



CHMH
CENTENARIO HOSPITAL
MIGUEL HIDALGO

**CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO
CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**MEDICIÓN DEL PEDÍCULO VASCULAR COMO
PREDICTOR DE SOBRECARGA HÍDRICA, COMPARADO
CON ECOGRAFÍA PULMONAR Y MEDICIÓN DE LA VENA
CAVA INFERIOR EN LA UNIDAD DE CUIDADOS
INTENSIVOS DEL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL
HIDALGO
TESIS**

**PRESENTADA POR
Irving Santiago Fraire Félix**

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN
MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO**

ASESOR (ES)

**Dr. Edmundo Israel Roque Márquez
MSP Raúl Arias Ulloa**

Aguascalientes, Ags., febrero del 2020.

COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACION CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

CEI/75/19

Aguascalientes, Ags., a 18 de Septiembre de 2019.

DR. IRVING SANTIAGO FRAIRE FELIX
INVESTIGADOR PRINCIPAL

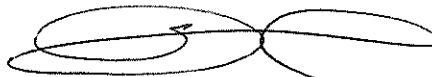
En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Ética en Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, en su Sesión del 18 de Julio de 2019, con número de registro **2019-R-38**, revisó y decidió Aprobar el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

**“MEDICIÓN DEL PEDÍCULO VASCULAR COMO PREDICTOR DE SOBRECARGA HÍDRICA,
COMPARADO CON ECOGRAFÍA PULMONAR Y MEDICIÓN DE LA VENA CAVA INFERIOR EN
LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS”**

Se solicita a los investigadores reportar avances y en su caso los resultados obtenidos al finalizar la investigación. En caso de existir modificaciones al proyecto es necesario que sean reportadas al Comité.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE



DR. JOSE MANUEL ARREOLA GUERRA
SECRETARIO TÉCNICO DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN



C.c.p.- DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO.- JEFA DEL DEPTO. DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN.

JMAG/cmva*

Av. Gómez Morín s/n, Col. La Estación la Alameda C.P. 20259
Aguascalientes, Ags.

T. 449 994 67 20
www.chmh.gob.mx

COMITÉ DE INVESTIGACION CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

CI/65/19

Aguascalientes, Ags., a 18 de Septiembre de 2019.

**DR. IRVING SANTIAGO FRAIRE FELIX
INVESTIGADOR PRINCIPAL**

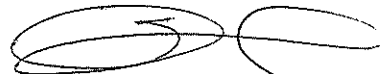
En cumplimiento con las Buenas Prácticas Clínicas y la Legislación Mexicana vigente en materia de investigación clínica, el Comité de Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, en su Sesión del 18 de Julio de 2019, con número de registro **2019-R-38**, revisó y decidió Aprobar el proyecto de investigación para llevar a cabo en este Hospital, titulado:

**“MEDICIÓN DEL PEDÍCULO VASCULAR COMO PREDICTOR DE SOBRECARGA HÍDRICA,
COMPARADO CON ECOGRAFÍA PULMONAR Y MEDICIÓN DE LA VENA CAVA INFERIOR EN
LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS”**

Se solicita a los investigadores reportar avances y en su caso los resultados obtenidos al finalizar la investigación. En caso de existir modificaciones al proyecto es necesario que sean reportadas al Comité.

Sin otro particular, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE



**DR. JOSÉ MANUEL ARREOLA GUERRA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN**



C.c.p.- DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO.- JEFA DEL DEPTO. DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN.
JMAG/cmva*



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

IRVING SANTIAGO FRAIRE FÉLIX
ESPECIALIDAD EN MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO
P R E S E N T E

Por medio de la presente se le informa que en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento General de Docencia en el Capítulo XVI y una vez que su trabajo de tesis titulado:

“MEDICIÓN DEL PEDÍCULO VASCULAR COMO PREDICTOR DE SOBRECARGA HÍDRICA, COMPARADO CON ECOGRAFÍA PULMONAR Y MEDICIÓN DE LA VENA CAVA INFERIOR EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO”

Ha sido revisado y aprobado por su tutor y consejo académico, se autoriza continuar con los trámites de titulación para obtener el grado de:
Especialista en Medicina del Enfermo en Estado Crítico

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
“SE LUMEN PROFERRE”
Aguascalientes, Ags., a 7 de Enero de 2020.

DR. JORGE PRIETO MACÍAS
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

26 de Noviembre de 2019

DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO

P R E S E N T E

Estimada Dra. Torres :

En respuesta a la petición hecha al médico residente IRVING SANTIAGO FRAIRE FELIX, en relación a presentar una carta de aceptación de su trabajo de tesis titulado:

**“MEDICIÓN DEL PEDÍCULO VASCULAR COMO PREDICTOR DE
SOBRECARGA HÍDRICA COMPARADO CON ECOGRAFÍA PULMONAR Y
MEDICIÓN DE LA VENA CAVA INFERIOR EN LA UNIDAD DE CUIDADOS
INTENSIVOS ”**

Me permito informarle que una vez leído y corregido el documento, considero que llena los requisitos para ser aceptado e impreso como trabajo final.

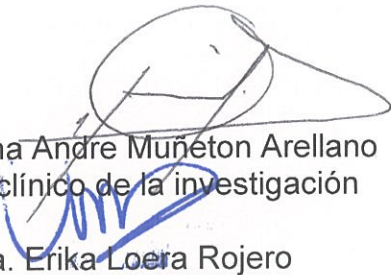
Sin más por el momento aprovecho la oportunidad para hacerle llegar un cordial saludo.

ATENTAMENTE


Dr. Edmundo Israel Roque Márquez
Asesor clínico de la investigación

Dr. Roberto Alejandro Castillo
González
Asesor clínico de la investigación

Dr. Jose Salvador Martínez Cano
Asesor clínico de la investigación


Dr. Jesuha Andre Muñeton Arellano
Asesor clínico de la investigación

Dra. Erika Loera Rojero
Asesor clínico de la investigación


Dr. Eliseo Varela Martínez
Asesor clínico de la investigación

MTRO. RAUL ARIAS ULLOA
ASESOR METODOLOGICO


CARTA DE IMPRESIÓN


DRA. MARIA DE LA LUZ TORRES SOTO
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN




DR. ROBERTO ALEJANDRO CASTILLO GONZÁLEZ
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE TERAPIA INTENSIVA
ASESOR DE TESIS


DR. EDMUNDO ISRAEL ROQUE MÁRQUEZ
PROFESOR TITULAR DEL POSGRADO DE MEDICINA DEL ENFERMO EN
ESTADO CRÍTICO
ASESOR DE TESIS


DR. JOSE SALVADOR MARTÍNEZ CANO
MÉDICO ADSCRITO DE TERAPIA INTENSIVA
ASESOR DE TESIS

CARTA DE IMPRESIÓN



**DR. JESUHA ANDRE MUÑETON ARELLANO
MÉDICO ADSCRITO DE TERAPIA INTENSIVA
ASESOR DE TESIS**



**DRA. ERIKA LOERA ROJERO
MÉDICO ADSCRITO DE TERAPIA INTENSIVA
ASESOR DE TESIS**



**DR. ELISEO VARELA MARTÍNEZ
MÉDICO ADSCRITO DE TERAPIA INTENSIVA
ASESOR DE TESIS**

**MTRO. RAUL ARIAS ULLOA
ASESOR METODOLOGICO**

AGRADECIMIENTOS

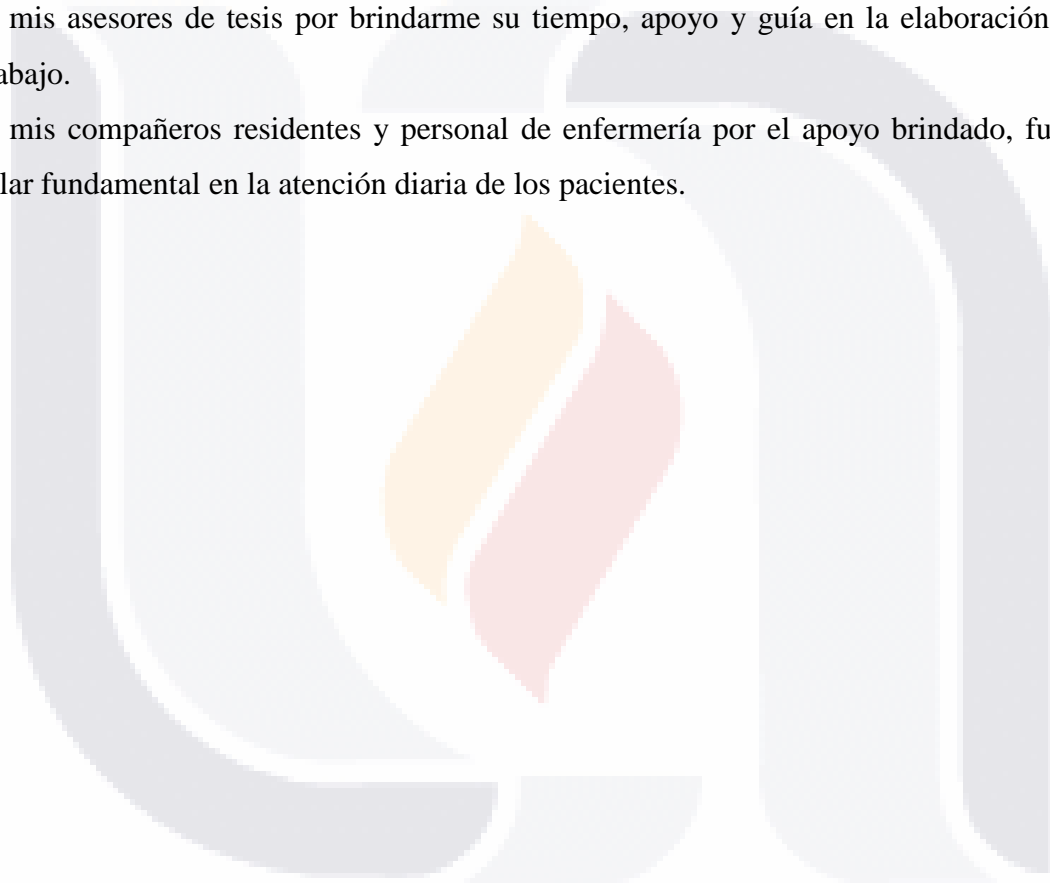
A mis queridos padres, por su apoyo incondicional, ejemplos de perseverancia y motivación constante para alcanzar mis anhelos.

A mis maestros, por transmitirme sus conocimientos y experiencias, por su constancia en el día a día a favor del desarrollo académico.

Al Centenario Hospital Miguel Hidalgo y a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por abrirme sus puertas y brindarme las herramientas necesarias para cumplir mis objetivos.

A mis asesores de tesis por brindarme su tiempo, apoyo y guía en la elaboración de este trabajo.

A mis compañeros residentes y personal de enfermería por el apoyo brindado, fueron un pilar fundamental en la atención diaria de los pacientes.

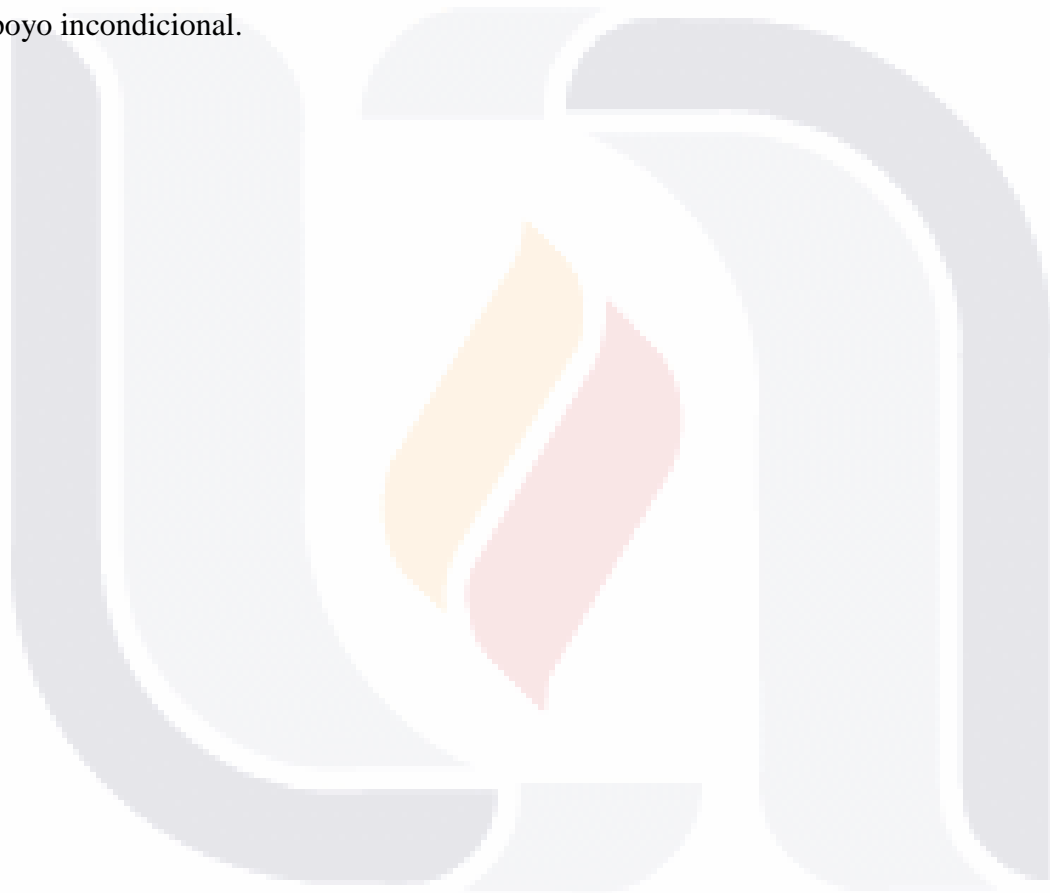


DEDICATORIA

Dedicado en su totalidad a mis padres: Santiago Fraire y Rosaura Félix, mi inspiración y motivación diaria.

A mis abuelos: Genaro Félix y María de Jesús Flores, por su apoyo incondicional.

A la hermosa mujer que amo: Claudia Denisse Marín, por su compañía, motivación y apoyo incondicional.



ÍNDICE GENERAL

Página

ÍNDICE GENERAL ... 1

RESUMEN..... 3

ABSTRACT..... 3

INTRODUCCIÓN 4

MARCO TEÓRICO..... 5

 Ultrasonido pulmonar 5

 Variación en el diámetro de la VCI asociada a movimientos respiratorios como predictor de respuesta a volumen 10

 Uso de la radiografía de tórax para determinar el estado del volumen intravascular. El papel del ancho del pedículo vascular. 13

JUSTIFICACIÓN 15

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 15

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 16

HIPÓTESIS..... 17

OBJETIVOS 17

 Primario o General 17

 Secundarios o específicos 17

MATERIALES Y MÉTODOS 17

 Diseño de la investigación 17

 Universo 17

 Población objetivo..... 17

 Periodo del estudio..... 18

 Tamaño de la muestra 18

 Criterios de inclusión 18

 Criterios de exclusión..... 18

 Criterios de eliminación 19

 Medición del diámetro de la VCI y su variación con cada respiración..... 19

 Ecografía pulmonar y determinación de patrón B (colas de cometa) 19

 Medición del ancho del pedículo vascular 20

 Balance hídrico global 20

 Análisis estadístico..... 20

CONSIDERACIONES ÉTICAS	21
PATROCINIO	21
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	21
ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	24
DISCUSIÓN	28
CONCLUSIONES	29
REFERENCIAS.....	30

ÍNDICE DE TABLAS **Página**

Tabla 1. Operacionalización de variables	21
Tabla 2. Distribución de pacientes	24
Tabla 3. Características clínicas	25

ÍNDICE DE FIGURAS **Página**

Figura 1. Puntos ecográficos del protocolo BLUE.....	6
Figura 2. Signo del murciélago.....	7
Figura 3. Signo del cuadrilátero y senoide.....	8
Figura 4. Signo de consolidación.....	8
Figura 5. Líneas B.....	9
Figura 6. Signo de la estratósfera	10
Figura 7. Punto pulmonar	10
Figura 8. Vena cava inferior	12
Figura 9. Diámetros máximo y mínimo de la vena cava inferior	12
Figura 10. Pedículo vascular	13
Figura 11. Pedículo vascular	15
Figura 12. Pedículo vascular	15
Figura 13. Correlación entre distensibilidad de la vena cava inferior y pedículo vascular ..	26
Figura 14. Curva de ROC.....	27
Figura 15. Correlación de Pearson entre pedículo vascular y balance hídrico.....	28

RESUMEN

Introducción: Actualmente, se utilizan distintas herramientas para obtener información sobre el estado de volemia de los pacientes en estado crítico y como guía para la terapia hídrica. La ecografía a la cabecera del paciente para medir la distensibilidad de la vena cava inferior (VCI) y el agua extravascular pulmonar determinada por la presencia de líneas B, han demostrado que se correlacionan estrechamente con los métodos tradicionales de evaluación de la volemia. El ancho del pedículo vascular, representa la silueta mediastínica de los vasos centrales. Se mide fácilmente y correlaciona bien con las medidas invasivas del estado hemodinámico. **Objetivo:** Determinar la utilidad de la medición del ancho del pedículo vascular como predictor de sobrecarga hídrica. **Material y métodos:** Se realizó radiografía de tórax portátil a todos los pacientes bajo ventilación mecánica invasiva, se realizó también ecografía pulmonar y medición de la distensibilidad de la VCI dentro de la primera hora de ser realizado dicho estudio. **Resultados:** Las mediciones del pedículo vascular se correlacionaron con las de distensibilidad de la VCI, el resultado del coeficiente de correlación bivariada de Pearson fue de $r = .022$, $p = .907$. Se calculó una curva ROC (receiver operating characteristic) para determinar la relación entre el ultrasonido pulmonar y la distensibilidad de la VCI con el pedículo vascular. La curva ROC mostró que el pedículo vascular no es un buen predictor de sobrecarga hídrica, sólo abarcó el 0.218 del área bajo la curva, $p = .072$. **Conclusiones:** Este estudio mostró nula capacidad predictiva del ancho del pedículo vascular para determinar sobrecarga hídrica.

Palabras clave: sobrecarga hídrica, ecografía pulmonar, vena cava inferior, pedículo vascular.

ABSTRACT

Introduction: Currently, different tools are used to obtain information on the state of vollemia of critically ill patients and as a guide for fluid therapy. Ultrasound at the patient's bedside to measure the distensibility of the inferior vena cava (IVC) and pulmonary extravascular water determined by the presence of B lines, have been shown to correlate closely with traditional methods of assessing vollemia. The width of the vascular pedicle represents the mediastinal silhouette of the central vessels. It is easily measured and

correlates well with invasive measures of hemodynamic status. **Objective:** To determine the usefulness of measuring the width of the vascular pedicle as a predictor of fluid overload. **Material and methods:** Portable chest radiography was performed on all patients under invasive mechanical ventilation, pulmonary ultrasound and measurement of IVC distensibility were also performed within the first hour of said study. **Results:** The measurements of the vascular pedicle were correlated with those of IVC compliance, the result of Pearson's bivariate correlation coefficient was $r = 0.022$, $p = 0.907$. A ROC (receiver operating characteristic) curve was calculated to determine the relationship between pulmonary ultrasound and IVC compliance with the vascular pedicle. The ROC curve showed that the vascular pedicle is not a good predictor of fluid overload, it only covered 0.218 of the area under the curve, $p = .072$. **Conclusions:** This study showed no predictive capacity of the width of the vascular pedicle to determine fluid overload.

Keywords: fluid overload, pulmonary ultrasound, inferior vena cava, vascular pedicle.

INTRODUCCIÓN

En todos los pacientes en estado crítico, la estabilización hemodinámica utilizando líquidos intravenosos sigue siendo un desafío importante para el tratamiento ya que surgen numerosas preguntas sobre el tipo, dosis y tiempo de administración de los fluidos. En estos pacientes, los líquidos juegan un papel importante más allá de la estabilización hemodinámica y la reanimación. Los fluidos intravenosos deben prescribirse como cualquier otro medicamento que le demos a nuestros pacientes: debemos de tener en cuenta las indicaciones y contraindicaciones de los diferentes tipos de fluidos. Solo debemos administrar líquidos intravenosos cuando estén claramente indicados y tratar de equilibrarlos para disminuir el riesgo de sobrecarga de volumen.

Recientemente se han definido cuatro fases en la administración intravenosa de líquidos en el transcurso del tiempo de la enfermedad crítica: reanimación, optimización, estabilización y evacuación. Cada fase requiere una actitud terapéutica diferente con respecto a la administración de líquidos. Así mismo, en la última década se han desarrollado técnicas invasivas y no invasivas, dinámicas y estáticas para determinar si los pacientes en estado

crítico fundamentalmente, se benefician de la administración intravenosa de fluidos como parte de su tratamiento en el momento más crítico de la enfermedad.

MARCO TEÓRICO

Los bolos intravenosos de líquidos se utilizan tradicionalmente para la reanimación de la inestabilidad hemodinámica, oliguria aguda e hiperlactatemia en la UCI. Sin embargo, la administración excesiva de líquidos conduce a la congestión de los órganos que conlleva a la insuficiencia orgánica y un mayor riesgo de muerte.¹⁻⁸ Actualmente, se utilizan una gran variedad de herramientas para obtener información sobre el estado de volemia de los pacientes en estado crítico y como guía para la terapia con fluidos intravenosos, como la medición de la presión venosa central (PVC), presión capilar pulmonar, termodilución transpulmonar, ecocardiografía y ecografía del parénquima pulmonar y de la VCI. La ecografía a la cabecera del paciente para medir el diámetro de la VCI y su variabilidad con la respiración⁹⁻²¹, y el agua extravascular de pulmón determinada por la presencia de líneas B o colas de cometa pulmonares²²⁻²⁹ han demostrado que se correlacionan estrechamente con los métodos más tradicionales de evaluación de la volemia, tales como la PVC, variabilidad del volumen sistólico y la variabilidad de la presión de pulso. La fiabilidad y facilidad de la medición de la VCI y la ecografía del parénquima pulmonar han llevado a la adopción generalizada por parte de los médicos de la UCI para ayudar a la evaluación del estado de volumen en la cabecera del paciente. Sin embargo, no todos los médicos tienen acceso a estas herramientas; en entornos de recursos limitados tienen que funcionar sin muchas de estas instalaciones³⁰⁻³² y puede ser uno de los factores que contribuyen a la incapacidad de implementar la reanimación adecuada³³ y mayor fatalidad de casos ajustada por tasas de severidad.^{34,35}

Ultrasonido pulmonar

La posibilidad de explorar el pulmón mediante ultrasonido, a la cabecera del paciente y como un método no invasivo, está ganando popularidad entre los intensivistas. La ecografía pulmonar sería de menor importancia si las herramientas habituales (rayos X, tomografía

computada) no tuvieran inconvenientes (radiación, bajo contenido de información, necesidad de transporte del paciente).³⁶

La ecografía pulmonar forma parte de la ecografía crítica, definida como un enfoque de cuerpo entero usando máquinas simples, un transductor universal, con nuevas aplicaciones.
37

Siete principios del ultrasonido pulmonar.

1. La ecografía pulmonar (y crítica) se realiza en el mejor de los casos utilizando equipos sencillos.
2. En el tórax, los gases y los fluidos tienen ubicaciones opuestas, o se mezclan por procesos patológicos, generando artefactos.
3. El pulmón es el órgano más voluminoso. Se pueden definir áreas estandarizadas.
4. Todos los signos surgen de la línea pleural.
5. Los signos estáticos son principalmente artefactuales.
6. El pulmón es un órgano vital. Los signos que surgen de las líneas pleurales son los más dinámicos.
7. Casi todos los trastornos agudos que amenazan la vida se apoyan en la línea pleural, explicando el potencial del ultrasonido pulmonar.

Diez signos

El transductor que utilizamos es directamente aplicado al espacio intercostal. En el protocolo BLUE, tenemos tres puntos estandarizados: superior, inferior y posterior (Figura 1).

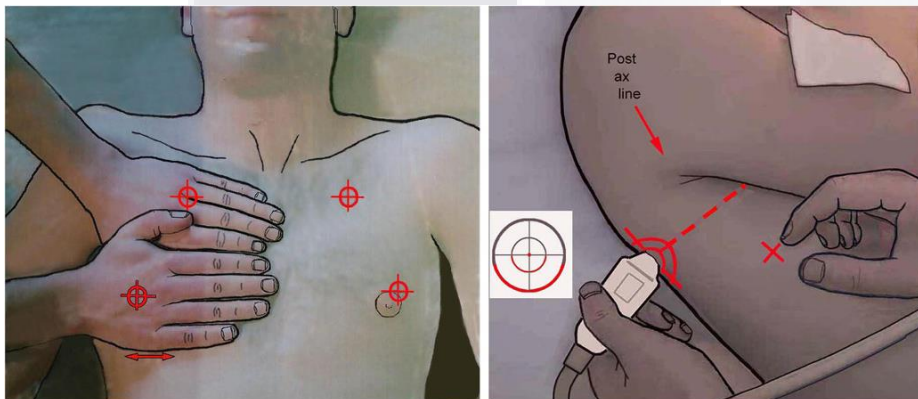


Figura 1. Puntos ecográficos del protocolo BLUE. Lichtenstein, *Annals of Intensive Care* 2014, 4:1

Diez signos están actualmente evaluados. Todos los estudios comparan directamente la ecografía con la tomografía computada.

La línea pleural genera el signo del murciélago, un signo permanente y visible en todas las circunstancias, indica la pleura parietal (Figura 2).

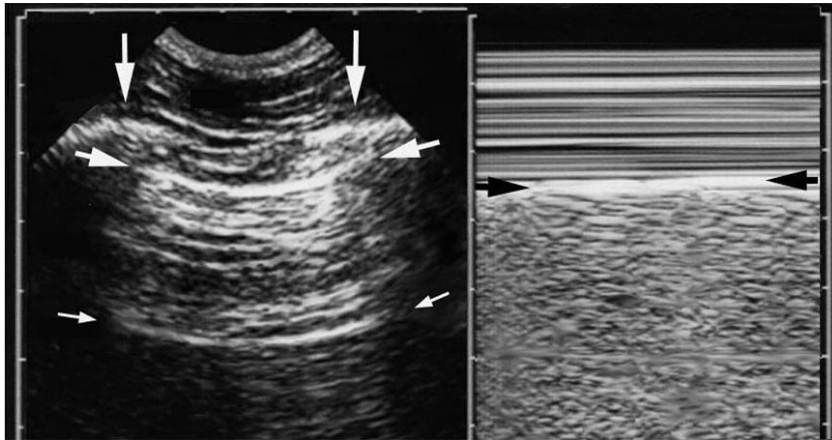


Figura 2. Signo del murciélago. Lichtenstein, *Annals of Intensive Care* 2014, 4:1

La superficie pulmonar normal (Figura 2) asocia el deslizamiento pulmonar con repeticiones horizontales de la línea pleural, llamadas líneas A, indican gas (fisiológico o libre). El deslizamiento pulmonar es un movimiento de ida y vuelta en la línea pleural, extendiéndose por debajo de esta. El modo M ayuda a entender que este movimiento es relativo a los tejidos superficiales (signo de la playa). El deslizamiento pulmonar indica que la línea pleural también contiene la pleura visceral, deslizante fisiológicamente.³⁸

El derrame pleural, un hallazgo frecuente, se volvió de interés. El transductor se aplica en el punto más posterior accesible en supino, localizando todos los derrames, independientemente de su volumen. Este enfoque directo genera signos estandarizados: el cuadrilátero y el signo sinusoides. El límite profundo de la colección es regular, aproximadamente paralela a la línea pleural, y se llama línea pulmonar (pleura visceral). Esto dibuja el signo de cuadrilátero (Figura 3). La línea pulmonar se mueve hacia la línea pleural en la inspiración, esto dibuja el signo sinusoides, lo que también indica una baja viscosidad, permitiendo la inserción de una aguja fina si es necesario (Figura 3). Para los derrames pleurales, la sensibilidad es del 93%, la especificidad del 97%.³⁹

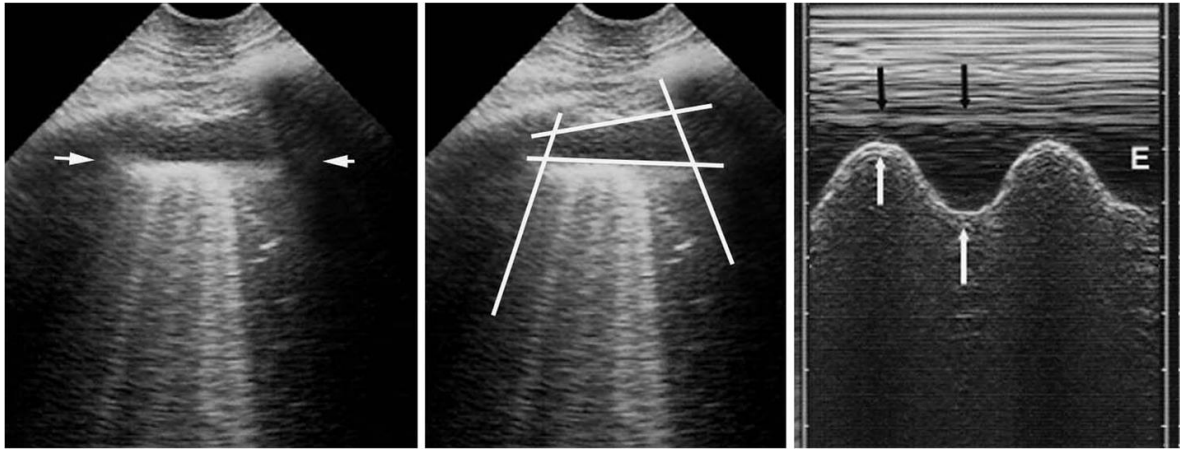


Figura 3. Signo del cuadrilátero y sinusoides. Lichtenstein, *Annals of Intensive Care* 2014, 4:1

Las consolidaciones pulmonares son trastornos de fluidos y, por lo tanto, son fácilmente atravesados por ultrasonido. Estas tocan la pared en el 98% de los casos, surgen en cualquier sitio, dando sensibilidad al ultrasonido. Depende del sitio, tamaño, tiempo de evolución, sin embargo, la mayoría de los casos (90%) se ubican en el punto posterior. En el enfermo crítico, las consolidaciones son no translobar o translobar, una distinción importante porque esto genera diferentes signos, cada uno bastante específico (Figura 4). El signo de consolidación no translobar (la mayoría de los casos) es el signo de trituración: el borde del pulmón consolidado y aireado es irregular, dibujando una línea fractal, totalmente opuesta a la línea pulmonar. El signo de la consolidación translobar es el signo de tejido pulmonar que parece hígado. Ambos signos permiten una sensibilidad del 90% y 98% de especificidad.⁴⁰

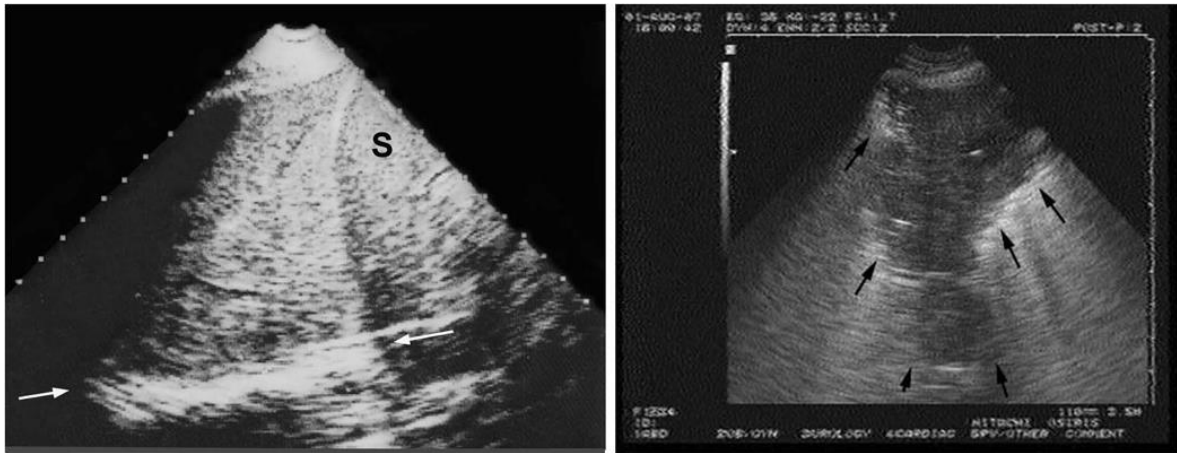


Figura 4. Signo de consolidación. *Lichtenstein, Annals of Intensive Care 2014, 4:1*

En el síndrome intersticial, las líneas B son un artefacto en forma de cola de cometa, que surgen siempre de la línea pleural y se mueven a la par con el deslizamiento pulmonar, casi siempre son largas, bien definidas, hiperecoicas, borrando las líneas A (Figura 5). Tres o más líneas B entre dos costillas se llaman cohetes pulmonares o patrón B. Estos se correlacionan con el síndrome intersticial con 93% de precisión utilizando los cambios radiográficos alveolo-intersticiales como referencia, y precisión total utilizando tomografía computada.⁴¹



Figura 5. Líneas B. *Lichtenstein, Annals of Intensive Care 2014, 4:1*

El diagnóstico de neumotórax requiere tres pasos: el deslizamiento abolido de la línea pleural, tiene una sensibilidad del 95% y 100% de valor predictivo negativo. El neumotórax, por lo tanto, se descarta con confianza si el deslizamiento de la línea pleural está presente, según lo confirmado. El modo M muestra un patrón estratificado estandarizado por debajo y por encima de la línea pleural: el signo de la estratosfera (Figura

6). El tercer paso, el punto pulmonar, es patognomónico. Se muestra en pacientes con un perfil A, en una ubicación precisa, y aparición repentina de deslizamiento abolido de la línea pleural y signo de la estratósfera si se aplica el modo M (Figura 7).⁴²

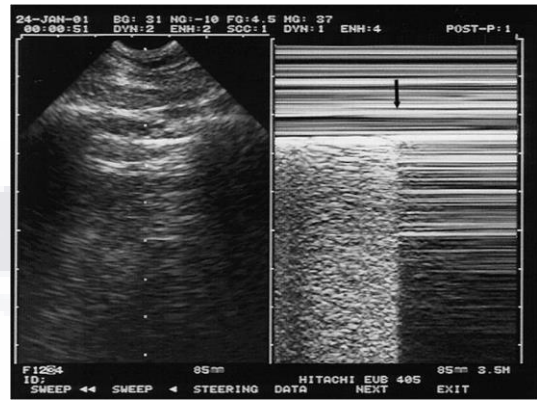
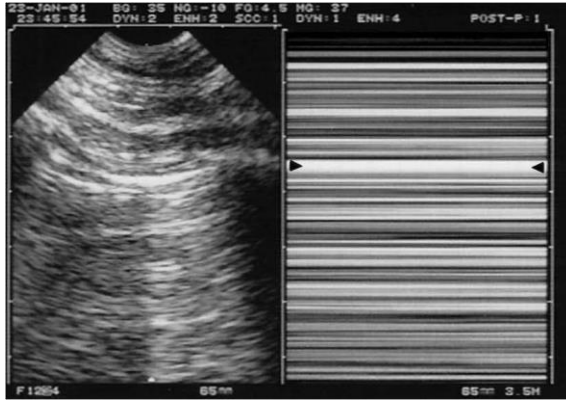


Figura 6. Signo de la estratósfera. **Figura 7. Punto pulmonar.**
Lichtenstein, Annals of Intensive Care 2014, 4:1 *Lichtenstein, Annals of Intensive Care 2014, 4:1*

Variación en el diámetro de la VCI asociada a movimientos respiratorios como predictor de respuesta a volumen

La reanimación con líquidos es la terapia inicial universal para pacientes con insuficiencia circulatoria aguda, la causa más común de esta es la sepsis.⁴³ La incidencia de choque séptico en adultos en los Estados Unidos se reporta como 300 casos por 100,000 habitantes. La tasa de mortalidad de adultos con choque séptico es del 30% al 40%.⁴⁴

El objetivo de la reanimación con líquidos es aumentar el volumen sistólico y mejorar la perfusión de órganos vitales y el aporte de oxígeno. A pesar de que es comúnmente utilizado, solo alrededor del 50% de los pacientes que reciben resucitación con líquidos tienen un aumento asociado en el volumen sistólico y se consideran respondedores a fluidos. El resto no tienen aumento en el volumen sistólico, puede llegar a causar edema y disfunción orgánica.⁴⁵ La reanimación con gran volumen de líquidos y un balance neto positivo se ha asociado con empeoramiento de la función renal, síndrome de dificultad respiratoria aguda, estancia prolongada en la UCI y estadía hospitalaria y mayor mortalidad cuando no se corrige la gravedad de la enfermedad.⁴⁶

La importancia de predecir la capacidad de respuesta a fluidos radica en minimizar los riesgos de sobre-reanimación con líquidos intravenosos en pacientes con insuficiencia circulatoria aguda.⁴⁷

La variación en el diámetro de la VCI con la respiración ha sido reportada como una medida no invasiva, fácil de obtener, que se puede utilizar para predecir la capacidad de respuesta al fluido. El ultrasonido de la VCI tiene la ventaja sobre otras medidas de respuesta a fluidos que no es invasiva, es de bajo costo, ampliamente disponible, se puede obtener con un mínimo entrenamiento y se puede combinar con ultrasonido del corazón y pulmones para dar una imagen ecográfica completa de cualquier individuo.⁴⁸

Prueba de índice

Los cambios en el volumen de la VCI (diámetro) con la respiración se producen debido a cambios cíclicos en el retorno venoso como en la presión intratorácica, fluctuando a lo largo del ciclo respiratorio. Cambios en el diámetro de la VCI se han estudiado tanto en pacientes con ventilación espontánea, utilizando la disminución de diámetro durante la inspiración (denominado índice de colapsabilidad), y en pacientes ventilados mecánicamente, utilizando el aumento de diámetro durante la ventilación con presión positiva (denominado índice de distensibilidad).⁴⁹

La ecografía de la VCI se realiza con transductor de baja frecuencia (2–5 MHz) de matriz curva y una vista subxifoidea. Usando el hígado como una ventana acústica, una vista de eje largo de la VCI, incluida la unión auricular derecha y la confluencia de las venas hepáticas. La medida del diámetro de la VCI se toma 1 cm caudal a la confluencia de las venas hepáticas. En esta ubicación, la medición en modo M puede ser inexacto debido al artefacto de movimiento y se prefiere una vista bidimensional (figura 8). La medición cerca de la unión auricular derecha puede ser precisa debido a la contracción diafrágica en pacientes con ventilación espontánea. Los criterios para una prueba positiva son diferentes para pacientes con ventilación mecánica y ventilación espontánea, con distensión de la VCI > 12% –18% en el primero o colapso de > 40% –50% en este último, considerado predictivo de respuesta a fluidos.⁵⁰



Figura 8. Vena cava inferior. Rev. Asoc. Mex. Med. Crít. Ter. Intensiva vol.29 no.2 México abr./jun. 2015

Dos estudios son los más representativos de la evaluación ultrasonográfica de la vena cava inferior para determinar respuesta a volumen, Barbier y colaboradores incluyeron pacientes bajo ventilación mecánica sin esfuerzo respiratorio y obtuvieron el índice de distensibilidad, mediante el diámetro de la VCI máximo y mínimo obtenidos justo distalmente a la vena hepática (figura 9) y expresando este valor como un porcentaje indexado de acuerdo con lo siguiente:

$$[(\text{Diámetro máximo}-\text{Diámetro mínimo}) \times 100] / \text{Diámetro mínimo}$$

Con un punto de corte de 18% (estableciendo como respondedor a volumen, valores por encima de 18%) y una sensibilidad y especificidad reportadas de 90%.⁵¹

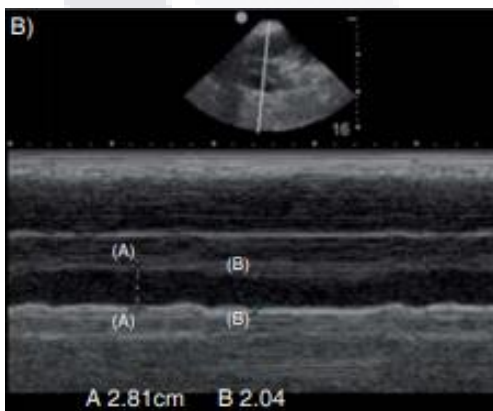


Figura 9. Diámetros máximo y mínimo de la vena cava inferior. Rev. Asoc. Mex. Med. Crít. Ter. Intensiva vol.29 no.2 México abr./jun. 2015

Por otra parte, Feissel y colaboradores incluyeron en su estudio a pacientes bajo ventilación mecánica obteniendo el índice de distensibilidad de acuerdo con lo siguiente:

$$[(\text{Diámetro máximo}-\text{Diámetro mínimo}) \times 100] / (0.5 (\text{D máximo} + \text{D mínimo}))$$

Reportando un punto de corte de 12% (estableciendo como respondedor a volumen, valores por encima de 12%) con un valor predictivo positivo de 93% y valor predictivo negativo de 92%.⁵²

En pacientes con ventilación espontánea, existen revisiones que han correlacionado el diámetro máximo de la VCI con la PVC y la presencia de hipovolemia. Muller desarrolló el índice de colapsabilidad de la VCI en pacientes con ventilación espontánea obtenido mediante la siguiente ecuación:

$$(\text{Diámetro máximo}-\text{Diámetro mínimo}) / (\text{Diámetro máximo} \times 100)$$

Reportando un punto de corte de 40%, con una sensibilidad de 70% y especificidad de 80%.⁵³

Uso de la radiografía de tórax para determinar el estado del volumen intravascular.

El papel del ancho del pedículo vascular.

La medición del pedículo vascular fue descrita en detalle por Milne y colegas hace casi 2 décadas. El ancho del pedículo vascular es medido al trazar una línea perpendicular desde el punto en el que la arteria subclavia izquierda sale del arco aórtico y midiendo hasta el punto en el que la vena cava superior cruza el bronquio principal derecho (figura 10).

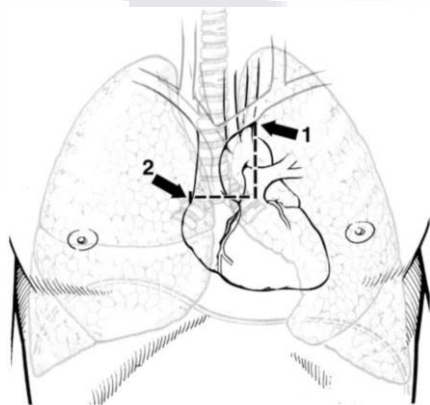


Figura 10. Pedículo vascular. CHEST 2002; 121:942-950

En radiografías con proyección posteroanterior realizadas en pacientes en posición supina, Milne y colegas informaron la media del ancho del pedículo vascular normal en 48 ± 5 mm.

Esta medida varía con la talla y complejión del paciente y variaciones técnicas tales como rotación del paciente, pobre esfuerzo inspiratorio o posición supina.

En el paciente en posición supina el ancho del pedículo vascular es de aproximadamente 17% mayor que en el paciente en posición vertical. La rotación del paciente hacia la derecha (es decir, una proyección oblicua anterior izquierda) aumenta el ancho del pedículo vascular, mientras que la rotación del paciente hacia la izquierda (es decir, una proyección oblicua anterior derecha) disminuye esta medición. En consecuencia, las radiografías de tórax en la UCI deben ser tomadas de manera estandarizada con un posicionamiento y distancia similar.

La utilidad de este signo también podría variar en las circunstancias en que los componentes de la silueta cardiaca han sido alterados por enfermedades vasculares o del mediastino o como consecuencia de los efectos de cirugía torácica previa, radioterapia o traumatismo.

Milne et al observaron pocos cambios en el ancho del pedículo vascular con los movimientos de inspiración y expiración. Aunque la ventilación mecánica puede tener efectos profundos en otros hallazgos radiográficos como el patrón y la severidad de los infiltrados, hemos encontrado que las mediciones del pedículo vascular son relativamente consistentes entre respiraciones espontáneas y de presión positiva.^{54, 55}

En una investigación posterior prospectiva utilizando radiografías de tórax portátiles digitales en pacientes en posición supina (todos los cuales tenían evaluación del estado de volumen por catéteres de la arteria pulmonar), el mejor corte del ancho del pedículo vascular independientemente de la presencia (66%) o ausencia (33%) de edema pulmonar, para diferenciar un estado de volumen intravascular alto de un estado del volumen intravascular normal fue de 70 mm (Figuras 11 y 12).⁵⁶

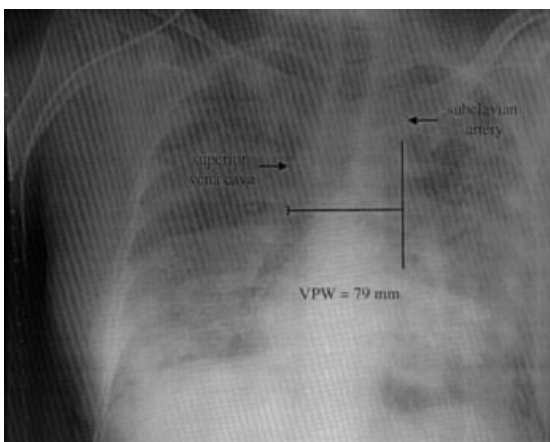


Figura 11. Pedículo vascular. *CHEST* 2002; 121:942–950

Figura 12. Pedículo vascular. *CHEST* 2002; 121:942–950

JUSTIFICACIÓN

Las radiografías de tórax normalmente están disponibles para la mayoría de los médicos. El ancho del pedículo vascular como se ve en las radiografías de tórax representa la silueta mediastínica de los vasos centrales. Se mide fácilmente y se ha demostrado que se correlaciona bien con las medidas invasivas del estado hemodinámico, es por ello que llevamos a cabo este estudio, con el objetivo de discriminar la sobrecarga de volumen con la medición del ancho del pedículo vascular y según lo definido con la ecografía del parénquima pulmonar y de la VCI.

Como abordaje de diagnóstico y guía en la terapéutica, a todos los pacientes que ingresan a la UCI del Centenario Hospital Miguel Hidalgo, se les realizan radiografías portátiles de tórax estandarizadas, así como protocolos ultrasonográficos dirigidos al paciente en estado crítico, entre ellos ecografía pulmonar y de la vena cava inferior, con lo que justificamos la factibilidad de realizar este estudio.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La administración excesiva de líquidos conduce a la congestión de los órganos que conlleva a la insuficiencia orgánica y un mayor riesgo de muerte.¹⁻⁸ Actualmente, se utilizan una gran variedad de herramientas para obtener información sobre el estado de volemia de los pacientes en estado crítico y como guía para la terapia con fluidos intravenosos, como la

medición de la PVC, presión capilar pulmonar, termodilución transpulmonar, ecocardiografía y ecografía del parénquima pulmonar y de la VCI. La ecografía a la cabecera del paciente para medir el diámetro de la VCI y su variabilidad con la respiración⁹⁻²¹, y el agua extravascular de pulmón determinada por la presencia de líneas B o colas de cometa pulmonares²²⁻²⁹ han demostrado que se correlacionan estrechamente con los métodos más tradicionales de evaluación de la volemia. La fiabilidad y facilidad de la medición de la VCI y la ecografía del parénquima pulmonar han llevado a la adopción generalizada por parte de los médicos de la UCI para ayudar a la evaluación del estado de volumen en la cabecera del paciente. Sin embargo, no todos los médicos tienen acceso a estas herramientas; en entornos de recursos limitados tienen que funcionar sin muchas de estas instalaciones³⁰⁻³² y puede ser una de los factores que contribuyen a la incapacidad de implementar la reanimación adecuada³³ y mayor fatalidad de casos ajustada por tasas de severidad.^{34, 35}

En diversos estudios realizados para la medición del ancho del pedículo vascular como predictor de sobrecarga hídrica, se han propuesto algunos puntos de corte como valores normales, Milne y colegas en el año 1984 determinaron un valor normal de 48 +/- 5 mm.⁵⁴⁵⁵ En una investigación posterior, en el año 2001, Ely y colaboradores determinan el punto de corte normal en 70 mm. Salahuddin, *et al.* en el año 2015 publican un punto de corte de 64 mm.

El ancho del pedículo vascular se mide fácilmente y se ha demostrado que se correlaciona bien con las medidas invasivas del estado hemodinámico, sin embargo, es importante identificar un valor discriminante que prediga sobrecarga hídrica en la población estudiada, puesto que los estudios antes mencionados fueron realizados en países europeos, con población fenotípicamente diferente, es por ello que llevamos a cabo este estudio.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la utilidad de la medición del pedículo vascular como predictor de sobrecarga hídrica, comparado con ecografía pulmonar y medición de la distensibilidad de la VCI por ultrasonido?

HIPÓTESIS

La medición del pedículo vascular como predictor de sobrecarga hídrica tiene la misma utilidad que la ecografía del parénquima pulmonar y la medición de la distensibilidad de la VCI por ultrasonido.

OBJETIVOS

Primario o General

- Determinar la utilidad de la medición del ancho del pedículo vascular como predictor de sobrecarga hídrica.

Secundarios o específicos

- Determinar la sensibilidad, especificidad y valores predictivos de la medición del pedículo vascular para diagnosticar sobrecarga hídrica.
- Identificar un valor discriminante de la medición del ancho del pedículo vascular que prediga sobrecarga hídrica en la población estudiada.
- Determinar la concordancia interobservador de los parámetros estáticos y dinámicos medidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de la investigación

Se trata de un estudio transversal, observacional, descriptivo, prospectivo y consecutivo.

Universo

Pacientes del Centenario Hospital Miguel Hidalgo

Población objetivo

Pacientes bajo ventilación mecánica invasiva, con riesgo de presentar sobrecarga de volumen, en la UCI del Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

Periodo del estudio

De marzo a agosto del 2019.

Tamaño de la muestra

Se realizó un muestreo no probabilístico de casos consecutivos.

Para el cálculo del tamaño de muestra se utilizó la fórmula para poblaciones infinitas, considerando un intervalo de confianza de 95%, con una incidencia de pacientes con sobrecarga hídrica del 25%, de acuerdo con reportes previos, con un margen de error de 5%. La fórmula se presenta a continuación:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 (p \cdot q)}{d^2}$$

donde,

$Z_{\alpha/2}$ = Puntuación Z de una distribución normal a $\alpha/2 = 1.64$

$p = 25\%$, incidencia de pacientes con sobrecarga hídrica

$q = 100 - p = 75\%$

$d = \text{margen de error} = 5\%$

$n = 201$ participantes

Criterios de inclusión

- Pacientes de género masculino o femenino
- Mayores de 16 años de edad
- Bajo ventilación mecánica invasiva

Criterios de exclusión

- Pacientes bajo ventilación mecánica invasiva con cardiopatía valvular, insuficiencia cardíaca congestiva, hipertensión arterial pulmonar, enfermedad pericárdica, antecedente de cirugía torácica o cardíaca, hipertensión intrabdominal o abdomen abierto.
- Pacientes embarazadas.

- PEEP (*Positive End Expiratory Pressure*) mayor a 10 cmH₂O
- Sin ventilación mecánica invasiva

Criterios de eliminación

- Pacientes con información incompleta al final del estudio.

A todos los pacientes incluidos en el estudio se les tomaron radiografía portátil de tórax estandarizadas en posición supino, en proyección anteroposterior, así como dentro de la primera hora de ser realizado dicho estudio de imagen, se realizó ecografía pulmonar y medición del diámetro de la VCI y su variación con cada respiración con Ultrasonido WED 9618, transductor convexo de 3.5 MHz, así como determinación del balance hídrico global desde el ingreso del paciente al hospital hasta el ingreso a la UCI.

Medición del diámetro de la VCI y su variación con cada respiración

Pacientes en decúbito supino, con transductor convexo de 3.5 MHz, se obtiene una ventana transtorácica, subxifoidea y a 2 cm de la línea paraesternal derecha. Después de obtener una imagen bidimensional de la VCI, identificando su entrada en la aurícula derecha y verificando que la visualización no fuera perdida con los movimientos de la respiración, se coloca en modo M, realizando medición de los diámetros máximo y mínimo de la VCI, a 3 cm de distancia de su unión con la aurícula derecha, el trazado en modo M se registró posterior a 3 o 4 ciclos respiratorios, congelando la imagen y posteriormente realizando el cálculo de la distensibilidad de la VCI con la siguiente fórmula:

$$[(\text{Diámetro máximo}-\text{Diámetro mínimo}) \times 100] / \text{Diámetro mínimo}$$

Tomando como valor de referencia si es menor de 18% presenta datos de sobrecarga de volumen.

Ecografía pulmonar y determinación de patrón B (colas de cometa)

Con transductor lineal de 7.5 MHz, aplicado longitudinalmente y vertical a la pared torácica. Se rastrearon ocho cuadrantes anterolaterales. Cada hemitórax se dividió en cuatro áreas: dos áreas anteriores y dos laterales. La pared torácica anterior (zona 1) fue delineada

desde la línea paraesternal a la axilar anterior y se dividió en mitades superior e inferior, desde la clavícula al tercer espacio intercostal y desde el tercer espacio intercostal al diafragma. El área lateral (zona 2) fue delineada de la línea axilar anterior a la línea axilar posterior, se dividió en mitades superiores y basales.

En cada uno de los cuadrantes se buscó la presencia de líneas B y del patrón B o colas de cometa (presencia de más de 3 líneas B), tomándose como significativo de sobrecarga de volumen la presencia de dicho patrón.

Medición del ancho del pedículo vascular

La anchura del pedículo vascular se midió en radiografías de tórax portátiles estandarizadas obtenidas en posición supina. El ancho del pedículo vascular se midió trazando una línea perpendicular desde el punto en el que la arteria subclavia izquierda sale del arco aórtico hasta el punto en el que la vena cava superior atraviesa el bronquio principal derecho.

Balance hídrico global

Desde el ingreso del paciente al hospital, hasta el momento del ingreso a la unidad de cuidados intensivos.

Análisis estadístico

Para las variables demográficas se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión; para las variables predictoras se utilizaron regresión y correlación lineal.

Mediante regresión logística binaria se determinaron los factores significativa e independientemente asociados a sobrecarga hídrica. Se realizó una curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*) para los predictores significativos de sobrecarga hídrica, determinando el AUC (*area under the curve*) y el punto de corte óptimo.

El valor de p de significancia estadística se estableció menor a 0.05 a dos colas.

El análisis estadístico se realizó con el software IBM SPSS® versión 26 en español.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El protocolo se sometió a evaluación por el departamento de investigación y el comité de ética institucional.

PATROCINIO

No se contó con patrocinador. El empleo de la ecografía del parénquima pulmonar, la medición de la distensibilidad de la VCI y la toma de radiografías no elevaron los costos de la hospitalización.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Tipo de variable	Escala	Definición operacional	Unidad de medición
Edad	Cuantitativa	Cuantitativa discreta	Edad en años al ingreso	Años
Sexo	Cualitativa	Nominal dicotómica	Género	Femenino Masculino
APACHE II	Cuantitativa	Numérica continua	APACHE II	%
Diabetes Mellitus	Cualitativa	Nominal dicotómica	Diagnóstico de Diabetes Mellitus previo al ingreso	Presente Ausente
Hipertensión Arterial	Cualitativa	Nominal dicotómica	Diagnóstico de Hipertensión arterial previo al ingreso	Presente Ausente
Cáncer	Cualitativa	Nominal dicotómica	Diagnóstico de cáncer previo al ingreso	Presente Ausente
Hepatopatía	Cualitativa	Nominal dicotómica	Diagnóstico de hepatopatía	Presente Ausente

			previo al ingreso	
Enfermedad renal crónica	Cualitativa	Nominal dicotómica	Diagnóstico de enfermedad renal crónica previo al ingreso	Presente Ausente
Sepsis/choque séptico	Cualitativa	Nominal dicotómica	Diagnóstico de sepsis/choque séptico al ingreso	Presente Ausente
Choque hipovolémico	Cualitativa	Nominal dicotómica	Diagnóstico de choque hipovolémico al ingreso	Presente Ausente
Posquirúrgico	Cualitativa	Nominal dicotómica	Diagnóstico de posquirúrgico al ingreso	Presente Ausente
Neurocrítico	Cualitativa	Nominal dicotómica	Diagnóstico de neurocrítico al ingreso	Presente Ausente
Falla respiratoria	Cualitativa	Nominal dicotómica	Diagnóstico de falla respiratoria al ingreso	Presente Ausente
Presión arterial media	Cuantitativa	Numérica continua	Presión arterial media	mm Hg
Presión venosa central	Cuantitativa	Numérica continua	Presión venosa central medida al ingreso	cm H2O
Gasto urinario	Cuantitativa	Numérica continua	Gasto urinario al ingreso	ml/kg/hora
Balance hídrico	Cuantitativa		Balance hídrico	ml

global		Numérica continua	global al ingreso	
Creatinina basal	Cuantitativa	Numérica continua	Creatinina sérica al ingreso	mg/dL
Lactato	Cuantitativa	Numérica continua	Lactato al ingreso	mmol/L
Saturación venosa central	Cuantitativa	Numérica continua	Saturación venosa central al ingreso	%
Presión máxima	Cuantitativa	Numérica continua	Presión máxima de la vía aérea al ingreso	cmH2O
Volumen tidal	Cuantitativa	Numérica continua	Volumen tidal al ingreso	ml
Presión arterial de oxígeno	Cuantitativa	Numérica continua	Presión arterial de oxígeno al ingreso	mm Hg
Fracción inspirada de oxígeno	Cuantitativa	Numérica continua	Fracción inspirada de oxígeno al ingreso	%
Cociente PaO2/FiO2	Cuantitativa	Numérica continua	Cociente PaO2/FiO2 al ingreso	
Patrón B	Cualitativa	Nominal dicotómica	Presencia de reververancias indicativas de acumulación de agua pulmonar extravasculat	Presente Ausente
Distensibilidad de la vena cava	Cuantitativa	Numérica continua	Colapso de vena cava <18% o mayor a 18%	%

Pedículo vascular	Cuantitativa	Numérica continua	Ancho del pedículo vascular medido en la radiografía de tórax al ingreso	mm
-------------------	--------------	-------------------	--	----

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Durante el periodo comprendido entre los meses de marzo y agosto del 2019 se reclutaron 35 pacientes, de los cuales cuatro reunieron criterios de exclusión del estudio; 31 pacientes fueron incluidos, ningún paciente fue eliminado del estudio (Tabla 2).

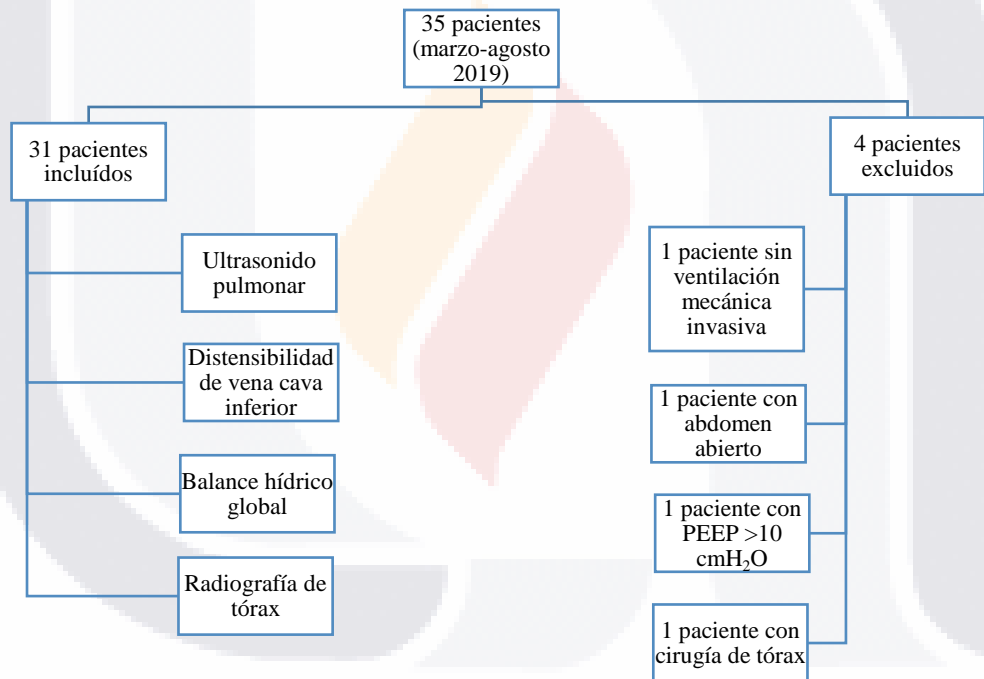


Tabla 2. Distribución de pacientes

21 pacientes fueron del sexo masculino (67.7%). La edad media fue de 37.9 ± 16.2 años. Las comorbilidades que presentaron fueron diabetes mellitus 12.9% (4 pacientes), hipertensión arterial sistémica 19.3% (6 pacientes), enfermedad renal crónica 3.2% (1 paciente), cáncer 9.6% (3 pacientes), otra 16.1% (5 pacientes), ninguna comorbilidad 51.6% (16 pacientes). Los diagnósticos de ingreso a la UCI fueron sepsis/choque séptico

16.1% (5 pacientes), choque hipovolémico 22.5% (7 pacientes), posquirúrgicos 51.6% (16 pacientes), neurocríticos 41.9% (13 pacientes), falla respiratoria 6.4% (2 pacientes), otros diagnósticos 12.9% (4 pacientes). Todos los pacientes estaban ventilados mecánicamente. El puntaje promedio de APACHE II fue de 18.1 ± 20.1 puntos (Tabla 3).

Tabla 3. Características clínicas

n=31	
Características demográficas	
Edad (años)	37.9 ± 16.2
Género masculino	21 (67.7%)
APACHE II (puntos)	18.1 ± 20.1
Comorbilidades	
Diabetes mellitus	4 (12.9%)
Hipertensión arterial sistémica	6 (19.6%)
Enfermedad renal crónica	1 (3.2%)
Cáncer	3 (9.6%)
Otra	5 (16.1%)
Sin comorbilidades	16 (51.6%)
Diagnósticos de ingreso	
Sepsis/choque séptico	5 (16.1%)
Choque hipovolémico	7 (22.5%)
Posquirúrgicos	16 (51.6%)
Neurocríticos	13 (41.9%)
Falla respiratoria	2 (6.4%)
Otros	4 (12.9%)
Variables al ingreso	
PAM (mmHg)	80.6 ± 15.2
PVC (cmH ₂ O)	8 ± 3.2
Uresis (ml/kg/hora)	1.3 ± 0.7
Balance hídrico global (ml)	630.3 ± 909.4
Creatinina (mg/dl)	1.3 ± 1.9
Lactato (mmol/l)	2.5 ± 1.7
SVC O ₂ (%)	67.9 ± 9.4
Ventilación mecánica	
Pmax (cmH ₂ O)	19.3 ± 4.5
VT (ml)	416.3 ± 52
PaO ₂ (mmHg)	102 ± 32.3
FiO ₂ (%)	38 ± 11.5
PaO ₂ /FiO ₂	279.6 ± 93.2

El análisis estadístico se realizó con el software IBM SPSS® versión 26 en español.

Las mediciones del pedículo vascular se correlacionaron con las de distensibilidad de la vena cava inferior, el resultado del coeficiente de correlación bivariada de Pearson fue de $r = .022$, $p = .907$, el cual se considera bajo (Figura 13).

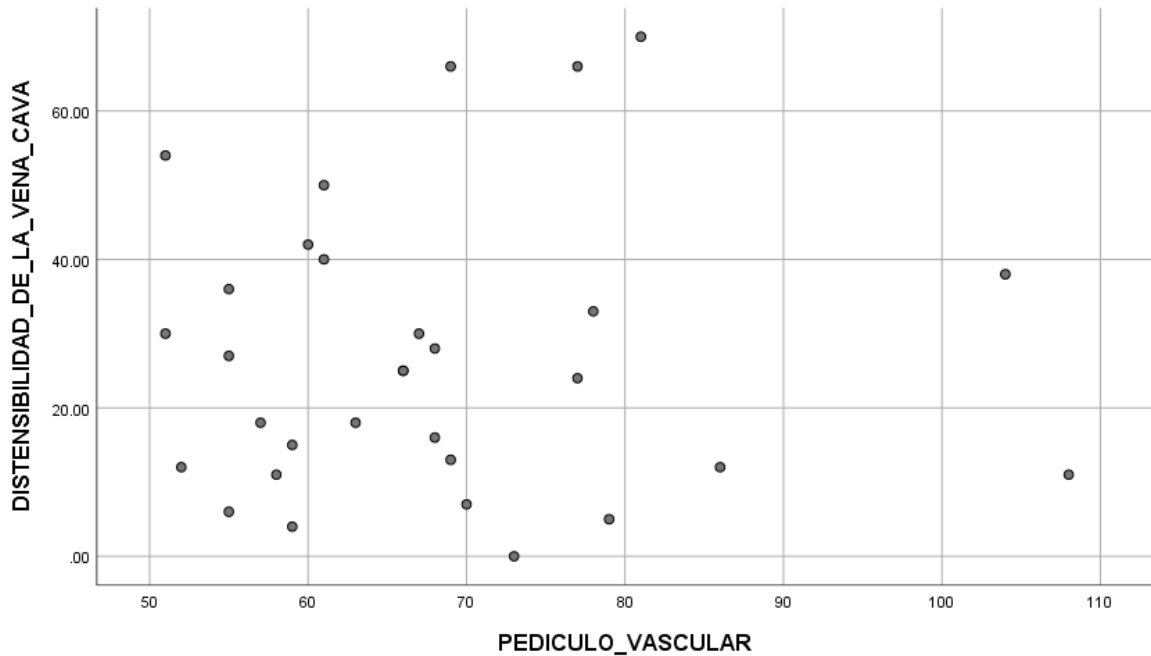
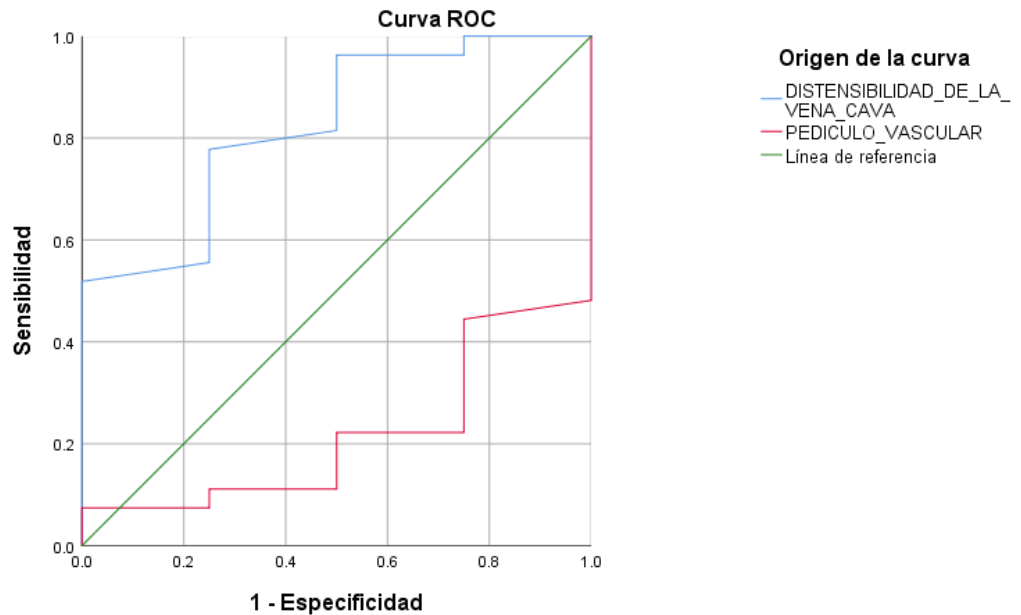


Figura 13. Correlación entre distensibilidad de la vena cava inferior y pedículo vascular. Correlación de Pearson $r=.022$, $p=.907$

Se calculó una curva ROC para medir la relación entre las pruebas de oro (ultrasonido pulmonar y distensibilidad de la vena cava inferior) con el pedículo vascular. La curva ROC mostró que el pedículo vascular no es un buen predictor de sobrecarga hídrica, pues sólo abarcó el 0.218 del área bajo la curva, $p=.072$ (Figura 14).



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

Figura 14. Curva de ROC. Relación entre las pruebas de oro (ultrasonido pulmonar y distensibilidad de la vena cava inferior) con el pedículo vascular. 0.218 del área bajo la curva, $p=.072$

Finalmente, se correlacionaron las medidas del pedículo vascular con las de balance hídrico, no encontrando diferencias significativas ($r = .063$, $p = .738$) (Figura 15).

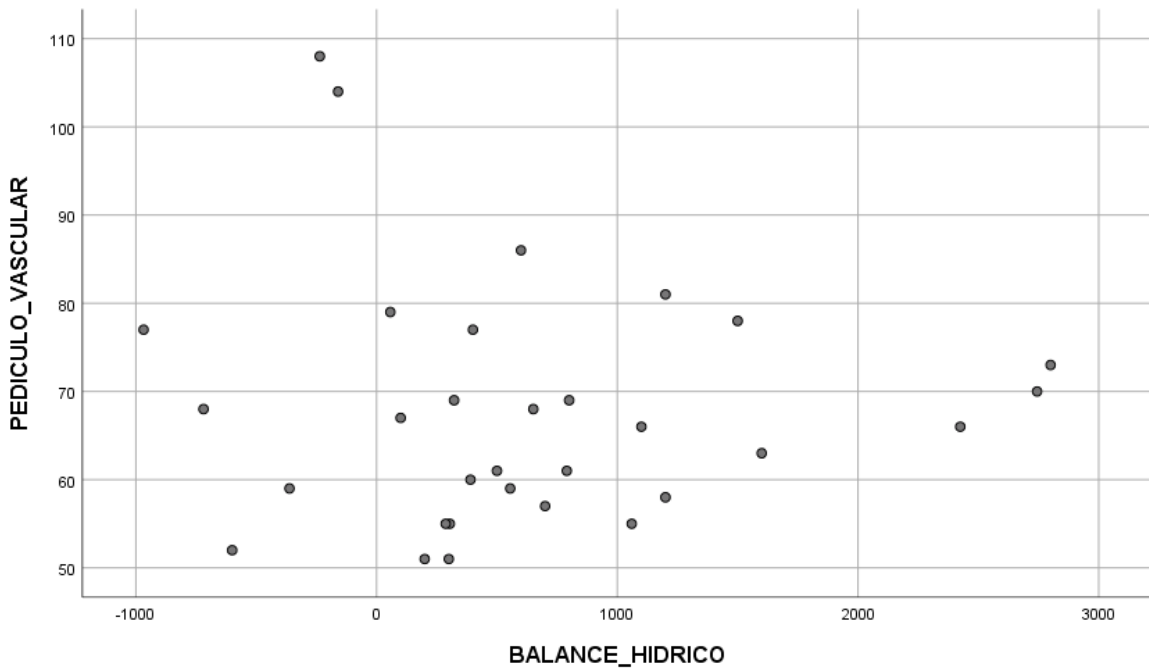


Figura 15. Correlación de Pearson entre pedículo vascular y balance hídrico. $r=.063$, $p=.738$

DISCUSIÓN

En este estudio pudimos demostrar que el ancho del pedículo vascular no se correlaciona directamente con los resultados que se obtienen al medir la distensibilidad de la VCI y la detección de patrón B en el ultrasonido pulmonar como datos de sobrecarga hídrica en los pacientes ventilados mecánicamente en nuestra UCI. Nuestra comparación del ancho del pedículo vascular en las radiografías de tórax contra el estándar de oro de distensibilidad de la VCI y el ultrasonido pulmonar no nos permitió realizar una evaluación indirecta confiable del estado hídrico de los pacientes incluidos en el protocolo. No encontramos ninguna relación entre la distensibilidad de la VCI y el ultrasonido pulmonar con el ancho del pedículo vascular.

Hacer una evaluación precisa del estado hídrico de los pacientes en estado crítico es un desafío diario para el médico intensivista. Aunque una gran variedad de herramientas está disponible, la accesibilidad a cada una de ellas es variada en cada UCI.

En la última década, la medición de la VCI con ultrasonido a la cabecera del paciente y la identificación del agua extravascular pulmonar con la presencia de patrón B, han ganado

popularidad ya que son pruebas dinámicas no invasivas, convirtiéndose actualmente en el estándar de atención en las unidades de cuidados intensivos.

Hace tres décadas, Milne describió el pedículo vascular medido en radiografías de tórax e identificó un valor “normal” de 45 mm \pm 5 [54]. Ely y col. en 100 pacientes de la UCI, describieron un valor de corte del ancho del pedículo vascular en 70 mm como indicativo de sobrecarga de volumen [55]. Aunque esta literatura proporciona soporte para el uso del ancho del pedículo vascular, en nuestro estudio no pudimos mostrar una correlación con el uso del estándar de oro como el ultrasonido pulmonar y la distensibilidad de la VCI, con la medición del ancho del pedículo vascular como indicador de sobrecarga hídrica.

Una limitación de nuestro estudio fue el número de pacientes reclutados, quizá estos resultados se deban a un tamaño pequeño de la muestra, por lo que se recomendaría aumentar el tamaño de la misma para encontrar más pacientes con sobrecarga hídrica determinada por la distensibilidad de la VCI y ultrasonido pulmonar con patrón B positivo, y así mismo correlacionar el ancho del pedículo vascular en pacientes sin datos clínicos ni ecográficos de sobrecarga hídrica, y poder determinar un valor de corte en la población estudiada.

CONCLUSIONES

Este estudio mostró nula capacidad predictiva del ancho del pedículo vascular para determinar sobrecarga hídrica. No se logró determinar un valor de corte en la población estudiada y correlacionarlo con la distensibilidad de la VCI y el ultrasonido pulmonar. Por lo tanto, aunque las colaboraciones de Milne y Ely y col. a la literatura internacional proporcionan soporte para el uso del ancho del pedículo vascular como predictor de sobrecarga hídrica, en nuestra población no puede usarse con confianza para discriminar si un paciente es respondedor a la administración de fluidos o si presenta sobrecarga hídrica. Se recomienda aumentar el tamaño de la muestra para encontrar más pacientes con sobrecarga hídrica determinada por la distensibilidad de la VCI y ultrasonido pulmonar con patrón B positivo, y así mismo correlacionar el ancho del pedículo vascular en pacientes sin datos clínicos ni ecográficos de sobrecarga hídrica, y poder determinar un valor de corte en la población estudiada.

REFERENCIAS

1. de Almeida JP, Palomba H, Galas FR, Fukushima JT, Duarte FA, Nagaoka D, et al. Positive fluid balance is associated with reduced survival in critically ill patients with cancer. *Acta anaesthesiologica Scandinavica*. 2012;56(6):712–7.
2. Vaara ST, Korhonen AM, Kaukonen KM, Nisula S, Inkinen O, Hoppu S, et al. Fluid overload is associated with an increased risk for 90-day mortality in critically ill patients with renal replacement therapy: data from the prospective FINNAKI study. *Crit Care*. 2012;16(5):R197.
3. Wiedemann HP, Wheeler AP, Bernard GR, Thompson BT, Hayden D, de Boisblanc B, et al. Comparison of two fluid-management strategies in acute lung injury. *The New England Journal of Medicine*. 2006;354(24):2564–75.
4. Tsai YC, Tsai JC, Chen SC, Chiu YW, Hwang SJ, Hung CC, et al. Association of fluid overload with kidney disease progression in advanced CKD: a prospective cohort study. *American Journal of Kidney Diseases*. 2014;63(1):68–75.
5. Grams ME, Estrella MM, Coresh J, Brower RG, Liu KD. Fluid balance, diuretic use, and mortality in acute kidney injury. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2011;6(5):966–73.
6. Dass B, Shimada M, Kambhampati G, Ejaz NI, Arif AA, Ejaz AA. Fluid balance as an early indicator of acute kidney injury in CV surgery. *Clinical Nephrology*. 2012;77(6):438–44.
7. Magee G, Zbrozek A. Fluid overload is associated with increases in length of stay and hospital costs: pooled analysis of data from more than 600 US hospitals. *Clinicoecon Outcomes Research*. 2013;5:289–96.
8. Stein A, de Souza LV, Beletini CR, Menegazzo WR, Viegas JR, Costa Pereira EM, et al. Fluid overload and changes in serum creatinine after cardiac surgery: predictors of mortality and longer intensive care stay. A prospective cohort study. *Crit Care*. 2012;16(3):R99.
9. Tchernodrinski S, Lucas BP, Athavale A, Candotti C, Margeta B, Katz A, et al. Inferior vena cava diameter change after intravenous furosemide in patients diagnosed with acute decompensated heart failure. *J Clin Ultrasound*. 2015; 43:187–93.

10. Citilcioglu S, Sebe A, Ay MO, Icme F, Avci A, Gulen M, et al. The relationship between inferior vena cava diameter measured by bedside ultrasonography and central venous pressure value. *Pak J Med Sci*. 2014;30(2):310–5.
11. Zhang Z, Xu X, Ye S, Xu L. Ultrasonographic measurement of the respiratory variation in the inferior vena cava diameter is predictive of fluid responsiveness in critically ill patients: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Med Biol*. 2014;40(5):845–53.
12. Schefold JC, Storm C, Bercker S, Pschowski R, Oppert M, Kruger A, et al. Inferior vena cava diameter correlates with invasive hemodynamic measures in mechanically ventilated intensive care unit patients with sepsis. *J Emerg Med*. 2010;38(5):632–7.
13. Stawicki SP, Adkins EJ, Eiferman DS, Evans DC, Ali NA, Njoku C, et al. Prospective evaluation of intravascular volume status in critically ill patients: does inferior vena cava collapsibility correlate with central venous pressure? *J Trauma Acute Care Surg*. 2014;76(4):956–63. discussion 963–954.
14. Lanspa MJ, Grissom CK, Hirshberg EL, Jones JP, Brown SM. Applying dynamic parameters to predict hemodynamic response to volume expansion in spontaneously breathing patients with septic shock: reply. *Shock*. 2013;39(5):462.
15. Barbier C, Loubieres Y, Schmit C, Hayon J, Ricome JL, Jardin F, et al. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. *Intensive Care Med*. 2004; 30(9):1740–6.
16. Feissel M, Michard F, Faller JP, Teboul JL. The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy. *Intensive Care Med*. 2004; 30(9):1834–7.
17. Kalantari K, Chang JN, Ronco C, Rosner MH. Assessment of intravascular volume status and volume responsiveness in critically ill patients. *Kidney Int*. 2013;83(6):1017–28.
18. Levitov A, Marik PE. Echocardiographic assessment of preload responsiveness in critically ill patients. *Cardiol Res Pract*. 2012;2012:819696.
19. Machare-Delgado E, Decaro M, Marik PE. Inferior vena cava variation compared to pulse contour analysis as predictors of fluid responsiveness: a prospective cohort study. *J Intensive Care Med*. 2011;26(2):116–24.
20. Marik PE. Techniques for assessment of intravascular volume in critically ill patients. *J Intensive Care Med*. 2009;24(5):329–37.

21. Moretti R, Pizzi B. Inferior vena cava distensibility as a predictor of fluid responsiveness in patients with subarachnoid hemorrhage. *Neurocrit Care*. 2010;13(1):3–9.
22. Zechner PM, Aichinger G, Rigaud M, Wildner G, Prause G. Prehospital lung ultrasound in the distinction between pulmonary edema and exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Emerg Med*. 2010;28(3):389. e381-382.
23. Agricola E, Bove T, Oppizzi M, Marino G, Zangrillo A, Margonato A, et al. “Ultrasound comet-tail images”: a marker of pulmonary edema: a comparative study with wedge pressure and extravascular lung water. *Chest*. 2005;127(5):1690–5.
24. Lichtenstein D, Meziere G. A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: the comet-tail artifact. *Intensive Care Med*. 1998;24(12):1331–4.
25. Enghard P, Rademacher S, Nee J, Hasper D, Engert U, Jorres A, et al. Simplified lung ultrasound protocol shows excellent prediction of extravascular lung water in ventilated intensive care patients. *Crit Care*. 2015;19:36.
26. Miglioranza MH, Gargani L, Sant'Anna RT, Rover MM, Martins VM, Mantovani A, et al. Lung ultrasound for the evaluation of pulmonary congestion in outpatients: a comparison with clinical assessment, natriuretic peptides, and echocardiography. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2013;6(11):1141–51.
27. Picano E, Frassi F, Agricola E, Gligorova S, Gargani L, Mottola G. Ultrasound lung comets: a clinically useful sign of extravascular lung water. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006;19(3):356–63.
28. Shyamsundar M, Attwood B, Keating L, Walden AP. Clinical review: the role of ultrasound in estimating extra-vascular lung water. *Crit Care*. 2013;17(5):237.
29. Kajimoto K, Madeen K, Nakayama T, Tsudo H, Kuroda T, Abe T. Rapid evaluation by lung-cardiac-inferior vena cava (LCI) integrated ultrasound for differentiating heart failure from pulmonary disease as the cause of acute dyspnea in the emergency setting. *Cardiovasc Ultrasound*. 2012;10(1):49.
30. Dunser MW, Baelani I, Ganbold L. A review and analysis of intensive care medicine in the least developed countries. *Critical Care Med*. 2006;34(4):1234–42.

31. Haniffa R, De Silva AP, Iddagoda S, Batawalage H, De Silva ST, Mahipala PG, et al. A cross-sectional survey of critical care services in Sri Lanka: a lower middle-income country. *J Crit Care*. 2014;29(5):764–8.
32. Riviello ED, Letchford S, Achieng L, Newton MW. Critical care in resourcepoor settings: lessons learned and future directions. *Crit Care Med*. 2011;39(4):860–7.
33. Cheng AC, West TE, Limmathurotsakul D, Peacock SJ. Strategies to reduce mortality from bacterial sepsis in adults in developing countries. *PLoS Med*. 2008;5(8):e175.
34. Silva E, Pedro Mde A, Sogayar AC, Mohovic T, Silva CL, Janiszewski M, et al. Brazilian Sepsis Epidemiological Study (BASES study). *Crit Care*. 2004;8(4):R251–260.
35. Mahavanakul W, Nickerson EK, Srisomang P, Teparrukkul P, Lorvinitnun P, Wongyingsinn M, et al. Feasibility of modified surviving sepsis campaign guidelines in a resource-restricted setting based on a cohort study of severe *S. aureus* sepsis [corrected]. *PloS ONE*. 2012;7(2):e29858.
36. Jardin F, Farcot JC, Boisante L, Curien N, Margairaz A, Bourdarias JP: Influence of positive end-expiratory pressure on left ventricle performance. *New Engl J Med* 1981, 304(7):387–392.
37. Lichtenstein D: *L'échographie générale en réanimation*. 1st edition. Paris: Springer; 1992.
38. Lichtenstein D, Mezière G: The BLUE-points: three standardized points used in the BLUE-protocol for ultrasound assessment of the lung in acute respiratory failure. *Crit Ultrasound J* 2011, 3:109–110.
39. Joyner CR, Herman RJ, Reid JM: Reflected ultrasound in the detection and localisation of pleural effusion. *JAMA* 1967, 200:399–402.
40. Lichtenstein D, Lascols N, Mezière G, Gepner A: Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill. *Intensive Care Med* 2004, 30:276–281.
41. Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A, Barré O: The comet-tail artifact: an ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1997, 156:1640–1646.
42. Lichtenstein D, Menu Y: A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill: lung sliding. *Chest* 1995, 108:1345–1348.

43. Vincent JL, De Backer D: Circulatory shock. *N Engl J Med* 18(369):1726–1734, 2013.
44. Gaieski DF, Edwards JM, Kallan MJ, Carr BG: Benchmarking the incidence and mortality of severe sepsis in the United States. *Crit Care Med* 5(41):1167–1174, 2013.
45. Russell JA: Management of sepsis. *N Engl J Med* 16(355):1699–1713, 2006.
46. Cordemans C, De Laet I, Van Regenmortel N, Schoonheydt K, Dits H, Huber W, Malbrain ML: Fluid management in critically ill patients: the role of extravascular lung water, abdominal hypertension, capillary leak, and fluid balance. *Ann Intensive Care* 1(2):S1, 2012.
47. Bundgaard-Nielsen M, Secher NH, Kehlet H: ‘Liberal’ vs. ‘restrictive’ perioperative fluid therapy—a critical assessment of the evidence. *Acta Anaesthesiol Scand* 7(53):843–851, 2009.
48. Evans D, Ferraioli G, Snellings J, Levitov A: Volume responsiveness in critically ill patients: use of sonography to guide management. *J Ultrasound Med* 1(33):3–7, 2014.
49. Vegas A, Denault A, Royse C: A bedside clinical and ultrasound-based approach to hemodynamic instability—Part II: bedside ultrasound in hemodynamic shock: continuing professional development. *Can J Anaesth* 11(61):1008–1027, 2014.
50. Evans D, Ferraioli G, Snellings J, Levitov A: Volume responsiveness in critically ill patients: use of sonography to guide management. *J Ultrasound Med* 1(33):3–7, 2014.
51. Barbier C, Loubières Y, Schmit C, Hayon J, Ricôme JL, Jardin F, et al. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. *Intensive Care med.* 2004;30:1740-1746.
52. Feissel M, Michard F, Faller JP, Teboul JL. The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy. *Intensive Care Med.* 2004;30:1834-1837.
53. Muller L, Bobbia X, Toumi M, Louart G, Molinari N, Ragonnet B, et al. Respiratory variations of inferior vena cava diameter to predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients with acute circulatory failure: need for a cautious use. *Crit Care.* 2012;16:R188.
54. Milne EN, Pistolesi M, Miniati M, et al. The vascular pedicle of the heart and the vena azygos: Part I: The normal subject. *Radiology* 1984; 152:1–8.

55. Ely EW, Johnson MM, Chiles CC, et al. Chest x-ray changes in air space disease are associated with parameters of mechanical ventilation in ICU patients. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 154:1543–1550.

56. Ely EW, Smith AC, Chiles CC, et al. Radiologic determination of intravascular volume status using portable, digital chest radiography: a prospective investigation in 100 patients. *Crit Care Med* 2001; 29:1–11.

