DE BIOSEGURIDAD

El presente trabajo se realizó en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México.

Todos los procedimientos que fueron llevados a cabo estuvieron apegados a las normas y reglamentos institucionales y a los de la Ley General de Salud.

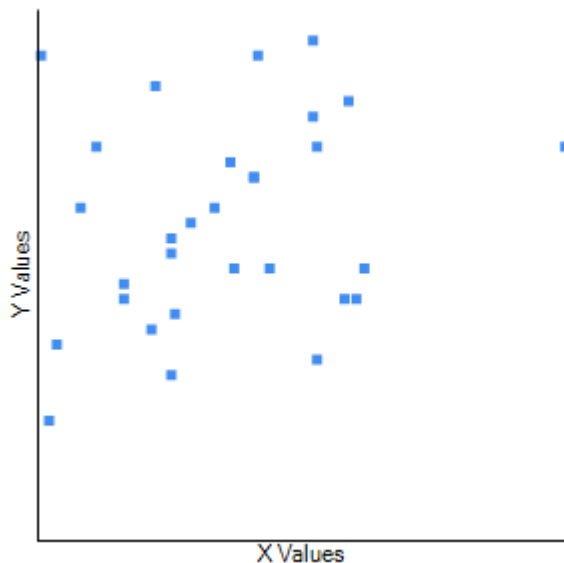
El Hospital Juárez de México es responsable del tratamiento y protección de los datos personales que proporcionaron para su atención médica en este nosocomio, mismos que serán tratados estadísticamente en materia de salud, sin que se vulnerara su identidad mediante el proceso de disociación, para proteger la identificación de estos, de conformidad con la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados.

En todos los pacientes que ingresaron al estudio se le brindó manejo integral acorde a la patología, siempre apegado a guías y normas internacionales de medicina crítica.

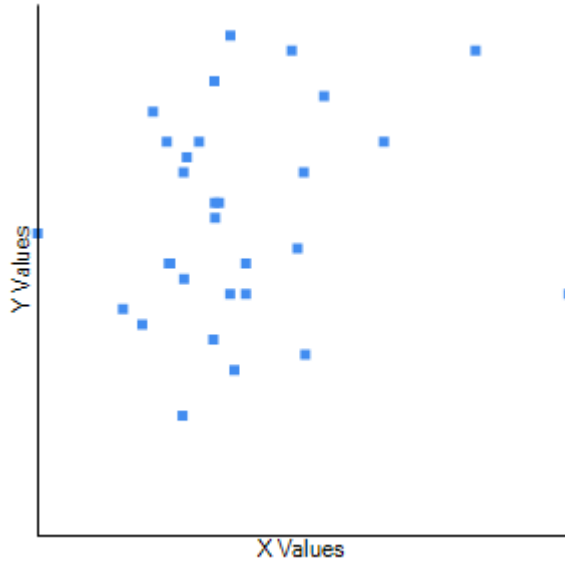
## XI. RESULTADOS

Se revisaron 30 casos de pacientes consecutivos que cumplieron los criterios de selección de la muestra, de los que 19 (63.3%) fueron hombres, la edad promedio fue de 47.2 años, el peso promedio fue de 87.76 (de 64 a 138) kg, mientras que el promedio del balance hídrico acumulado al ingreso fue de 856.83 (de -430 a 3024) mL.

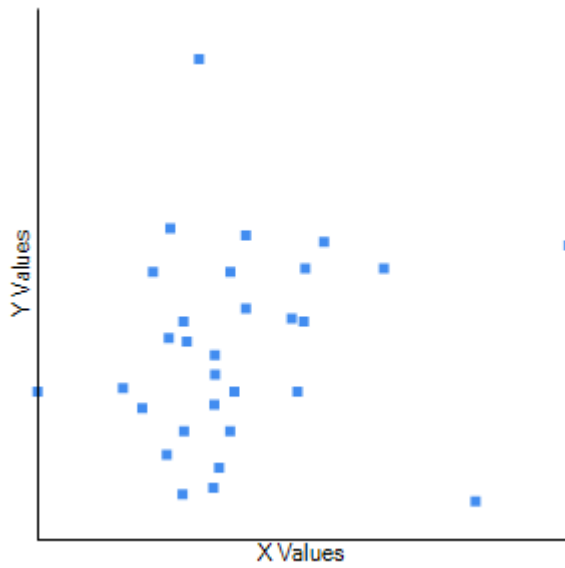
Al ingreso a la UCIA, se obtuvo LUS score promedio de 21.03, mientras que el promedio del índice de fuga capilar (IFC) fue de 5.83; para el balance hídrico en las primeras 24 horas, LUS y el IFC se calculó Kolmogorov-Smirnov, obteniendo K-S 0.19887 ( $p = 0.16248$ ), 0.11004 ( $p = 0.82231$ ) y 0.9782 ( $p = 0.9097$ ) respectivamente, con lo que se determina la normalidad de la distribución de los datos; por el tipo de distribución se calculó el coeficiente de correlación de Pearson para establecer la relación entre el IFC y el LUS, se obtuvo una  $R$  0.2345 con  $R^2$  de 0.055 ( $p = 0.212283$ ) (gráfica 1); se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre el balance hídrico y el LUS obteniendo  $R$  0.1834 con  $R^2$  0.0336 ( $p = 0.331996$ ) (gráfica 2), así como el balance hídrico y el IFC, obteniendo  $R$  0.1522 con  $R^2$  0.0232 ( $p = 0.42203$ ) (gráfico 3).



Gráfica 1. Correlación entre IFC y LUS. En el eje X el IFC y en el eje Y el LUS.

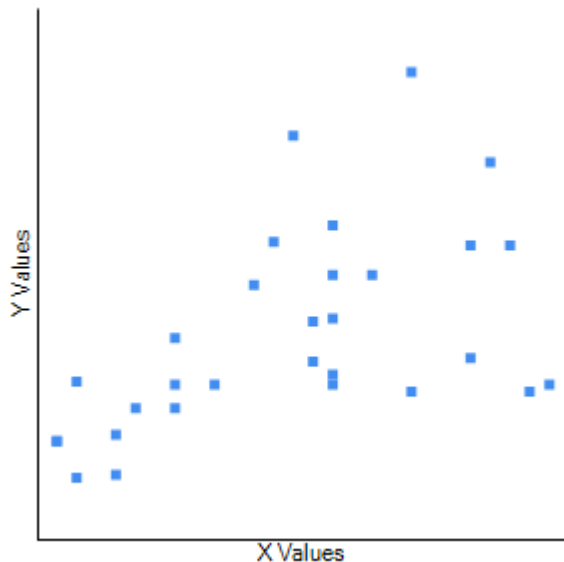


Gráfica 2. Correlación entre balance hídrico y LUS. En el eje X el balance hídrico y el el eje Y el LUS

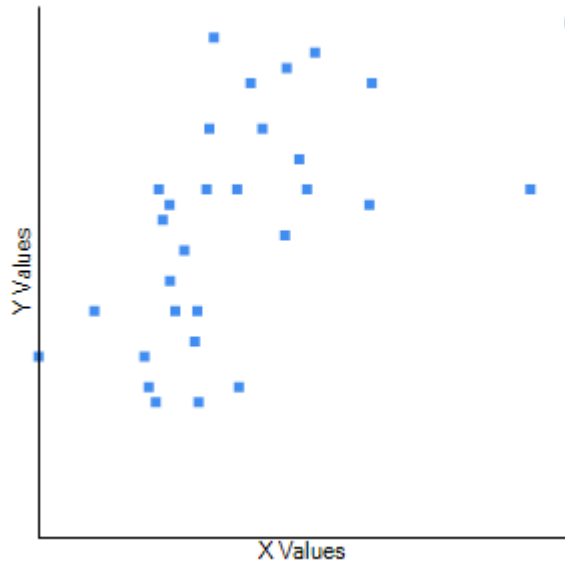


Gráfica 3. Correlación entre balance hídrico e IFC. En el eje X balance hídrico y en el eje Y el IFC

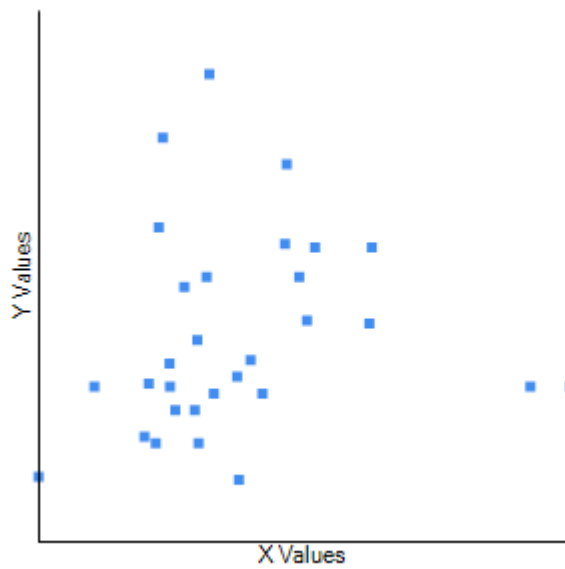
Al tercer día después del ingreso a la UCIA, se obtuvo LUS score promedio de 20.8, mientras que el promedio del índice de fuga capilar (IFC) fue e 6.2; para el balance hídrico en las primeras 24 horas, LUS y el IFC se calculó Kolmogorov-Smirnov, obteniendo K-S 0.19887 ( $p = 0.16248$ ), 0.11004 ( $p = 0.82231$ ) y 0.9782 ( $p = 0.9097$ ) respectivamente, con lo que se determina la normalidad de la distribución de los datos; por el tipo de distribución se calculó el coeficiente de correlación de Pearson para establecer la relación entre el IFC y el LUS, se obtuvo una R 0.05324 con  $R^2$  de 0.2834 ( $p = 0.002457$ ) (gráfica 4); se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre el balance hídrico y el LUS obteniendo R 0.5873 con  $R^2$  0.3449 ( $p = 0.000645$ ) (gráfica 5), así como el balance hídrico y el IFC, obteniendo R 0.1388 con  $R^2$  0.0193 ( $p = 0.464482$ ) (gráfico 6).



Gráfica 4. Correlación IFC y LUS al 3º día. En el eje X el IFC y en el eje Y el LUS.



Gráfica 5. Correlación entre balance hídrico y LUS al 3º día. En el eje X el balance hídrico y en el eje Y el LUS



Gráfica 6. Correlación entre balance hídrico e IFC al 3º día. En el eje X balance hídrico y en el eje Y el IFC

## XII. DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis de trabajo, que establece que existe correlación entre el índice de fuga capilar y el LUS score.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Enghard <sup>7</sup>, quien señala que mediante ultrasonografía pulmonar LUS score se puede predecir el agua pulmonar extravascular mediante el conteo de líneas B lo cual es un indicador de fuga capilar, nuestros resultados obtenidos al tercer día sugiere que existe relación con ambas variables, con un valor de  $p$  0.002457.

Similares datos obtuvo Cordemans <sup>2</sup>, el cual sostiene que existe una importante correlación entre el balance de líquidos y LUS score, así como agua pulmonar extravascular e hipertensión abdominal, estas últimas variables no registradas en nuestro estudio, nosotros encontramos que existe correlación con el balance de líquidos y LUS score, con un valor de  $p$  0.000645.

En lo que no concuerda el estudio es en relación a los resultados obtenidos de Malbrain <sup>4</sup>, quien señala que los niveles de Índice de fuga capilar mayores de 6 son predictores del balance hídrico de los pacientes. Sin embargo en nuestro estudio no se encontró relación entre estas variables, con un valor de  $p$  0.464482. Esto puede estar influenciado por el número de nuestra muestra, sugerimos que estos resultados podrían mejorar de acercándose a los resultados de Malbrain aumentando la muestra.

No encontramos ninguna relación entre Índice de fuga capilar y LUS score el primer día de hospitalización, lo cual debe ser debido a que la respuesta inflamatoria aun no ha provocado lesión endotelial con subsecuente fuga capilar, así como la función hepática en la síntesis de albumina, el estado de hidratación inicial de los pacientes, y el aporte de volumen dentro del hospital, dichos resultados deben de ser estudiados en estudios prospectivos, esos resultados están fuera de nuestros objetivos de estudio.



Se realizó prueba de correlación de Pearson, con una correlación de 0.05324 con  $R^2$  de 0.2834, con lo cual se comprueba correlación entre IFC y LUS score.

Al realizar las pruebas de Kolmogorov-Smirnov Kruskal-Wallis, en ambos casos, se acepta la hipótesis de trabajo, por lo que existe relación dependiente entre las variables estudiadas: IFC y LUS score, pero hasta el tercer día de hospitalización.

### **XIII. CONCLUSIONES**

1. El ultrasonido pulmonar es una herramienta accesible e importante para evaluar el estado de hidratación del paciente, lo cual influye en la toma de decisiones para su tratamiento.
2. En pacientes con choque séptico el índice de fuga capilar puede predecir el estado de congestión pulmonar mediante la correlación existente entre éste y el LUS score.
3. El índice de fuga capilar no debe usarse el primer día de hospitalización para determinar presencia de fuga capilar.
4. Se recomienda seguir realizando más estudios, que apoyen los resultados que se obtuvieron en este estudio.

#### **XIV. BIBLIOGRAFÍA**

1. Eric Siddall, Minesh Khatri and Jai Radhakrishnan. Capillary leak syndrome: etiologies, pathophysiology, and management. *Kidney International* (2017) 92, 37–46
2. Cordemans et al. Fluid management in critically ill patients: the role of extravascular lung water, abdominal hypertension, capillary leak, and fluid balance. *Annals of Intensive Care* 2012, 2(Suppl 1):S1
3. Walter R. Hasibeder. Fluid resuscitation during capillary leakage: does the type of fluid make a difference. *Intensive Care Med* (2002) 28:532–534
4. Malbrain ML, Debaveye Y, De Coninck J, Delmarcelle D: Capillary leakage index as outcome predictor? *Intensive Care Med* 2001, 27:S229, (abstract).
5. Belaïd Bouhemad, et al. Ultrasound for “Lung Monitoring” of Ventilated Patients. *Anesthesiology* 2015; 122:437–47
6. Yin et al. Poor lung ultrasound score in shock patients admitted to the ICU is associated with worse outcome. *BMC Pulmonary Medicine* (2019) 19:1
7. Enghard et al. Simplified lung ultrasound protocol shows excellent prediction of extravascular lung water in ventilated intensive care patients. *Critical Care* (2015) 19:36
8. Fadi Alsous, MD, et al. Negative Fluid Balance Predicts Survival in Patients With Septic Shock. *CHEST* 2000; 117:1749–1754
9. Paul Palacios Moguel. Índice de fuga capilar como una nueva herramienta pronóstica en el choque séptico. *Med Crit* 2018;32(3):141-146

10. Shankar-Hari M, Phillips GS, Levy ML, Seymour CW, Liu VX, Deutschman CS, et al. Developing a new definition and assessing new clinical criteria for septic shock: for the Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA*. 2016; 315(8):775–787
11. Kirk M. Druey, MD, and Philip R. Greipp, MD. Narrative Review: The Systemic Capillary Leak Syndrome. *Ann Intern Med*. 2010;153:90-98
12. G. Marx, et al. Evaluation of noninvasive determinants for capillary leakage syndrome in septic shock patients, *Intensive care med* (2000) 26: 1252-1258
13. Mongodi S et al. Modified Lung Ultrasound Score for Assessing and Monitoring Pulmonary Aeration. *Ultraschall in Med*
14. Andrew HJ Salmon and Simon C Satchell. Endothelial glycocalyx dysfunction in disease: albuminuria and increased microvascular permeability. *J Pathol* 2012; 226: 562–574
15. G. Marx. Fluid therapy in sepsis with capillary leakage. *European Journal of Anaesthesiology* 2003; 20: 429–442
16. Bélaïd Bouhemad. Lung ultrasound for diagnosis and monitoring of ventilator-associated pneumonia. *Ann Transl Med* 2018;6(21):418
17. Jean-Jacques Rouby, M.D. Training for Lung Ultrasound Score Measurement in Critically Ill Patients. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 198(3), 398-401.
18. John A. Myburgh, Ph.D., and Michael G. Mythen, M.D. Resuscitation Fluids. *N Engl J Med* 2013;369:1243-51.

19. Daniel De Backer, Diego Orbegozo Cortes, Katia Donadello & Jean-Louis Vincent (2014) Pathophysiology of microcirculatory dysfunction and the pathogenesis of septic shock, *Virulence*, 5:1, 73-79.
  
20. Warren L. Lee, M.D., Ph.D., and Arthur S. Slutsky, M.D. Sepsis and Endothelial Permeability. *N Engl J Med* 363;7

