



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA



Tesis monográfica para optar al título de Especialista en Radiología

---

**Correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y la PVC,  
en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del  
Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de  
noviembre del 2019.**

---

**Autora**

Dra. Kenia Obando

**Tutora**

Dra. Karina Nororis

Especialista en Radiología

**Febrero 2020**

## **Dedicatoria**

*Esta tesis está dedicada a:*

*A mis hijos Lauren Ariana y Kennell Alejandro González Obando y mi esposo Nelson Alejandro González Bello, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mi el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está con nosotros siempre.*

## **Agradecimientos**

*Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.*

*Gracias a mi madre Rosa Aminda Obando Palma y a mi padrino Adolfo Marengo Corea, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mi, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.*

*Agradezco a mi tutora y docentes Dra. Karina Nororis, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de especialidad y durante la realización de esta tesis.*

## **Opinión del tutor**

Con el propósito de evaluar la correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y la PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 2019, la Dra. Kenia Obando llevó a cabo un estudio retrospectivo de revisión del expediente de 30 casos seleccionados.

La Dra. Obando encontró que en pacientes en shock la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior (IC) tiene excelente correlación con la medición de la PVC en pacientes críticos con PVC disminuida, en ventilación espontánea y moderada en pacientes con PVC normal. La medición del índice de colapsabilidad en pacientes en ventilación mecánica mostró baja correlación independientemente del valor de la PVC. Se observó una moderada correlación entre el índice de distensibilidad de la vena cava inferior en pacientes con ventilación mecánica cuando la PVC era normal, pero mejora su correlación cuando la PVC está disminuida

.La Dra. Obando ha podido a través de esta tesis suministrar información de gran utilidad tanto al personal de salud del Hospital, como al personal médico de otras unidades de salud del Ministerio de Salud, para poder establecer una mejor utilización de los estudios de imagen en el contexto de la evaluación clínicas de los pacientes críticos.

Doy fe como tutora que esta tesis cumple con todos los requisitos académicos y científicos y que la Dra. Obando ha mostrado gran disciplina, rigurosidad y ética profesional en la realización de esta tesis.

Atentamente Dra. Karina

Norris Especialista en

Radiología

Tutora

## **Resumen**

Con el propósito de determinar la correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y la PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 2019, se llevó a cabo un estudio con 30 pacientes en shock en quienes se realizó ecografía de la vena cava inferior, determinándose los índice de colapsabilidad, distensibilidad y el diámetro máximo y el registro de la PVC al momento de realización de la ecografía. Se encontró que los pacientes en shock en cuidados intensivos se caracterizaron por un predominio del sexo masculino, con una media de edad de 55 años, y una mayor proporción de pacientes con shock hipovolémico, estando 1 de cada 3 pacientes en ventilación mecánica. El presente indica que en pacientes en shock la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior (IC) tiene excelente correlación con la medición de la PVC en pacientes críticos con PVC disminuida, en ventilación espontánea y moderada en pacientes con PVC normal. La medición del índice de distensibilidad en pacientes en ventilación mecánica mostró baja correlación independientemente del valor de la PVC. Se observó una moderada correlación entre el índice de distensibilidad de la vena cava inferior en pacientes con ventilación mecánica cuando la PVC era normal, pero mejora su correlación cuando la PVC está disminuida. Tanto en pacientes en ventilación espontánea como en pacientes en ventilación mecánica, se observó una moderada correlación con los diámetros máximos de la vena cava inferior, a su vez esto estuvo asociado con la carga de volumen total administrada al momento de la realización del estudio.

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>V</b>
<b>I. Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>II. Antecedentes</b> .....	<b>3</b>
<b>Estudio internacionales</b> .....	<b>3</b>
<b>Estudio en Nicaragua</b> .....	<b>5</b>
<b>III. Justificación</b> .....	<b>7</b>
<b>Relevancia clínica</b> .....	<b>7</b>
<b>Relevancia institucional</b> .....	<b>7</b>
<b>Relevancia teórica</b> .....	<b>8</b>
<b>IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>9</b>
<b>Caracterización</b> .....	<b>9</b>
<b>Delimitación</b> .....	<b>9</b>
<b>Formulación</b> .....	<b>9</b>
<b>V. Preguntas de sistematización</b> .....	<b>10</b>
<b>VI. OBJETIVOS</b> .....	<b>11</b>
<b>Objetivo general</b> .....	<b>11</b>
<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>11</b>
<b>VII. Marco de referencia</b> .....	<b>12</b>
<b>Generalidades</b> .....	<b>12</b>
<b>La presión venosa central (PVC)</b> .....	<b>12</b>
Retorno venoso y precarga .....	<b>13</b>
Débito cardíaco .....	<b>14</b>

Valor pronóstico de la presión venosa central .....	14
<b>Utilidad de la medición ecográfica de la vena cava inferior.....</b>	<b>16</b>
<b>VIII. DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>22</b>
<b>Tipo de estudio.....</b>	<b>22</b>
<b>Área y período de estudio .....</b>	<b>22</b>
<b>Universo .....</b>	<b>22</b>
<b>Muestra .....</b>	<b>22</b>
<b>Criterios selección de muestra .....</b>	<b>23</b>
<b>Unidad de análisis. ....</b>	<b>23</b>
<b>Técnicas de recolección de la información.....</b>	<b>24</b>
Fuente de información.....	24
Instrumento (ficha de recolección).....	24
Evaluación ecográfica .....	25
Evaluación de la respuesta a líquido .....	25
<b>Procesamiento y análisis de la información .....</b>	<b>25</b>
Creación de la base de datos .....	25
Plan de tabulación y análisis .....	25
<b>Consideraciones éticas .....</b>	<b>31</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>34</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>38</b>
<b>Recomendaciones a los médicos radiólogos .....</b>	<b>38</b>

<b>Recomendaciones a las autoridades del servicio de radiología .....</b>	<b>38</b>
<b>Recomendaciones a las autoridades hospitalarias y el MINSA Central .....</b>	<b>38</b>
<b>Recomendaciones a comunidad académica y científica.....</b>	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>43</b>
<b>Ficha de recolección .....</b>	<b>43</b>

## **I. Introducción**

La determinación temprana del estado de hidratación de un paciente crítico, es decir, la capacidad de respuesta a los fluidos, es fundamental en el manejo en condiciones de Shock en cuidados intensivos (Zobarzo, Hernández, Fiedler, & Herrera, 2019).

Se han descrito varios métodos de evaluación, pero no se ha demostrado que exista una sola medida estándar de oro. A pesar de que se ha demostrado que la presión venosa central (PVC) no es confiable, todavía se usa en las unidades de cuidados intensivos del todo el mundo (Macho et al., 2018; Pérez-Calatayud, Anica-Malagón, Briones-Garduño, & Carrillo-Espe, 2017).

El personal médico en cuidados intensivos tiene dificultades con la evaluación física del estado de hidratación, en comparación con medidas más objetivas. El uso de ultrasonido en la evaluación de volumen está aumentando en muchas regiones del mundo. El estado del volumen de los pacientes críticos se evalúa con frecuencia mediante la medición por ultrasonido del diámetro de la vena cava inferior (VCI) y el índice de colapso de VCI (VCI-CI). VCI-CI proporciona un reflejo en tiempo real de la presión de apertura auricular derecha y la precarga cardíaca. Como la PVC proporciona teóricamente la misma información, demostrar la correlación entre VCI-CI y PVC podría proporcionar un método complementario no invasivo, fácilmente repetible, de evaluación de volumen (Ilyas et al., 2017; Macho et al., 2018; Pérez Cateriano, Ulloa, & Charlot, 2018; Rodríguez Gómez, 2019; Sartori, Urosa, & Arizaleta, 2020).

Debido a la falta de métodos más avanzados de evaluación de volumen en las unidades hospitalarias de países en vía de desarrollo, se utilizan siempre la PVC, VCI-CI y diámetro de VCI para la evaluación y el manejo inicial del paciente.

En este estudio, determinamos si existe alguna correlación entre PVC y VCI-CI, independientemente de los parámetros hemodinámicos o el diagnóstico clínico.

Es importante señalar que dos estudios previos realizados en el Hospital Dr. Roberto Calderón Roque han incluido en sus análisis la evaluación de la Vena Cava, sin embargo en uno de los casos se usó para identificar a los pacientes respondedores a líquidos (Martínez et al 2018) y en el otro se pretendió determinar si la ecografía de la vena yugular interna era equivalente a la evaluación de la vena cava inferior (Rodríguez et al 2019). Sin embargo ambas situaciones todavía no forma parte de la práctica clínica habitual, por lo que hace falta todavía información respecto a la comparabilidad de la información de la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y los valores de presión venosa central.

En este sentido el propósito del presente estudio fue evaluar la correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y la PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 2019.

## II. Antecedentes

### Estudio internacionales

#### *Estudios a favor*

Ilyas et al. (2017) publicaron los resultados de un estudio cuyo objetivo fue evaluar la correlación entre los diámetros de la vena cava inferior (VCI), la presión venosa central (PVC) y el índice de colapsabilidad de la VCI para estimar el estado del volumen en pacientes críticamente enfermos. Este estudio transversal utilizó un muestreo por conveniencia de 100 pacientes en unidades de cuidados intensivos (UCI) para adultos por un período de tres meses. Se incluyeron en el estudio paciente  $\geq 18$  años de edad con un catéter venoso central intratorácico que terminaba en la vena cava superior distal conectado al transductor para producir una forma de onda PVC. Para todos los exámenes se utilizó un sistema de ultrasonido de diagnóstico Mindray modelo Z6 (Mindray, NJ, US). Se utilizó un transductor ultrasónico modelo 3C5P (Mindray, NJ, US.) para la obtención de imágenes de la VCI. Se utilizó una prueba t de muestras emparejadas para calcular los valores de p. Un total de 32/100 (32%) mujeres y 68/100 (68%) hombres se incluyeron en el estudio con una edad media de  $50,4 \pm 19,3$  años. La presión venosa central media mantenida fue de  $10,38 \pm 4,14$  cmH<sub>2</sub>O con un índice de colapsabilidad de la vena cava inferior de  $30,68 \pm 10,93$ . Hubo una relación estadísticamente significativa entre la presión media de la PVC, el índice de colapsabilidad VCI, la media, máxima y mínima VCI entre los grupos según lo determinado por el análisis de varianza de una vía (ANOVA) ( $p < 0,001$ ). Hubo una fuerte correlación negativa entre la PVC y el índice de colapsabilidad VCI (%), que fue estadísticamente significativa ( $r = -$

0.827,  $n = 100$ ,  $p < 0.0005$ ). Se encontró una fuerte correlación positiva entre la PVC y el diámetro máximo de VCI ( $r = 0.371$ ,  $n = 100$ ,  $p < 0.0005$ ) y el diámetro mínimo de VCI ( $r = 0.572$ ,  $n = 100$ ,  $p < 0.0005$ ). Los autores concluyeron que existe una relación positiva de PVC con diámetros mínimos y máximos de VCI, pero una relación inversa con el índice de colapsabilidad VCI (Ilyas et al., 2017).

Govender et al (2018) realizaron una revisión retrospectiva en la Unidad de Emergencia del Hospital Ngwelezane en Kwazulu-Natal. La auditoría incluyó la medición del índice de colapso de la vena cava inferior (VCI-CI) dentro de los 5 minutos de la medición de PVC. En este estudio retrospectivo, se analizaron los datos para determinar si existe una asociación entre la evaluación de la vena cava inferior por ultrasonido y la presión venosa centra. Se incluyeron 24 pacientes. La mediana de edad de los participantes fue de 36 (RIC 42) años (IC 95% 33-56). La mediana del tiempo hasta la ecografía fue de 18,6 (52,5) h (IC del 95%: 7,5 a 36,2). El PVC medio fue de  $13,7 \pm 7,7$  cm H<sub>2</sub>O y el VCI-CI medio fue de  $39,4 \pm 17,8\%$ . Con base en una prueba de correlación de Pearson, hubo una correlación negativa débil entre PVC e VCI-CI, que no fue estadísticamente significativa ( $r = -0.05$ ,  $n = 24$ ,  $p = 0.81$ , IC 95%  $-0.5$  a  $0.4$ ) para todos los participantes. Sin embargo, entre las mujeres hubo una correlación negativa moderada entre PVC y VCI-CI, que no fue estadísticamente significativa ( $r = -0.43$ ,  $n = 7$ ,  $p = 0.34$ , IC 95%  $-0.9$  a  $0.5$ ), mientras que entre los hombres hubo una correlación positiva débil, que no fue estadísticamente significativa ( $r = 0.16$ ,  $n = 17$ ,  $p = 0.53$ , IC 95%  $-0.3$  a  $0.6$ ). Los autores señalan que no existe una correlación significativa entre PVC y VCI-CI. Se requiere más investigación de validación para respaldar estos hallazgos preliminares de ninguna correlación significativa entre la medición de PCV y la evaluación de ultrasonido de la VCI. Los autores recomiendan que la PVC y el ultrasonido de la

VCI debe usarse como complementos clínicos, y no como medidas independientes de evaluación de volumen (Govender, Postma, Wood, & Sibanda, 2018).

## **Estudio en Nicaragua**

Después de realizar una búsqueda en las principales bases de datos de investigaciones científicas (PubMed, Scholar, HINARI, WebOfScience) y en las bases en línea de las principales universidades del país no se encontraron estudios de este tipo publicados y realizados en Nicaragua. Sin embargo existen dos estudios en que se incluyó la evaluación ecográfica de la vena cava inferior.

Martínez et al (2018) llevaron a cabo un estudio observacional con el propósito evaluar la utilidad de la ecografía de la vena cava inferior como predictor de la respuesta a líquidos en pacientes con shock en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Dr. Roberto Calderón Gutiérrez. Se investigaron 20 pacientes con shock ingresados entre julio y noviembre del 2017. En todos ellos se midió la PVC al inicio del estudio y siguiendo a los pacientes durante 6 horas realizando 4 evaluaciones ecográficas de la vena cava inferior. El presente estudio indica que en pacientes en ventilación espontánea la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior (IC) tiene excelente correlación con la medición de la PVC en pacientes críticos con PVC disminuida o que no responde a volumen, indicando que si el índice es  $>50\%$  el paciente es respondedor a volumen. En el presente estudio se observó una fuerte correlación entre el número de cargas, el volumen total y el patrón de comportamiento tanto del IC como el ID, sugiriendo que estos índices son de utilidad clínica en el monitoreo continuo del paciente crítico y se debe valor que pacientes podrían ser los más beneficiados por este tipo de monitoreo. La medición tanto del

índice de colapsabilidad o de distensibilidad en pacientes en ventilación espontánea o mecánica asociado a una prueba de elevación pasiva de los MI identificó en grupo de estudio que más de 1/3 de los casos que continuaban recibiendo volumen tenía baja probabilidad de responder a cargas adicionales de volumen. En conclusión la mayor utilidad de la ecografía de la vena cava en sus variaciones respiratorias se observa en los pacientes en shock con ventilación mecánica y para los casos con ventilación espontánea es útil específicamente en aquellos pacientes con PVC < 5 cm (Martínez Flores, 2018).

Rodríguez et al (2019) realizaron un estudio que tuvo por objetivo evaluar la correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018. Para tal efecto se llevó a cabo un estudio descriptivo, prospectivo, transversal con una muestra de 21 pacientes procedentes de 3 hospitales de Managua, en quienes se determinó por ecografía los índices de distensibilidad de la vena cava inferior y de la yugular interna y se estableció su correlación a través del coeficiente de correlación de Pearson y regresión lineal. No se observaron diferencias significativas entre las determinaciones de los índices de distensibilidad para la VCI y VYI. Se observó una correlación positiva fuerte (>90%;  $p < 0.05$ ) ( $r^2 > 0.7$  entre los índices de distensibilidad de la VCI y de la VYI. El cambio de unidad del índice de distensibilidad de la VYI es cercano a 1 por cada unidad de cambio de la VCI. Por lo tanto la determinación de la distensibilidad de la VYI es un marcador fiable de la distensibilidad de la VCI. En este estudio la condición clínica, tipo de shock y estado de volemia no influyeron en la correlación observada (Rodríguez Gómez, 2019).

### **III. Justificación**

#### **Relevancia clínica**

Tomar decisiones en pacientes críticos basados únicamente en el comportamiento de la presión venosa central no es suficiente para obtener mejores resultados clínicos, por lo que se requiere la posibilidad de aplicar mediciones alternativas válidas y de utilidad clínica. La evaluación del estado del volumen en pacientes críticos es un paso esencial pero desafiante. Actualmente no hay un estándar de oro. Todas las técnicas, estáticas o dinámicas, tienen limitaciones. El PVC continúa utilizándose para la evaluación del volumen. Siempre que se tengan en cuenta los principios de fisiología y de medición, el PVC puede proporcionar una guía útil para evaluar la precarga cardíaca, el estado del volumen y la causa de un cambio en el gasto cardíaco y la presión arterial. Se ha demostrado que los valores específicos de PVC más bajos y más altos tienen un valor predictivo positivo y negativo, respectivamente, para la capacidad de respuesta a los líquidos. El PVC se ha utilizado como sustituto de la precarga y los cambios en el PVC se han utilizado para predecir la capacidad de respuesta de volumen, pero esto ha sido cuestionado por una gran cantidad de evidencia.

#### **Relevancia institucional**

A nivel del hospital, de la unidad de cuidados intensivos y del servicio de radiología no se cuenta con un protocolo unificado para evaluación de la respuesta a líquidos y comportamiento hemodinámico en los pacientes críticos. Directrices internacionales recientes han recomendado que el uso de PVC solo para guiar la reanimación con líquidos ya no puede justificarse. De acuerdo con estas pautas, el estado del volumen y la perfusión tisular se pueden evaluar mediante un

examen focalizado o una combinación de dos de PVC, saturación venosa central de oxígeno, ultrasonido cardiovascular y otras medidas dinámicas como elevación pasiva de piernas o desafío con líquidos. La inserción del catéter PVC es invasiva y requiere mucho tiempo.

### **Relevancia teórica**

Un método útil y simple para evaluar el volumen intravascular es el diámetro VCI y la colapsabilidad. El índice de colapsabilidad está asociado con el estado del volumen. Se encontró que era significativamente mayor en pacientes con pérdida de volumen. Se ha demostrado que la medición por ultrasonido del diámetro VCI es consistentemente baja en pacientes hipovolémicos. El ultrasonido podría proporcionar una evaluación segura, rápida, no invasiva y fácilmente repetible del estado del volumen en el centro de emergencias. Se puede utilizar como una medida complementaria alternativa del estado del volumen. Debido a resultados contradictorios y ensayos pequeños, no hay pruebas suficientes para utilizar la evaluación por ultrasonido de la VCI como una medida independiente del estado del volumen.

## **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **Caracterización**

La PVC se ha usado convencionalmente como un indicador de la precarga y los cambios en el la PVC se han utilizado para predecir la capacidad de respuesta de volumen, pero esto ha sido cuestionado por múltiples estudios recientes.

### **Delimitación**

A nivel del Hospital Dr. Roberto Calderón Gutiérrez, cada día es más frecuente que los médicos radiólogos se les solicite apoyo en la evaluación hemodinámica de los pacientes crítico a través de la evaluación ecográfica de la vena cava inferior. Sin embargo la información disponible en el hospital a partir de estudios hace referencia únicamente a la correlación de la VCI con otras mediciones ecográficas o con la respuesta a líquidos. Por lo que todavía es escasa la información disponible sobre la correlación entre la PVC y la evaluación ecográfica de la VCI.

### **Formulación**

Ante esta situación nos planteamos la siguiente pregunta de investigación

¿Cuál es la correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y la PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 2019?

## **V. Preguntas de sistematización**

¿Cuáles son las características de los pacientes en shock, incluidos en el estudio?

¿Cuál es la asociación entre el índice de colapsabilidad la VCI y la PVC, en pacientes en shock, incluidos en el estudio?

¿Cuál es la correlación entre el índice de distensibilidad y la PVC, en los pacientes en ventilación mecánica, en estudio?

## **VI. OBJETIVOS**

### **Objetivo general.**

Evaluar la correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y la PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 2019.

### **Objetivos específicos.**

1. Describir las características de los pacientes en shock, incluidos en el estudio.
2. Determinar la asociación entre el índice de colapsabilidad la VCI y la PVC, en pacientes en shock, incluidos en el estudio.
3. Comparar el índice de distensibilidad y la PVC, en los pacientes en ventilación mecánica, en estudio.

## **VII. Marco de referencia**

### **Generalidades**

La presión venosa central (PVC) ha sido utilizada durante muchos años como un parámetro que refleja las presiones de llenado ventriculares y precarga. Numerosos estudios e incluso revisiones del tema han demostrado que la PVC y POAP no predicen la respuesta a una prueba de volumen, y no son capaces de detectar a los pacientes que se beneficiarán del aporte de volumen incrementando el gasto cardiaco, de aquéllos que no se beneficiarían de dicho aporte (Zobarzo et al., 2019).

Es importante recordar que la primera causa de falla circulatoria es el choque hipovolémico, seguido del origen cardiaco, séptico y obstructivo, y que una prueba de aporte de volumen en individuos sin comorbilidades casi siempre produce un aumento del volumen sistólico, no obstante, en pacientes con falla circulatoria aguda, el índice de respuesta adecuada a la prueba de volumen se reduce marcadamente alrededor de 50% (Zobarzo et al., 2019).

Debido a esto, se han desarrollado en los últimos años indicadores que han probado ser útiles, como la ultrasonografía de la vena cava inferior realizada por el radiólogo. (Pérez-Calatayud et al., 2017; Pérez Cateriano et al., 2018)

### **La presión venosa central (PVC)**

La PVC es simplemente la presión en las venas centrales del tórax (fundamentalmente vena cava superior), que drenan la sangre desde la circulación sistémica hacia el corazón, y que ha sido utilizada por mucho tiempo para guiar la reanimación con fluidos y drogas vasoactivas en pacientes críticos. Sin embargo, sabemos que el valor de la PVC es influenciado por múltiples factores –el

retorno venoso es sólo uno de sus determinantes- y no es un buen reflejo de la precarga en forma aislada. Además, mejores indicadores fisiológicos de ésta (predictores dinámicos) así como la masificación de herramientas no invasivas (ecografía) han relegado el valor de la PVC como muy secundario en la estimación de la precarga durante la reanimación.

### **Retorno venoso y precarga**

Para que haya retorno venoso se requiere una diferencia de presiones desde los capilares hacia las cavidades derechas del corazón. El lecho venoso es un gran reservorio pasivo de sangre, que puede ser “estresado” y movilizado rápidamente en condiciones de estrés o con el ejercicio, para aumentar el débito cardíaco. La presión media de llenado sistémico (Psf) es la presión río arriba que mueve la sangre desde el lecho venoso hacia la aurícula derecha (Carrillo Esper, García, & Morales, 2009; Concha et al., 2017; Héctor-Venturini; UC).

Desgraciadamente, la Psf es una variable de difícil medición en clínica –en condiciones normales es alrededor de 7 mmHg- mientras la presión en la aurícula derecha (PAD) es cercana a 0 mmHg. De aquí, se puede entender la curva de función del retorno venoso: a mayor PVC (similar a PAD), menor será la diferencia de presión con la Psf y menor el retorno venoso. A su vez, si aumentamos la Psf movilizando el compartimiento venoso (volumen estresado) durante el ejercicio (condiciones normales) o con agentes vasoactivos, aumentaremos el retorno venoso independiente del valor de la PVC (Carrillo Esper et al., 2009; Concha et al., 2017; Héctor- Venturini; UC).

De este modo, la PVC está lejos de representar la precarga pero sí es una variable fundamental en el retorno venoso, y su valor estará influenciado por los determinantes de éste: la distensibilidad

del lecho venoso, el volumen estresado y la resistencia al flujo venoso (Carrillo Esper et al., 2009; Concha et al., 2017; Héctor-Venturini; UC).

### **Débito cardíaco**

El segundo gran determinante de la PVC es el débito cardíaco. Una adecuada función cardíaca es fundamental para movilizar toda la sangre que retorna desde el lecho sistémico hacia la circulación pulmonar y, luego, hacia la circulación sistémica. Imagine todo este flujo de sangre proveniente desde la periferia acumulándose en las venas centrales del tórax: en segundos o pocos minutos se evidenciará yugulares ingurgitadas, distensión de la vena cava inferior y elevación de la PVC. El corazón es el motor que se encarga de movilizar esta sangre estancada, disminuyendo la presión en las venas centrales y favoreciendo a su vez el retorno venoso, ciclo que se repite en forma interrumpida desde nuestro nacimiento. En un sujeto estable, una PVC cercana a 0 mmHg requiere y refleja una función cardíaca normal (Carrillo Esper et al., 2009; Concha et al., 2017; Héctor-Venturini; UC).

### **Valor pronóstico de la presión venosa central**

Existe bastante literatura sobre el valor de PVC y la sobrevida a mediano y largo plazo, y en diversos contextos clínicos. En 2.500 sujetos sometidos a cateterización cardíaca derecha, un valor de PVC mayor 6 mmHg fue asociado a una mayor mortalidad a largo plazo, probablemente secundario a un problema de función cardíaca (4). En pacientes críticos, valores de PVC elevados (>8 o 12 mmHg) se ha asociado a mayor mortalidad, tanto en el contexto de pacientes en shock séptico como con SDRA (5, 6). Además, después de la fase aguda del SDRA, el manejo de fluidos dirigido a lograr una PVC <4 mmHg fue efectiva para disminuir los días en el ventilador, sin

aumento en la incidencia de shock o diálisis (Carrillo Esper et al., 2009; Concha et al., 2017; Héctor-Venturini; UC).

Sin duda, los predictores dinámicos son mejores indicadores fisiológicos de la precarga que la PVC. Sin embargo, un bajo porcentaje de los pacientes críticos cumplen todas las condiciones para estas mediciones sean confiables. Así, el valor de la PVC, su variación con el ciclo ventilatorio (Figura) y su comportamiento en el tiempo, tienen su significado en el contexto clínico del paciente. Además, la PVC puede ser utilizada como un límite de seguridad adicional durante un prueba de sobrecarga de fluidos (Carrillo Esper et al., 2009; Concha et al., 2017; Héctor-Venturini; UC).

En pacientes sanos, los cambios en la presión intratorácica se transmiten a la VCI, disminuyendo el diámetro del vaso en un 50%, mientras que en pacientes con ventilación mecánica la fase inspiratoria produce un aumento de la presión pleural que disminuye el retorno venoso, siendo los cambios inversos en el diámetro del vaso (aumento inspiratorio y disminución espiratoria). Una variación significativa durante la inspiración diferencia a los pacientes probablemente respondedores a la terapia de reposición de fluidos (Carrillo Esper et al., 2009; Concha et al., 2017; Héctor-Venturini; UC).

La ecografía, en corte sagital de la vena cava inferior a nivel subxifoideo, se realiza con el cursor en modo M a 3 cm del atrio derecho, registrándose el diámetro de la vena en función del tiempo. El paciente debe estar sedado y ventilado (volumen a 8-10 ml/kg), con una frecuencia respiratoria de 16 ciclos/segundo y a 0° de inclinación. Se toman los diámetros máximo y mínimo durante el ciclo respiratorio y se calcula el porcentaje de variación, con la fórmula:  $\frac{\text{diámetro (D) máximo de VCI} - \text{D mínimo}}{\text{D máximo}}$ . Se considera significativa una variación  $\geq 12\%$ .

La técnica ecográfica para medir variabilidad de la vena cava permite seleccionar a los pacientes ventilados hemodinámicamente inestables que responderán a la terapia de reposición de fluidos. Estos son los que presentan variación en el calibre de la VCI mayor del 12% (Carrillo Esper et al., 2009; Concha et al., 2017; Héctor-Venturini; UC).

### **Utilidad de la medición ecográfica de la vena cava inferior**

La utilidad de medir el diámetro de la VCI para monitorizar la volemia en los pacientes que se sometían a hemodiálisis ya fue comprobada en el pasado, pero actualmente también se emplea en pacientes ventilados y hemodinámicamente inestable (Carrillo Esper et al., 2009; Concha et al., 2017; Héctor-Venturini; UC).

La vena cava inferior es una vena de gran tamaño fácilmente compresible. Su diámetro tiene una alta correlación con la función de las cavidades cardíacas derechas y su calibre no es afectado por la respuesta compensatoria vasoconstrictora que se genera ante la pérdida de volumen intravascular. Por eso, refleja el estatus de la volemia con mayor precisión que otros parámetros, como los basados en el sistema arterial (presión sanguínea, diámetro de la aorta, etc.) (Abbasian et al., 2015; Ciozda et al., 2016; Coen et al., 2014; Peterson & Arntfield, 2014; Schmidt, Koenig, & Mayo, 2012; Stawicki et al., 2014; Stawicki et al., 2009).

En personas sanas con respiración espontánea, las variaciones cíclicas en la presión pleural se transmiten a la aurícula derecha y producen cambios en el retorno venoso. Esta presión es negativa durante la inspiración, lo que provoca la disminución del diámetro de la VCI en aproximadamente un 50%. Se dice que esta variación está abolida cuando, durante la presión negativa inspiratoria, la VCI no muestra cambios significativos de calibre. Esto ocurre durante el taponamiento cardíaco o la insuficiencia cardíaca derecha severa (Abbasian et al., 2015; Ciozda et al., 2016; Coen et al.,

2014; Peterson & Arntfield, 2014; Schmidt et al., 2012; Stawicki et al., 2014; Stawicki et al., 2009).

En pacientes ventilados mecánicamente, la fase inspiratoria produce un incremento de la presión pleural, que se transmite a la aurícula derecha, reduciendo el retorno venoso. Como resultado, las modificaciones en el diámetro de la VCI son inversas a las de la respiración espontánea, con un aumento inspiratorio y una disminución espiratoria. No obstante, estos cambios son abolidos en la dilatación de la VCI producida por un estado de sobrecarga de volumen. Los cambios respiratorios cíclicos en el calibre del vaso se observan solo en pacientes ventilados con volemia normal o disminuida, siendo este el concepto fundamental para comprender la importancia y utilidad de esta técnica. La falta de variabilidad en el calibre de la VCI ante pacientes en shock excluye al paciente de la posibilidad de responder a terapia de reposición de fluidos. (Abbasian et al., 2015; Ciozda et al., 2016; Coen et al., 2014; Peterson & Arntfield, 2014; Schmidt et al., 2012; Stawicki et al., 2014; Stawicki et al., 2009).

La variabilidad respiratoria se expresa como la diferencia porcentual existente entre los diámetros máximo (inspiratorio) y mínimo (espiratorio) de la VCI, dividido por el diámetro máximo inicial inspiratorio, en pacientes ventilados hemodinámicamente inestables. Se considera significativo un cambio del 12%. Los pacientes que presenten este porcentaje o uno mayor en la variabilidad probablemente tendrán mejor respuesta a la instilación de volumen. Con este método se ha descrito una sensibilidad del 90% y una especificidad del 100% (Abbasian et al., 2015; Ciozda et al., 2016; Coen et al., 2014; Peterson & Arntfield, 2014; Schmidt et al., 2012; Stawicki et al., 2014; Stawicki et al., 2009).

Todavía se desconocen resultados en pacientes con aumento de la presión intraabdominal, lo cual puede ser una limitante (Abbasian et al., 2015; Ciozda et al., 2016; Coen et al., 2014; Peterson & Arntfield, 2014; Schmidt et al., 2012; Stawicki et al., 2014; Stawicki et al., 2009).

La variabilidad del diámetro de la vena cava se estima mediante ecografía en modo M, siendo una técnica con aceptable reproducibilidad intra e interobservador.

### **Descripción de la técnica**

Se realiza un corte ecográfico longitudinal subxifoideo con un transductor convexo en modo B para visualizar la vena cava inferior. El cursor se coloca en modo M aproximadamente a 3 cm de la aurícula derecha, y se genera un registro en función del tiempo del diámetro de la VCI. Luego, se procede a medir el diámetro máximo y el mínimo en un solo ciclo respiratorio (en inspiración y espiración, respectivamente) y se calcula la variación, expresada en porcentaje de acuerdo con a la fórmula:  $\text{variabilidad} = \frac{\text{diámetro (D) máximo de VCI} - \text{D mínimo}}{\text{D máximo}}$ . (Macho et al., 2018; Osorio Lombana & Ortiz Jaimes; Peterson & Arntfield, 2014; Schmidt et al., 2012)

Los pacientes deben estar sedados y ventilados mecánicamente a un volumen controlado de 8-10 ml/kg, con una frecuencia de 16 ciclos/segundos y a 0° de inclinación (Macho et al., 2018; Osorio Lombana & Ortiz Jaimes).

Se lleva a cabo una primera evaluación y en caso de observarse variabilidad significativa puede reevaluarse después de la reposición de fluidos, y así hasta alcanzar el valor deseado (figs. 1–3). En caso de no observar variabilidad significativa en el calibre de la VCI, se interpreta que el paciente no se beneficiará con la reposición de líquidos (fig. 4).

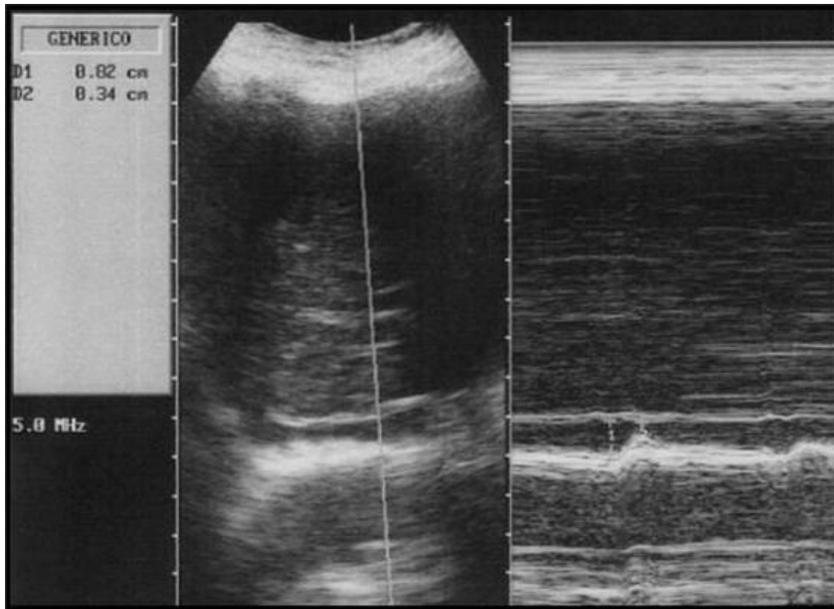


Figura 1. Corte longitudinal de la vena cava inferior con aplicación de modo M visualiza una variabilidad de calibre de aproximadamente el 50% con el ciclo respiratorio. El paciente recibió reposición de volumen.

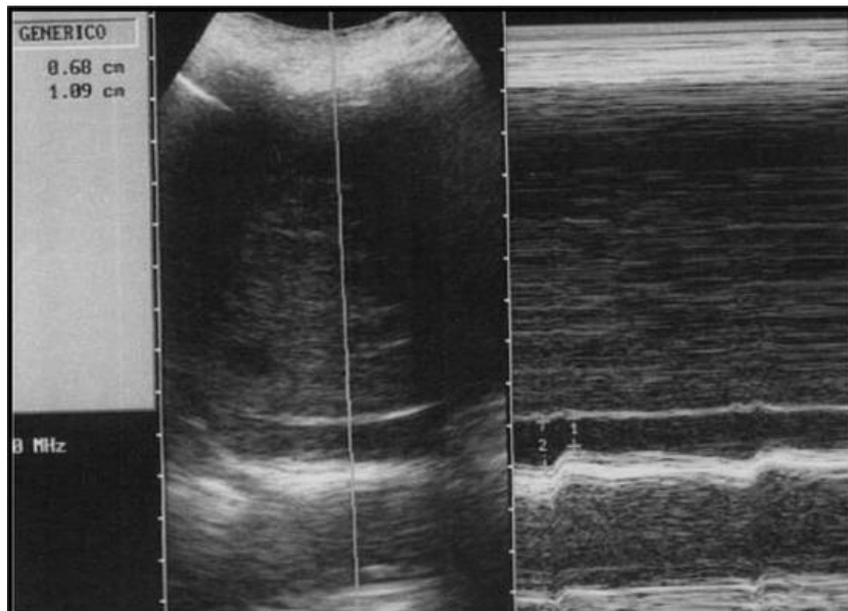


Figura 2. Corte longitudinal de la vena cava inferior en modo M del mismo paciente, 15 minutos después de la reposición, muestra disminución de la variabilidad (aproximadamente 37% de cambio de calibre).

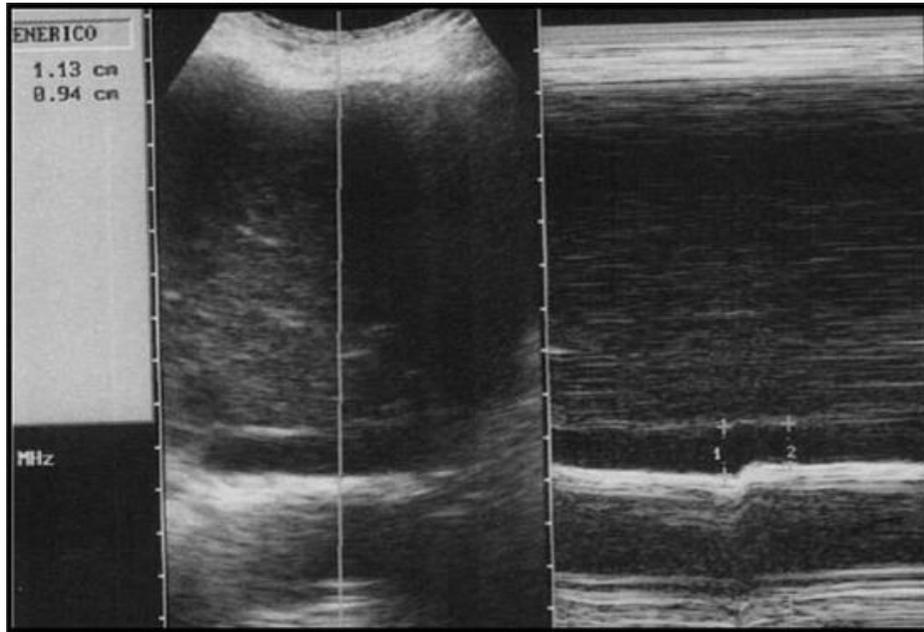


Figura 3. Corte longitudinal de la vena cava inferior en modo M del mismo paciente, 25 minutos después de la reposición, identifica una mayor disminución de la variabilidad (aproximadamente 22%), correlacionable con la respuesta al tratamiento.

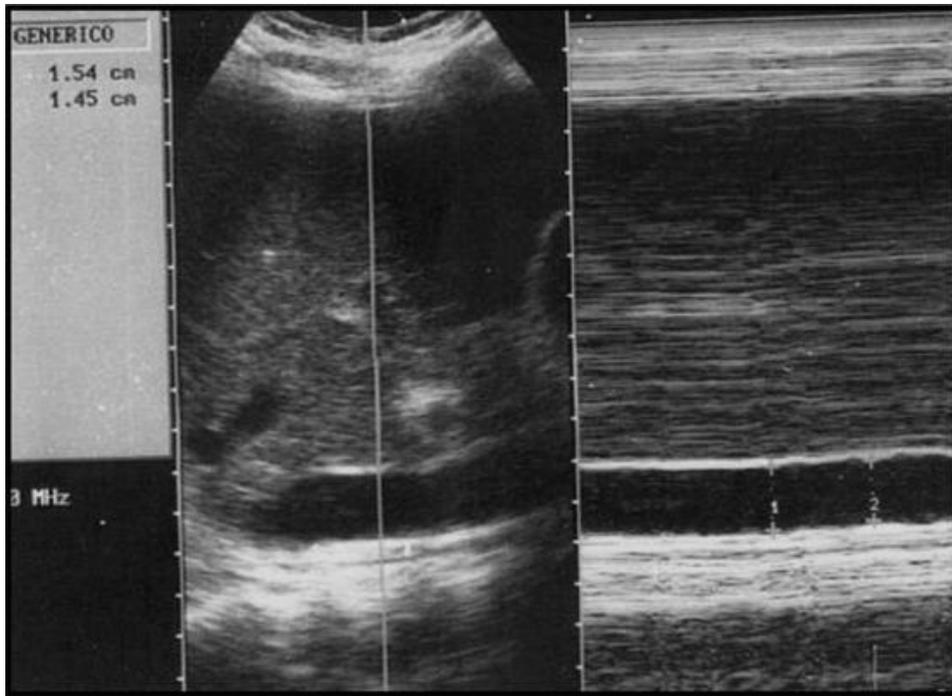


Figura 4. Corte longitudinal de la vena cava inferior con aplicación de modo M de un paciente diferente no muestra cambios significativos en el calibre del vaso.

## VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

### **Tipo de estudio**

La presente investigación es de tipo observacional, descriptiva, prospectiva de corte transversal, de acuerdo a los criterios de Rothman, K. J. y Greenland (2008) y del CDC (2017).

### **Área y período de estudio**

El área de estudio corresponde al área de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez. Los casos fueron reclutados y evaluados del 1 marzo y el 30 de noviembre del 2018.

### **Universo**

El universo estuvo constituido por el total de casos con diagnóstico shock que son ingresados a la sala de cuidados intensivos. Según estadísticas del servicios durante el los meses del estudio se estima ingresaron aproximadamente 89 casos de shock.

### **Muestra**

Para la determinación del tamaño de muestra mínima necesario se utilizó la fórmula muestral para universo conocido y para estimar una proporción en un solo grupo (debido a que las variables claves era de tipo categórica) con el programa Sample Size Calculation 2.0<sup>1</sup> aplicando los

---

<sup>1</sup> PS Power and Sample Size Calculations Version 3.0, January 2009 (Copyright © 1997-200 por William D. Dupont and Walton D. Plummer)

siguientes criterios: confianza del 90% (error alfa del 0.1), margen de error de 10% (error 0.1), y una proporción estimada de 10%.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot \sigma^2}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot \sigma^2}$$

El resultado de la muestra mínima aceptable, fue de 30 casos.

Tomando en cuenta la muestra necesaria y según los datos hospitalarios,

### **Criterios selección de muestra**

#### ***Criterios de inclusión.***

- ▣ Caso con diagnóstico de shock
- ▣ Que haya sido atendido durante el período de estudio
- ▣ Que posea datos de PVC

#### ***Criterios de exclusión.***

- ▣ Ritmo no sinusal
- ▣ Disfunción del ventrículo derecho
- ▣ Volumen tidal < 7 ml / Kg
- ▣ Respiración espontánea durante la ventilación mecánica en los pacientes ventilados

### **Unidad de análisis.**

La unidad de análisis corresponde al paciente con shock

## **Técnicas de recolección de la información**

### **Fuente de información.**

La fuente de información es de dos tipos:

- a) Secundaria, correspondiente al expediente clínico
- b) Primaria, correspondiente al paciente (medición directa del paciente –ecografía)

### **Instrumento (ficha de recolección).**

Para la elaboración de la ficha se hizo una revisión de la literatura y se consultaron médicos con experiencia en el tema, se procedió a elaborar una ficha preliminar (piloto) y esta será validada con 5 caso. Una vez revisada y finalizada la ficha se procederá a la recolección de la información.

El instrumento estructurado incluye las siguientes secciones

- I. Datos de identificación
- II. Características sociodemográficas
- III. Clasificación del shock
- IV. Presión venosa central
- V. Ecografía de la vena cava inferior

## **Evaluación ecográfica**

## **Evaluación de la respuesta a líquido**

## **Procesamiento y análisis de la información**

### **Creación de la base de datos**

Basados en el instrumento de recolección se creará una platilla para captura de datos y cada ficha será digitalizada en una base de datos creada en el programa SPSS 24 (IMB Statistic 2016)

### **Plan de tabulación y análisis**

En esta investigación se realizaron dos tipos de análisis: descriptivo y analítico (inferencial)

#### *estadística descriptiva*

Las variables se describieron dependiendo de su naturaleza. Las variables cualitativas o categóricas serán descritas en términos de frecuencias absolutas (número de casos) y frecuencias relativas (porcentajes). Los datos fueron ilustrados en forma de barras y pasteles. Las variables cuantitativas fueron descritas en términos de media, desviación estándar, mediana, y rango. Los datos fueron ilustrados en forma de histogramas, diagramas de dispersión y diagramas de cajas.

#### *Estadística analítica (inferencial)*

Para evaluar la asociación entre dos variables cualitativas se aplicará la prueba de Chi Cuadrado o la prueba exacta de Fisher (según corresponda). Para evaluar la asociación entre dos variables cuantitativas se usará la correlación de Pearson o de Spearman (según corresponda). Para

determinar diferencias entre los grupos con respecto a una variable cuantitativa se utilizará la prueba de T de Student o la prueba de Mann Whitney (según corresponda). Se considera que hay un resultado significativo cuando el valor de p de cada prueba sea  $<0.05$ .

## Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Escala
Edad	Sin dimensión	Registro del expediente	Variable cuantitativa Discreta
Sexo	Sin dimensión	Registro del expediente	Variable cualitativa nominal Femenino / Masculino
IMC	Sin dimensión	Talla Peso IMC= [Peso Kg / (Talla cm) <sup>2</sup> ]	Variable cuantitativa Continua
Antecedentes patológicos	Diabetes Mellitus Cardiopatía Hipertensión arterial crónica Dislipidemias Insuficiencia renal crónica Cáncer (especificar) Otros (Especificar)	Registro del expediente	Si No
Tipo de shock		Registro del expediente	Cardiogénico Obstructivo Hipovolémico Distributivo Mixto
Etiología		Registro del expediente	Infarto agudo de miocardio Miocardiopatías Valvulopatías (especificar) Arritmias (especificar) CIV Taponamiento cardíaco

			Neumotórax a tensión Tromboembolismo pulmonar Hemorragias Diarrea Vómitos Grandes quemaduras Sepsis Anafilaxis Neurógeno Insuficiencia suprarrenal aguda Terceros espacios
Tipo de ventilación al inicio del seguimiento		Registro del expediente	Mecánica Espontánea
Tipo de ventilación al final del seguimiento		Registro del expediente	Mecánica Espontánea
Instalación de la ventilación mecánico		Registro del expediente	No se instaló Antes del inicio Al inicio del seguimiento (o horas) Antes de las 2 horas Entre 2 a 4 horas Entre 4 a 6 horas

Carga de volumen	<p>Numero de cargas de líquido al inicio del seguimiento</p> <p>Volumen de carga total al inicio del seguimiento</p> <p>Numero de cargas de líquido al final del seguimiento</p> <p>Volumen de carga total al final del seguimiento</p>	Registro del expediente	Variable cuantitativa Discreta
Uso de aminas		Registro del expediente	Si No
Condición		Registro del expediente	Fallecido vivo
<b>Presión venosa central</b>		Registro del expediente	Variable cuantitativa Continua
Índice caval (%) (índice de colapsabilidad)	<p>Diámetro de la VCI (cm) máximo (Expiración)</p> <p>Diámetro de la VCI (cm) mínimo (Inspiración)</p>	Ecografía	Variable cuantitativa Continua
Índice de distensibilidad	<p>Diámetro interno máximo de la vena cava en inspiración (cm)</p> <p>Diámetro interno mínimo de la vena cava en inspiración en expiración (cm)</p>	Ecografía	Continua
Índice de colapsabilidad y / o distensibilidad pre-test	Diámetro interno máximo de la vena cava en inspiración (cm) – Inicial (antes de la PLR*)	Ecografía	Variable cuantitativa

	Diámetro interno mínimo de la vena cava en inspiración en expiración (cm) – Inicial (antes de la PLR*)		
Índice de colapsabilidad y / o distensibilidad post-test	<p>Diámetro interno máximo de la vena cava en inspiración (cm) – subsecuente (después de la PLR)</p> <p>Diámetro interno mínimo de la vena cava en expiración (cm) – subsecuente (después de la PLR)</p>	Ecografía	Continua

## **Consideraciones éticas**

En cuanto a los aspectos éticos se siguieron los principios de la declaración de Helsinki y las Guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la realización de estudios biomédicos.

El estudio se realizará con previa autorización de las autoridades correspondientes

## RESULTADOS

Con respecto a la distribución de la edad de los pacientes del estudio “Correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y PVC en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 2019, se observó una media de 55.8 años, con una media de 59 años, una desviación estándar de 16 años y un rango de 21 a 76 años. (Ver cuadro 1)

En el grupo en estudio el sexo masculino correspondió a un 61% y el femenino a un 39%. (ver cuadro 2)

Tipo y etiología del shock de los pacientes del estudio “Correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y parámetros clínicos y PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 2019.”

Respecto al tipo de shock predominó el shock hipovolémico con un 47% y el distributivo con un 40% (Ver cuadro 2)

Las etiologías más frecuentes fueron la hemorragia (30) y la sepsis (40%) (Ver cuadro 2)

El 33% de los pacientes estaban al momento de la realización en de la ecografía bajo ventilación mecánica y el 67% en ventilación espontánea. (Ver cuadro 3)

Respecto al manejo de líquidos de los pacientes del estudio al momento de la ecografía, la carga total administrada media fue de 3,124 cc, con una desviación estándar de 1366. (Ver cuadro 4)

La evaluación e la correlación entre la PVC y el índice de colapsabilidad de los pacientes del estudio reveló que bajo ventilación espontanea el coeficiente de correlación fue de 0.81 ( $p < 0.05$ ) y bajo ventilación mecánica fue de 0.62 ( $p < 0.05$ ) (Ver cuadro 5)

Al evaluar la correlación entre la PVC y Diámetro de la VCI (cm) mínimo (Inspiración) de los pacientes del estudio de acuerdo a puntos de corte propuesto, se observó una asociación significativa ( $p < 0.05$ ). Los pacientes con PVC disminuida el 100% tenía un diámetro menor de 1.5 cm. (ver cuadro 6)

Al evaluar la correlación entre los volúmenes de líquidos administrados y el índice de colapsabilidad (IC) de los pacientes del estudio se observó también una correlación significativa. Cuando la media de volumen administrado fue 2455 cc el índice se comporta con una media de 11.7. Cuando no se había administrado abundantes líquidos, con un mínimo de 600, el valor del IC de la VCI fue de 5.7. ( $p < 0.05$ ) (Ver cuadro 7)

Respecto al comportamiento del índice de distensibilidad en pacientes en ventilación mecánica, participantes en el estudio la media fue 47 con un mínimo de 24 hasta un máximo de 76. (Ver cuadro 8)

## DISCUSIÓN

En general, nuestros hallazgos respaldan el uso de mediciones ecográficas del diámetro de la VCI para estimar la PVC en pacientes con ventilación espontánea. Se observaron correlaciones positivas consistentemente entre el diámetro de la VCI y la PVC, y las correlaciones negativas se informaron de manera consistente entre el índice de colapsabilidad de la VCI y la PVC. En el caso de los pacientes bajo ventilación mecánica también se observaron correlaciones significativas, pero su utilidad clínica a partir de los hallazgos de nuestro estudio, todavía no es conclusiva.

Aunque las correlaciones fueron generalmente moderadamente fuertes, el rendimiento diagnóstico de los puntos de corte pre especificados fue superior y justifica las recomendaciones actuales de la guía para la estimación de la presión de llenado del lado derecho.

Aunque no se reporta en este estudio, pero nuestra experiencia durante el desarrollo de la investigación, revela que hubo una heterogeneidad sustancial entre los estudios realizados al momento de la medición diámetro de la VCI con respecto al ciclo respiratorio. Aunque VCIE se ha recomendado previamente como el parámetro de VCI preferido por el cual estimar PVC, la fuerza de las correlaciones entre PVCe VCIE, VCIi e VCImax fueron similares. Esto se refleja en las pautas más recientes de la Sociedad Americana de Ecocardiografía, que no especifican una fase óptima del ciclo respiratorio durante el cual medir el diámetro máximo de la VCI.

Las correlaciones entre la dimensión VCI y la PVC en pacientes con ventilación mecánica fueron generalmente débiles. Según la literatura, la utilidad de la ecografía de la VCI en pacientes con ventilación presentan resultados variables en muchos estudios el uso en pacientes con ventilación mecánica. La ventilación con presión positiva conduce a un aumento de la presión intratorácica, disminución del retorno venoso sistémico y aumento del volumen de sangre venosa en la VCI. La dimensión y la distensibilidad de la VCI se ven afectados en consecuencia. Por lo

tanto, el uso de mediciones VCI para estimar la PVC en pacientes con ventilación mecánica generalmente no es confiable. En consecuencia, las pautas más actuales de la Sociedad Estadounidense de Ecocardiografía aunque recomiendan su aplicación de rutina en este entorno indican que debe ser interpretada con precaución. Sin embargo, en el estudio de Jue y sus colegas, se encontró que un diámetro VCI de 1.2 cm o menos tenía una especificidad del 100% para una presión auricular derecha inferior a 10 mmHg, aunque con poca sensibilidad (25%).

Hay algunas otras circunstancias notables en las que el diámetro de VCI puede no correlacionarse con el PVC. Primero, el VCI puede dilatarse en atletas de élite jóvenes con presiones del atrio derecho normal, particularmente nadadores. Un estudio mostró un diámetro medio de VCI de 2.3 cm en atletas de élite en comparación con 1.3 cm en sujetos de control. Además, los pacientes jóvenes con síncope vasovagal pero ningún otro historial cardíaco presenta aumentado el tamaño de VCI en comparación con los controles, lo que sugiere que la acumulación venosa en pacientes jóvenes sanos puede aumentar el tamaño de VCI independientemente de cualquier aumento en la presión auricular.

Finalmente, la medición invasiva del PVC también está sujeta a sus propias trampas y errores de medición. Estos pueden ser numerosos y las mediciones precisas dependen de la función adecuada del catéter y la transducción de presión, nivelación y posicionamiento de la punta. Es importante destacar que la validez de las mediciones de VCI para la estimación de PVC puede no ser equivalente en todos los subgrupos de pacientes.

Una aplicación valiosa de la estimación ecográfica no invasiva del PVC puede estar en las mediciones en serie. Se ha demostrado que el diámetro de VCI aumenta después de la reanimación con líquidos y en asociación con aumentos concomitantes de PVC. Además, aunque la precisión de la estimación de PVC derivada de VCI puede reducirse en la insuficiencia cardíaca, la

evaluación en serie se puede realizar en pacientes con insuficiencia cardíaca descompensada para guiar el tratamiento. Se ha encontrado que este parámetro simple, fácilmente medible en el punto de atención, ofrece tanta precisión como estimaciones más complejas que involucran más variables.

La simplificación de las mediciones de VCI podría mejorar su estandarización y aplicación en la práctica clínica. En un estudio piloto, Martin et al. Demostró éxito en la capacitación de los radiólogos hospitalarios para realizar mediciones ecográficas de VCI utilizando un módulo en línea y una sesión de capacitación de 1 día. Después de la sesión, 8 de cada 10 radiólogos pudieron adquirir e interpretar con precisión las imágenes de VCI en 5 de 5 pacientes y discernir si el índice de colapsabilidad de la VCI era superior al 50% con una precisión del 91%. El éxito de este breve programa de entrenamiento no solo ejemplifica la facilidad del entrenamiento y el uso del ultrasonido VCI, sino también un modelo por el cual podría aplicarse de manera más amplia

## CONCLUSIONES

1. Los pacientes en shock en cuidados intensivos se caracterizaron por un predominio del sexo masculino, con una media de edad de 55 años, y una mayor proporción de pacientes con shock hipovolémico, estando 1 de cada 3 pacientes en ventilación mecánica.
2. El presente indica que en pacientes en shock la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior (IC) tiene excelente correlación con la medición de la PVC en pacientes críticos con PVC disminuida, en ventilación espontánea y moderada en pacientes con PVC normal. La medición del índice de colapsabilidad en pacientes en ventilación mecánica mostró baja correlación independientemente del valor de la PVC.
3. Se observó una moderada correlación entre el índice de distensibilidad de la vena cava inferior en pacientes con ventilación mecánica cuando la PVC era normal, pero mejora su correlación cuando la PVC está disminuida.
4. Tanto en pacientes en ventilación mecánica como en pacientes en ventilación mecánica, se observó una moderada correlación con los diámetros máximos de la vena cava inferior, a su vez esto estuvo asociado con la carga de volumen total administrada al momento de la realización del estudio.

## **RECOMENDACIONES**

### **Recomendaciones a los médicos radiólogos**

- Recomendamos retomar los hallazgos del estudio, y evaluar su utilidad clínica en los pacientes críticos, en ventilación espontánea, estratificando la interpretación según los rangos observados de presión venosa central y fomentar el diálogo entre los médicos radiólogos y los médicos tratantes, para mejorar la interpretación de los resultados.

### **Recomendaciones a las autoridades del servicio de radiología**

- Establecer un protocolo o algoritmo de realización de la evaluación ecográfica de la vena cava inferior en paciente crítico, tanto en emergencia como en unidad de cuidados intensivos.

### **Recomendaciones a las autoridades hospitalarias y el MINSA Central**

- Establecer un módulo de entrenamiento, para simplificación y estandarización de las mediciones ecográficas de la vena cava inferior en el contexto del paciente crítico. En dicho entrenamiento debería incluirse a personal no radiólogo para enriquecer la discusión y aumentar la capacidad de interpretación clínica de los resultados.

### **Recomendaciones a comunidad académica y científica**

- Recomendamos que en futuras investigaciones se desarrollen las siguientes líneas de investigación
  - a. Correlación de la evaluación ecográfica en pacientes en trauma
  - b. Correlación de la evaluación ecográficas en pacientes en diversos escenarios clínicos hemodinámicos bajo ventilación mecánica, para identificar los grupos en los que si hay utilidad clínica de las mediciones

- c. Correlación y utilidad clínica de la medición de la vena cava en comparación con otras evaluaciones ecográficas en pacientes en seguimiento, durante toda su estancia hospitalaria.
- d. Determinar si es posible que la ecografía de la vena cava inferior puede discriminar entre respondedores y no respondedores a fluidos en pacientes, previo al inicio de las cargas en el paciente crítico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abbasian, A., Feiz Disfani, H., Afzalimoghaddam, M., Talebian, M. T., Masoumi, B., & Nasr-Esfahani, M. (2015). Measurement of Central Venous Pressure Using Ultrasound in Emergency Department. *Iran Red Crescent Med J*, 17(12), e19403. doi:10.5812/ircmj.19403
- Carrillo Esper, R., García, J. R. S., & Morales, E. E. J. (2009). Curva de presión venosa central. *Médica Sur*, 16(1), 29-30.
- Ciozda, W., Kedan, I., Kehl, D. W., Zimmer, R., Khandwalla, R., & Kimchi, A. (2016). The efficacy of sonographic measurement of inferior vena cava diameter as an estimate of central venous pressure. *Cardiovasc Ultrasound*, 14(1), 33. doi:10.1186/s12947-016-0076-1
- Coen, D., Cortellaro, F., Pasini, S., Tombini, V., Vaccaro, A., Montalbetti, L., . . . Boghi, D. (2014). Towards a less invasive approach to the early goal-directed treatment of septic shock in the ED. *Am J Emerg Med*, 32(6), 563-568. doi:10.1016/j.ajem.2014.02.011
- Concha, M., Mertz, V., Cortínez, L., Jarufe, N., Martínez, J., Guerra, J. F., & Carmona, J. (2017). Disminución de la presión venosa central: efecto sobre el gasto cardíaco. *Revista chilena de cirugía*, 69(4), 310-314.
- Govender, J., Postma, I., Wood, D., & Sibanda, W. (2018). Is there an association between central venous pressure measurement and ultrasound assessment of the inferior vena cava? *African Journal of Emergency Medicine*, 8(3), 106-109.
- Héctor-Venturini, A. Consideraciones Teorico-Practicas Sobre La Presion Venosa Central.
- Ilyas, A., Ishtiaq, W., Assad, S., Ghazanfar, H., Mansoor, S., Haris, M., . . . Akhtar, A. (2017). Correlation of IVC diameter and collapsibility index with central venous pressure in the assessment of intravascular volume in critically ill patients. *Cureus*, 9(2).
- Macho, J. T., Sánchez, F. G., Ezquerro, P. G., Romero, L. B., Lebrato, J. C., Rojo, J. C., . . . Rodrigo, J. C. (2018). Documento de posicionamiento sobre la incorporación de la ecografía clínica en los servicios de Medicina Interna. *Revista Clínica Española*, 218(4), 192-198.

- Martínez Flores, R. C. (2018). *Ecografía de la Vena Cava Inferior como predictor de la respuesta a líquidos en pacientes con Shock en Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Dr. Roberto Calderón Gutiérrez, de Julio a Noviembre del 2017*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.
- Osorio Lombana, J. P., & Ortiz Jaimes, G. E. Utilidad del ultrasonido enfocado en la evaluación del choque en pacientes críticamente enfermos. *Departamento de Medicina Interna*.
- Pérez-Calatayud, Á. A., Anica-Malagón, E. D., Briones-Garduño, J. C., & Carrillo-Espe, R. (2017). Protocolos de ultrasonido en estados de choque. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 40(S1), 252-254.
- Pérez Cateriano, V., Ulloa, P., & Charlot, J. (2018). Descifrando la vena cava inferior. *Horizonte Médico*, 18(1), 68-74.
- Peterson, D., & Arntfield, R. T. (2014). Critical care ultrasonography. *Emerg Med Clin North Am*, 32(4), 907-926. doi:10.1016/j.emc.2014.07.011
- Rodríguez Gómez, C. H. (2019). *Correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN Managua), Managua.
- Sartori, F. E. R., Urosa, E. d. I. C. V., & Arizaleta, J. F. V. (2020). Vena cava inferior como factor predictor del shock en trauma: medición ecográfica. *Revista de Cirugía*, 72(1).
- Schmidt, G. A., Koenig, S., & Mayo, P. H. (2012). Shock: ultrasound to guide diagnosis and therapy. *Chest*, 142(4), 1042-1048. doi:10.1378/chest.12-1297
- Stawicki, S. P., Adkins, E. J., Eiferman, D. S., Evans, D. C., Ali, N. A., Njoku, C., . . . Bahner, D. P. (2014). 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*, 76(4), 956-963; discussion 963-954. doi:10.1097/ta.000000000000152
- Stawicki, S. P., Braslow, B. M., Panebianco, N. L., Kirkpatrick, J. N., Gracias, V. H., Hayden, G. E., & Dean, A. J. (2009). Intensivist use of hand-carried ultrasonography to measure IVC collapsibility in estimating intravascular volume status: correlations with CVP. *J Am Coll Surg*, 209(1), 55-61. doi:10.1016/j.jamcollsurg.2009.02.062
- UC, E. T. V. Debemos medir la presión venosa central.

Zobarzo, D. O. S., Hernández, B. L., Fiedler, H. J. C., & Herrera, A. I. G. (2019). Generalidades y manejo inicial del shock. *ARS MEDICA Revista de Ciencias Médicas*, 44(1), 66-76.

## ANEXOS

### Ficha de recolección

#### A. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Criterios:

1. Shock de cualquier naturaleza
2. Ingresado en UCI
3. Menos de 4 de ingreso a UCI

No. de Ficha: \_\_\_\_\_

No. de Expediente: \_\_\_\_\_

#### B. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Edad: \_\_\_\_\_ (años)

Sexo: \_\_\_\_\_

Antecedentes patológicos

Diabetes Mellitus	_____	
Cardiopatía	_____	
Hipertensión arterial crónica	_____	
Dislipidemias	_____	
Insuficiencia renal crónica	_____	
Cáncer (especificar)	_____	_____
Otros (Especificar)	_____	_____

#### C. CLASIFICACIÓN DEL SHOCK

Tipo de Shock

Cardiogénico	_____
Obstructivo	_____
Hipovolémico	_____

Distributivo	_____
Mixto	_____
Etiología	
Infarto agudo de miocardio	_____
Miocardiopatías	_____
Valvulopatías (especificar)	_____
Arritmias (especificar)	_____
CIV	_____
Taponamiento cardíaco	_____
Neumotórax a tensión	_____
Tromboembolismo pulmonar	_____
Hemorragias	_____
Diarrea	_____
Vómitos	_____
Grandes quemaduras	_____
Sepsis	_____
Anafilaxis	_____
Neurógeno	_____
Insuficiencia suprarrenal aguda	_____
Terceros espacios	_____

## CONDICIÓN DEL PACIENTE

Tipo de ventilación al inicio del seguimiento	Mecánica _____ Espontánea _____
Numero de cargas de líquido al inicio del seguimiento	_____
Volumen de carga total al inicio del seguimiento	_____
Numero de cargas de líquido al final del seguimiento	_____
Volumen de carga total al final del seguimiento	_____
Uso de aminas durante el seguimiento	Si __ No __
Condición al final del seguimiento	Fallecido _____ Vivo _____

## ECOGRAFÍA

### **Paciente con ventilación espontánea**

Diámetro de la VCI (cm) máximo (Expiración)

Diámetro de la VCI (cm) mínimo (Inspiración)

Índice caval (%) (índice de colapsabilidad)

### **Paciente con ventilación mecánica asistida**

Diámetro interno máximo de la vena cava en inspiración (cm)

Diámetro interno mínimo de la vena cava en inspiración en expiración (cm)

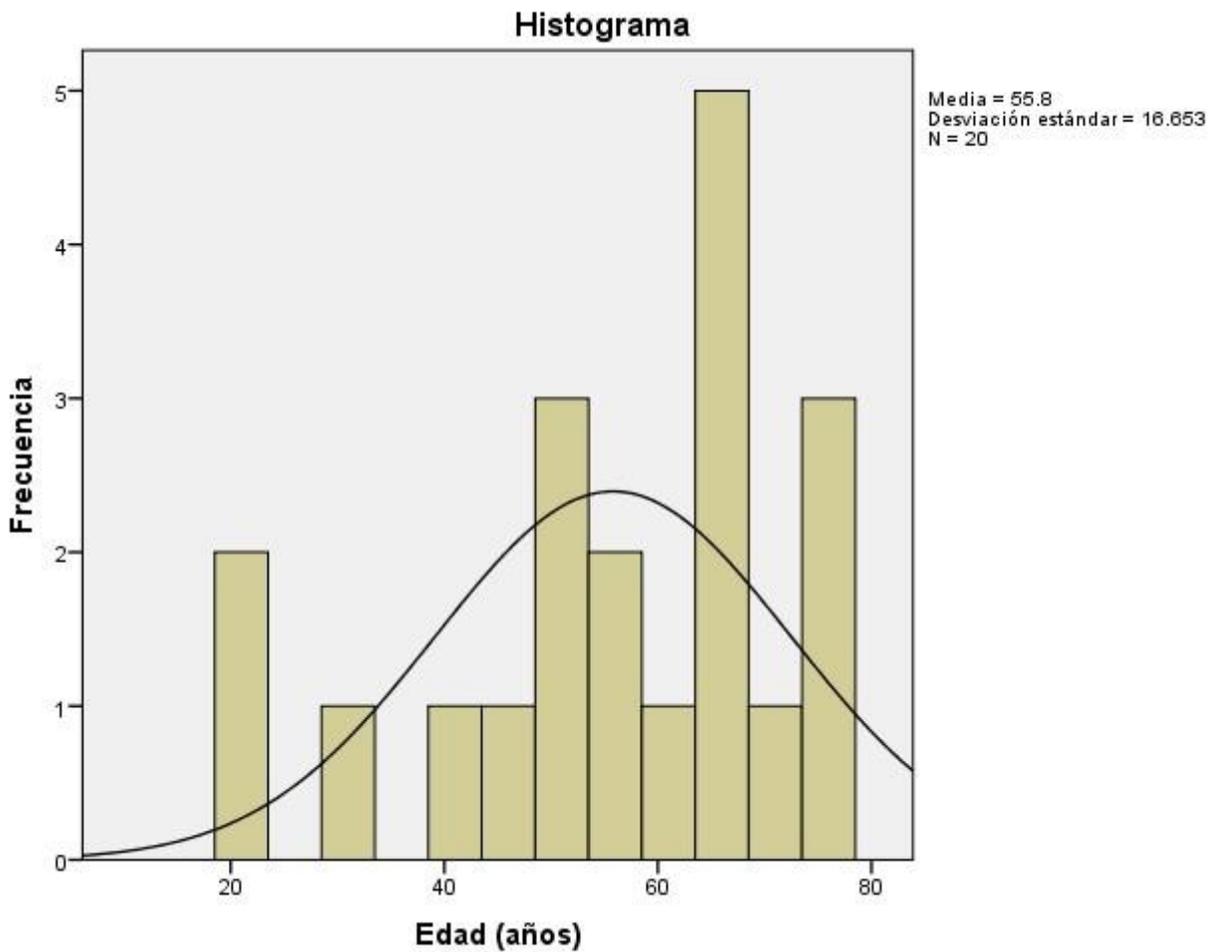
Índice de distensibilidad

Cuadro 1: Distribución de la edad de los pacientes del estudio “Correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y PVC en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 20199.”

N	30
Media	55.8
Mediana	59.5
Desviación estándar	16.7
Mínimo	21
Máximo	76

Fuente: Ficha de recolección

Gráfico 1: Distribución de la edad de los pacientes del estudio “Correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 20199.”



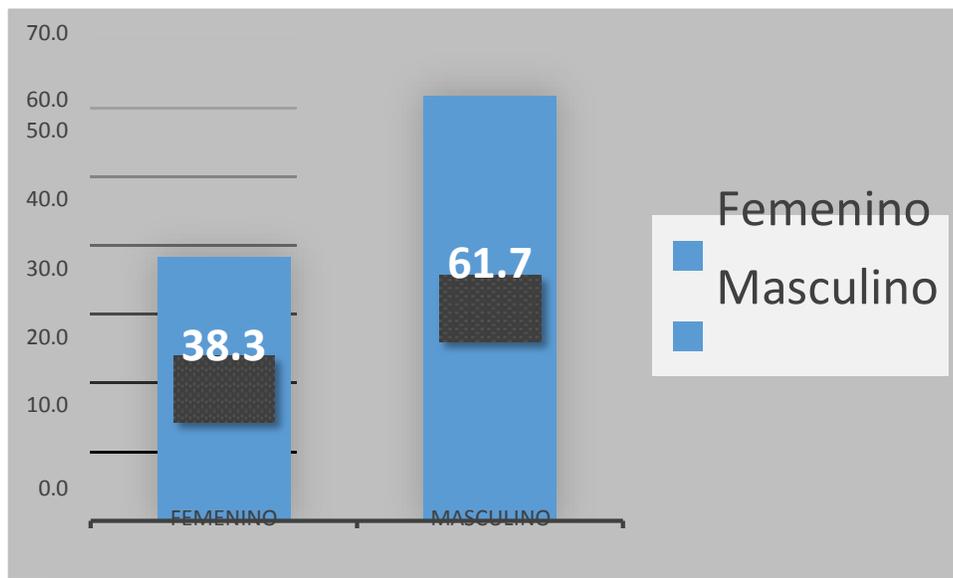
Fuente: Cuadro 1

Cuadro 2: Distribución por sexo de los pacientes del estudio “Correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 20199.”

		<b>n</b>	<b>%</b>
SEXO	Femenino	11	38.3
	Masculino	19	61.7
	Total	30	100.0

Fuente: Ficha de recolección

Gráfico 2: Distribución por sexo de los pacientes del estudio “Correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 20199.”



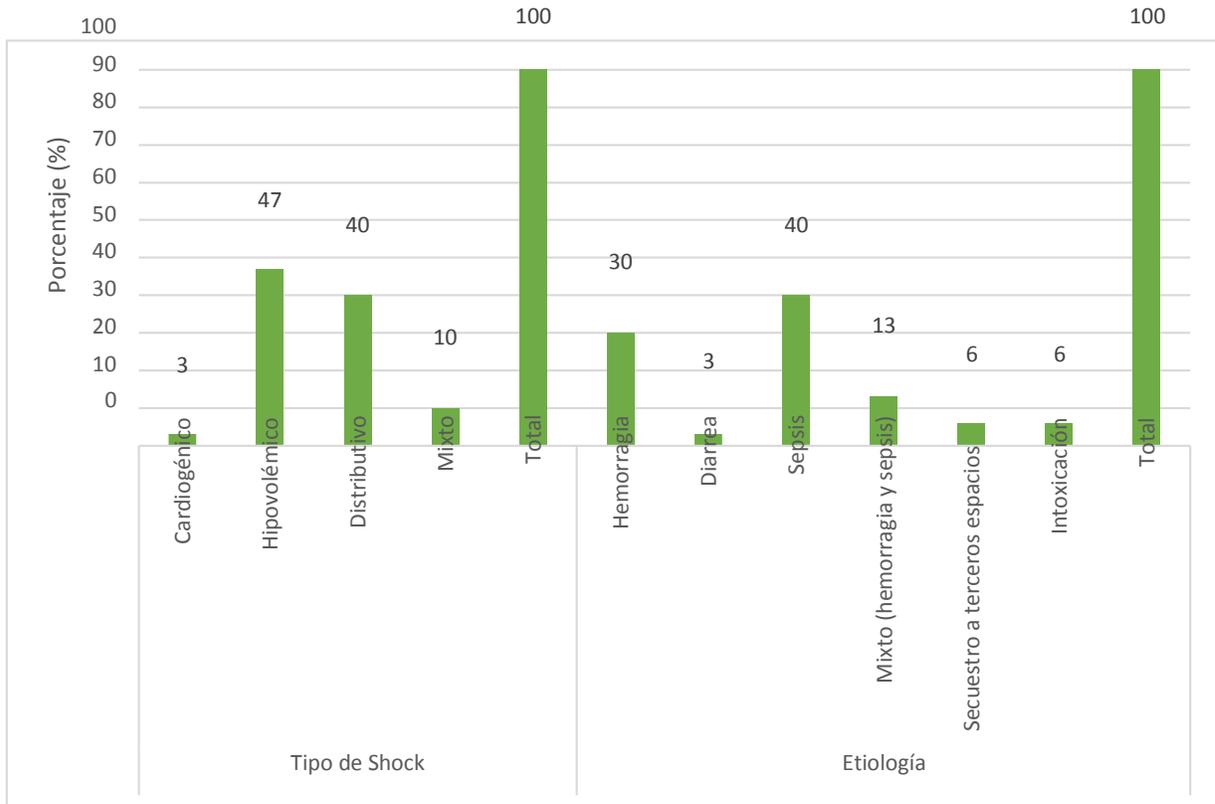
Fuente: Cuadro 1

Cuadro 3: Tipo y etiología del shock de los pacientes del estudio “Correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 20199.”

		n	%
Tipo de Shock	Cardiogénico	1	3.0
	Hipovolémico	14	47.0
	Distributivo	12	40.0
	Mixto	3	10.0
	Total	30	100.0
Etiología	Hemorragia	9	30.0
	Diarrea	1	3.0
	Sepsis	12	40.0
	Mixto (hemorragia y sepsis)	4	13.0
	Secuestro a terceros espacios	2	6.0
	Intoxicación	2	6.0
	Total	30	100.0

Fuente: Ficha de recolección

Gráfico 3: Tipo y etiología del shock de los pacientes del estudio “Correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 2019.”



Fuente: cuadro 5

Cuadro 4: Tipo de ventilación de los pacientes del estudio “Correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 2019.”

		Frecuencia	Porcentaje
<b>Tipo de ventilación al inicio del seguimiento</b>	Esponánea	20	67
	Mecánica	10	33
	Total	20	100.0

Fuente: Ficha de recolección

Cuadro 5: Manejo de líquidos de los pacientes del estudio “Correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 2019.”

		Volumen de carga total al momento del estudio
N		30
Media		3124
Mediana		2900
Desviación estándar		1366
Mínimo		600
Máximo		5580

Fuente: Ficha de recolección

Cuadro 6: Correlación entre la PVC y el índice de colapsabilidad de los pacientes del estudio “Correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 2019.”

	N	Media	Desviación estándar	Coficiente de correlación	p
<b>Casos con ventilación espontánea</b>					
<b>PVC (cmH2O)</b>	20	7.00	2.6	0.81	0.01
<b>Índice caval (%) (Índice de colapsabilidad) - 0 horas</b>	20	40.5	10.3		
<b>Casos en ventilación mecánica</b>					
<b>PVC</b>	10	6.8	2.5	0.62	0.02
<b>Índice caval (%) (Índice de colapsabilidad) - 0 horas</b>	10	37.01	8.7		

Fuente: Ficha de recolección

Cuadro 7: Correlación entre la PVC y Diámetro de la VCI (cm) mínimo (Inspiración) de los pacientes del estudio “Correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 2019.”

		Diámetro de la VCI (cm) mínimo (Inspiración)				Total		Chi 2
		<1.5 cm		1.5 a 2.5 cm		n	%	p
		n	%	n	%			
PVC	0 a 5 cm	<b>10</b>	<b>100.0%</b>	0	0.0%	10	100.0%	0.0001
	>5 a a10 cm	12	50.0%	<b>8</b>	<b>50.0%</b>	20	100.0%	
Total		16	66.7%	14	33.3%	30	100.0%	

Fuente: Ficha de recolección

Cuadro 8: Correlación entre los volúmenes de líquidos administrados y el índice de colapsabilidad (IC) de los pacientes del estudio “Correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 2019.”

		Volumen de carga total al inicio del seguimiento	Cambio IC	p
N	Válido	30	30	0.0001
Media		2455.0	11.7	
Mediana		2390.0	10.8	
Desviación estándar		1398.8	5.1	
Mínimo		600	5.70	
Máximo		4750	18.40	

Fuente: ficha de recolección

Cuadro 9: Comportamiento del índice de distensibilidad en pacientes en ventilación mecánica, participantes en el estudio: Correlación entre la evaluación ecográfica de la vena cava inferior y PVC, en pacientes en shock ingresados a la unidad de cuidados intensivos del Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez del 1 de marzo al 30 de noviembre del 2019.”

ESTADIGRAFO		PVC	INDICE DE DISTENSIBILIDAD	Coefficiente de correlación	p
N	Válido	10	10	0.88	0.0001
Media		6.8	47.0		
Mediana		6	42.6		
Desviación estándar		2.5	17.3		
Mínimo		3	24.8		
Máximo		11	76.0		

Fuente: Ficha de recolección