



**SALUD**  
SECRETARÍA DE SALUD



HOSPITAL  
GENERAL  
de MÉXICO  
DR. EDUARDO LICEAGA

**“COMPARACIÓN DE LA MEDICIÓN DE LA PRESIÓN VENOSA CENTRAL CON  
ULTRASONOGRAFÍA DE LA VENA CAVA INFERIOR COMO PRUEBAS DE RESPUESTA  
A VOLUMEN EN PACIENTES CON HIPOTENSIÓN”**

**TESIS DE PARA OBTENER EL TITULO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA CRITICA.**

**PRESENTA:**

**DR. RODOLFO PERUCHO VILLA.**

**TUTOR:**

**DR. ALFONSO CHÁVEZ MORALES**

**JEFE DEL SERVICIO DE TERAPIA MEDICA INTENSIVA U310E**

**DEL HOSPITAL GENERAL DE MEXICO**

**“DR EDUARDO LICEAGA”**

**CIUDAD UNIVERSITARIA.**

**CIUDAD DE MÉXICO, FEBRERO DE 2022.**

**TERAPIA MEDICA INTENSIVA 310 - E**

Dr. Balmis 148  
Colonia Doctores  
Delegación Cuauhtémoc  
Ciudad de México  
CP 0676

TELEFONO  
+52 (55) 2789 2000





Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



**SALUD**  
SECRETARÍA DE SALUD



HOSPITAL  
GENERAL  
de MÉXICO

DR. EDUARDO LICEAGA



**SALUD**  
SECRETARÍA DE SALUD



HOSPITAL  
GENERAL  
de MÉXICO

DR. EDUARDO LICEAGA

**Comité de Evaluación de Protocolos de Investigación de Médicos Residentes**

Oficio No.: DECS/JPO-1177-2022

Ident. Protocolo: (789-570/21)

Ciudad de México a 02 de febrero del 2022

**Dr. Rodolfo Perucho Villa**

Servicio de Terapia Médica Intensiva

PRESENTE

Hacemos de su conocimiento que con esta fecha el Comité de Evaluación de Protocolos de Investigación de Médicos Residentes dictaminó la última versión de su Protocolo Titulado:

**Titulo anterior:** Comparación de la medición de la presión venosa central con ultrasonografía de vena cava inferior como pruebas de respuesta a volumen en pacientes hipotensos en terapia intensiva.

**Titulo actual:** Comparación de la medición de la presión venosa central con ultrasonografía de vena cava inferior como pruebas de respuesta a volumen en pacientes con hipotensión como:

**APROBADO (con cambios sugeridos)**

En caso de que su protocolo tenga el dictamen de aprobado cuenta con el siguiente número de registro:

**DECS/JPO-CT-1177-2022**

En el caso de que su protocolo tenga dictamen de **CONDICIONADO A CORRECCIONES**, éste **NO** cuenta con número de registro y debe realizar las correcciones que se enlistan en los puntos que integran la tabla adjunta a este documento para su consideración y en su caso, aprobación definitiva y asignación de número de registro. Si su protocolo tiene dictamen de **RECHAZADO**, este ya no podrá ser evaluado por este comité y no se le asignará ningún número de registro.

Deberá entregar la respuesta a las **CORRECCIONES** en un tiempo de 15 a 30 días **vía correo electrónico**, a partir de la fecha de este oficio. Cabe mencionar que de no entregarlo como se indica, no será revisado por el **Comité de Evaluación de Protocolos de Investigación de Médicos Residentes** y su protocolo será cancelado.

Si su protocolo tiene dictamen de **APROBADO**, haga caso omiso de las indicaciones anteriores, ya que el mismo cuenta con número de registro. Así mismo deberá entregar por escrito el avance del protocolo cada 3 meses a partir de la fecha en que fue aprobado y hasta obtener resultado de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, de la Secretaría de Salud. **De no presentar los avances o resultados del proyecto, la Dirección de Educación y Capacitación en Salud se reserva el derecho de cancelar el registro del protocolo hasta la entrega de los mismos.**

Sin más por el momento, le envío un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

**Dra. Rocío Natalia Gómez López**

Jefa de Posgrado  
Presidenta del Comité

Ccp - Acuse  
cgg

DIRECCIÓN DE  
EDUCACIÓN Y  
CAPACITACIÓN EN SALUD  
[www.dgcm.salud.gob.mx](http://www.dgcm.salud.gob.mx)

Dr. Balmis 148  
Colonia Doctores  
Cuadrante Moscú 06720

T +52 (55) 5004 3821  
Con +52 (55) 2789 2000



**2022** Ricardo  
Flores  
Año de Maestría



## “Comparación de la medición de la presión venosa central con ultrasonografía de la vena cava inferior como pruebas de respuesta a volumen en pacientes con hipotensión”

### RESUMEN ESTRUCTURADO

**Introducción.** La hipotensión arterial, es una condición frecuente en el paciente críticamente enfermo, identificado como en un valor inferior a 65 mmHg (tensión arterial media), en el cual se presenta deterioro hemodinámico, siendo la reanimación con líquidos parte del tratamiento y pronóstico. La forma de evaluar la respuesta del organismo a la administración de volumen, es a través de métodos invasivos y no invasivos. Es necesario conocer la eficacia, rapidez, economía, mayor sensibilidad y especificidad entre las pruebas de medición de la presión venosa central que es un método invasivo y la ultrasonografía de la vena cava que es un método no invasivo, se eligen estas pruebas debido a que son mediciones utilizadas de forma rutinaria en el paciente hipotenso. **Objetivo:** Determinar la diferencia entre la medición de la presión venosa central y medición ultrasonográfica de la vena cava inferior como pruebas de respuesta a volumen durante la reanimación en pacientes con hipotensión arterial. **Hipótesis:** **H1.-** La medición ultrasonográfica de distensibilidad de la vena cava inferior es mejor prueba que la medición de la presión venosa central, como prueba de respuesta a volumen utilizada en pacientes hipotensos. **H2.-** La medición ultrasonográfica de distensibilidad de la vena cava inferior no es mejor prueba que la medición de la presión venosa central, como prueba de respuesta a volumen utilizada en pacientes hipotensos. **Metodología:** Estudio retrospectivo, analítico, transversal, utilizando funciones matemáticas de diferencia de medias para grupos independientes en donde se espera que los pacientes con hipotensión tengan una comparación significativa entre las pruebas de respuesta a volumen (presión venosa central y distensibilidad de vena cava inferior), y tenga impacto en el abordaje diagnóstico – terapéutico de rápido y fácil acceso.

**Palabras clave:** pruebas de respuesta a volumen, presión venosa central, distensibilidad de la vena cava.





## INDICE.

Resumen . . . . .	3
Antecedentes . . . . .	5
Planteamiento del problema . . . . .	8
Pregunta de investigación . . . . .	8
Justificación . . . . .	9
Hipótesis . . . . .	9
Objetivos . . . . .	9
Objetivo general . . . . .	9
Objetivos específicos . . . . .	9
Metodología . . . . .	11
Tamaño de la muestra . . . . .	11
Criterios de inclusión, exclusión y eliminación . . . . .	11
Definición de las variables . . . . .	12
Variables dependientes / independientes. . . . .	12
Procedimiento . . . . .	14
Flujograma . . . . .	15
Análisis estadístico . . . . .	15
Cronograma de actividades . . . . .	16
Aspectos éticos y de bioseguridad . . . . .	16
Relevancia y expectativas . . . . .	16
Recursos disponibles . . . . .	17
Recursos necesarios . . . . .	18
Resultados . . . . .	19
Conclusiones . . . . .	26
Referencias bibliográficas . . . . .	27
Anexos (hoja de recolección de datos) . . . . .	31





## “Comparación de la medición de la presión venosa central con ultrasonografía de la vena cava inferior como pruebas de respuesta a volumen en pacientes con hipotensión”

### 1. ANTECEDENTES

Definiendo **hipotensión arterial**, no hay consenso definitivo, mientras que, para algunos las cifras varían entre 60-90/40-70 mmHg, otros hacen referencia a la presión sistólica menor de 90 mmHg, de 100 mmHg o de 110 mmHg, o sistólica de 75-100 mmHg. Otros mencionan, que deben ser menores de 100/50 mm de 100/60 mmHg o de 120/70-80. Hay quien recomienda usar mejor la presión arterial media (PAM) menor de 60 mmHg.<sup>1</sup> El paciente con hipotensión arterial presenta una grave reducción sistémica en la perfusión tisular, que se caracteriza por la disminución en la disponibilidad y consumo de oxígeno celular, y reducción en la eliminación de los subproductos de desecho del metabolismo.<sup>2</sup> La piedra angular del tratamiento del estado de choque es la reanimación con fluidos, sin embargo, la dosificación del líquido intravenoso durante la reanimación es en gran medida de forma subjetiva. Una reanimación restringida con líquidos, perpetúa la hipoperfusión tisular e incrementa la disfunción orgánica por disfunción mitocondrial, por lo contrario, la prescripción liberal de líquido también parece impedir la entrega de oxígeno y comprometen la respuesta del paciente. El primer paso en el manejo hemodinámico de los pacientes críticamente enfermos es determinar la adecuación de la perfusión de los tejidos y órganos. (3-49 La reanimación tiene como objetivo incrementar el índice cardiaco y mejorar la perfusión tisular. Cualquier paciente, según su condición clínica, puede requerir tratamiento con fluidos.<sup>5</sup> La práctica usual es la monitorización de parámetros hemodinámicos simples como la frecuencia cardiaca (FC), la presión arterial (PA), la presión venosa central (PVC), el índice de shock (IS) y la presión del pulso (PP)<sup>6</sup>. De hecho, un balance hídrico positivo o una PVC elevada se asocian con malos resultados clínicos<sup>7-8</sup>. Los datos emergentes sugieren que la resucitación agresiva temprana de los pacientes críticos puede limitar y/o revertir la disoxia del tejido y progresar a la insuficiencia de órganos y mejorar el resultado.<sup>9</sup> Para el abordaje diagnóstico y terapéutico del paciente hipotenso se utiliza 1)





terapia guiada por objetivos clínicos como son: la presión venosa central (PVC), la tensión arterial media (TAM), la saturación venosa de oxígeno (SvO<sub>2</sub>), el nivel de lactato sérico y el débito urinario, y 2) terapia de líquidos guiada por ultrasonido, que son: fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), desplazamiento sistólico del plano del anillo tricúspideo (TAPSE), volumen sistólico (VS), vena cava superior (SVC) y su índice de colapsabilidad y/o distensibilidad, y líneas B (en pulmón) y la presión arterial media.<sup>10</sup> Respecto a la **presión venosa central**, es la presión medida a través de la punta de un catéter que se coloca dentro de la aurícula derecha, es un dispositivo biocompatible que se posiciona en el espacio intravascular de grandes vasos venosos, torácicos o abdominales y cuyo extremo distal se ubica cerca de la unión con la aurícula derecha y se utiliza para la obtención de constantes vitales asociadas al sistema cardiovascular, además de ser la vía de administración de fluidos y fármacos, en especial de drogas vasoactivas y vesicantes, la administración de nutrición parenteral y la obtención de muestras para realizar pruebas sanguíneas de laboratorio<sup>11-13</sup> Dentro de la literatura se menciona como evidencia de grado 1A el acceso yugular interno por ultrasonido y como grado 2C el acceso subclavio guiado por ultrasonografía para disminuir las complicaciones.<sup>14-17</sup> En un sujeto sano, con respiración espontánea y normal los rangos de referencia de PVC son: bajo <5 cmH<sub>2</sub>O, normal 5-12 cmH<sub>2</sub>O, alta >12 cmH<sub>2</sub>O. Se considera un parámetro indirecto del volumen intravascular, y puede ayudar a evaluar la respuesta de los pacientes graves a la administración de líquidos y no se debe descartar por completo.<sup>18-21</sup> Debido a esto, se han desarrollado en los últimos años indicadores más precisos, como la ultrasonografía realizada por el clínico, considerada actualmente como el primer método de evaluación cardíaca en el paciente con inestabilidad hemodinámica, permitiendo evaluar la precarga derecha e izquierda y detectar de manera confiable la respuesta al aporte del volumen, optimizando el manejo de líquidos y la toma de decisiones a la cabecera del paciente, evitando el aporte innecesario de volumen y sus efectos deletéreos.<sup>22,23</sup> **La vena cava inferior (VCI)** es una estructura dinámica cuyo diámetro varía con cambios de presión intravascular e intratorácica. Respecto a la evaluación ultrasonográfica de la vena cava inferior





(VCI) se ha posicionado como una técnica no invasiva, segura, de fácil ejecución a la cabecera del enfermo que proporciona de manera indirecta datos sobre el estado de volumen intravascular efectivo, respuesta a la administración de líquidos, provee datos hemodinámicos del ventrículo derecho y se relaciona de manera dinámica con las presiones intratorácicas.<sup>24</sup> Los puntos de corte aceptados en individuos sanos para el diámetro de la VCI en la inspiración van de 0 a 14 mm en reposo y en espiración de 15 a 20 mm. Debido a las modificaciones en diámetro durante la inspiración aumentan la presión negativa intratorácica que se traduce en presión negativa intraluminal favoreciendo el retorno venoso cardiaco, esto provoca una disminución del calibre de la VCI durante la inspiración normal, mientras que en espiración el calibre es mayor.<sup>25,26</sup> **La correlación entre la presión venosa central con la medición ultrasonográfica de la vena cava.** Existe una correlación negativa muy fuerte entre la PVC y el índice de colapsabilidad de la VCI. Este hallazgo indica que el índice de colapsabilidad de la VCI puede sustituir a la PVC para determinar el estado del volumen intravascular<sup>27</sup> ya que el diámetro ecográfico de la VCI y la relación VCI / aorta tienen una correlación aceptable con la PVC al nivel de la entrada de la VCI en la aurícula derecha,<sup>28</sup> y puede ser útil para evaluar el estado del líquido intravascular en estos pacientes.<sup>29</sup> En pacientes ventilados mecánicamente, la relación de diámetro de la VCI se correlaciona negativamente con la PVC, con un valor superior a 1,7 que predice una PVC por debajo de 8 mm Hg, y la medición ultrasonográfica puede usarse solo para identificar pacientes con PVC baja, pero no para una evaluación precisa de PVC.<sup>30-31</sup> Existe una relación positiva de la PVC con los diámetros mínimo y máximo de la VCI, pero una relación inversa con el índice de colapsabilidad de la VCI.<sup>32</sup> La medición ecográfica del diámetro y la colapsabilidad de la VCI es un método válido para estimar la PVC y la presión de la aurícula derecha, dada la facilidad, seguridad y disponibilidad de esta técnica no invasiva, se justifica una adopción y aplicación más amplia de este método en entornos clínicos.<sup>33,34</sup> Para otros autores, no se apoya la medición de la IVCD por ecografía como una variable sustituta aceptable para determinar la PVC en pacientes críticos.<sup>35-36</sup>





## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existen diferencias significativas en la respuesta al tratamiento hídrico a corto plazo en pacientes con hipotensión. Para evitar una infusión excesiva de líquidos durante la reanimación, se utilizan estrategias de infusión de soluciones cristaloides y la posibilidad de administrar la siguiente infusión depende del resultado de la medición de las pruebas de respuesta a volumen antes de administrar la última infusión de líquido. Existen pruebas guiadas por objetivos clínicos y pruebas guiadas por ultrasonografía. Se ha elegido la medición de la presión venosa central y la evaluación ecográfica de la vena cava ya que son pruebas que se realizan de manera rutinaria en terapia intensiva, de forma inmediata al ingreso del paciente y cuyo resultado se obtiene de manera inmediata (a diferencia de otras pruebas de respuesta a volumen). La presión venosa central es un método invasivo y lo cual representa manipulación y mayor frecuencia de complicaciones como trastornos del ritmo, infecciones, hemorragia, etc., y la medición ultrasonográfica de la vena cava es un método no invasivo, con escasas complicaciones y de rápida realización. Por tanto, se busca correlacionar estas dos mediciones, como pruebas de respuesta a volumen, en los pacientes que ingresan con hipotensión arterial a la terapia intensiva en el Hospital General de México, y una vez demostrado, si existe o no una diferencia entre ambas mediciones, se tiene la finalidad de hacer un mayor uso de la prueba que resulte con mayor precisión y beneficio en la reanimación del paciente, igualmente que sea de mayor rapidez y represente un método de bajo costo, con impacto en la disminución de la morbimortalidad.

## PREGUNTA DE INVESTIGACION

¿Existen diferencias entre la presión venosa central y distensibilidad de la vena cava inferior como pruebas de respuesta a volumen durante la reanimación en pacientes hipotensos de la unidad de cuidados intensivos del Hospital General de México “Eduardo Liceaga”?





### 3. JUSTIFICACIÓN

De las múltiples pruebas de respuesta a volumen que existen, la presión venosa central es una medición invasiva y la medición ultrasonográfica de la distensibilidad de la vena cava es una maniobra no invasiva, encontrar cuál de las dos mediciones es más confiable, rápida y con menor número de complicaciones, permitirá en un momento determinado, ofrecer la mejor prueba de respuesta a volumen en pacientes hipotensos que ingresen a terapia intensiva.

### 4. HIPÓTESIS

**H1.-** La medición ultrasonográfica de distensibilidad de la vena cava inferior es mejor prueba que la medición de la presión venosa central, como prueba de respuesta a volumen utilizada en pacientes hipotensos en terapia intensiva.

**H2.-** La medición ultrasonográfica de distensibilidad de la vena cava inferior no es mejor prueba que la medición de la presión venosa central, como prueba de respuesta a volumen utilizada en pacientes hipotensos en terapia intensiva.

### 5. OBJETIVOS

#### 5.1. Objetivo general.

Determinar la diferencia entre la medición de la presión venosa central y medición ultrasonográfica de la distensibilidad de la vena cava inferior como pruebas de respuesta a volumen durante la reanimación en pacientes con hipotensión arterial que ingresan a terapia intensiva.

#### 5.2. Objetivos específicos.

5.2.1. Determinar, de acuerdo al resultado, cuál de las dos mediciones (medición de la presión venosa central o medición ultrasonográfica de la distensibilidad de la vena cava inferior) tiene mayor especificidad y sensibilidad como prueba de respuesta a volumen.





5.2.2. Determinar el porcentaje de diferencia entre ambas pruebas como respuesta a volumen.

## 6. METODOLOGÍA

### 6.1. Tipo y diseño de estudio:

- 6.2. Tipo de estudio: Casos y controles
- 6.3. Por la participación del investigador: Observacional.
- 6.4. Por la temporalidad del estudio: Transversal.
- 6.5. Por la direccionalidad: Retrospectivo

### 6.6. Población:

- 6.6.1. Se incluirán aquellos pacientes que cumplan con los criterios de inclusión en el servicio de terapia intensiva del Hospital General de México "Eduardo Liceaga".

### 6.7. Tamaño de la muestra.

- 6.7.1. Muestra finita dada por el total de expedientes que cumplieron con los criterios de inclusión en el periodo de estudio antes señalado.
- 6.7.2. Se realiza el cálculo del tamaño de la muestra con el programa de G power para diferencia entre dos medias independientes, a una cola, con tamaño del efecto de 0.4, con probabilidad de error alfa de 0.05 y un poder del estudio de 95% (**que es el nivel de confianza o seguridad otorgado por el programa G power**), lo que nos dio un tamaño de la muestra de 66 pacientes más 15% de pérdida esperada de pacientes nos da un tamaño total de la muestra requiriendo al menos de 59 pacientes para la realización del estudio.

### 6.8. Criterios de inclusión, exclusión y eliminación

#### 6.8.1. Criterios de inclusión.

- 6.8.2. Expedientes completos de pacientes de 18 a 80 años de edad que ingresaron dentro de las primeras 24 horas desde servicio de origen (en fase de reanimación y/o de optimización).





- 6.8.3. Expedientes de pacientes que se encontraban hipotensos a su ingreso
  - 6.8.4. Que se les haya medido presión venosa central
  - 6.8.5. medición ultrasonográfica de la distensibilidad máxima de la vena cava inferior.
- 6.9. Criterios de exclusión.**
- 6.9.1. Expedientes de pacientes sometidos a cirugía abdominal reciente y que no fue posible realizar una medición ultrasonográfica correcta o a los cuales no se les midió la presión venosa central por falta de acceso venoso central (subclavio o yugular).
  - 6.9.2. Expedientes de pacientes con insuficiencia cardíaca, enfermedad renal crónica avanzada o enfermedad hepática terminal (por ser pacientes con retención hídrica), embarazadas o en puerperio quirúrgico.
- 6.10. Criterios de eliminación.**
- 6.10.1. No aplica





**6.11. Definición de las variables.**

<b>Variables dependientes</b>				
<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Escala de medición</b>	<b>Codificación Valores</b>
Respuesta a volumen	Reacción del sistema cardiovascular a la administración de solución cristaloides	Cualitativa si / no	Porcentaje	presión venosa central < 8 mmHg y distensibilidad de la vena cava inferior > 12% y < 18%.
Tensión arterial sistólica	Es la presión más elevada ejercida por la onda de sangre expulsada por la sístole ventricular.	Cuantitativa	Milímetros de Mercurio (mmHg)	< 85 mmHg (Hipotensión)
Tensión Arterial Diastólica (TAD)	Es la presión más baja ejercida por la onda de sangre expulsada por la Sístole ventricular.	Cuantitativa	Milímetros de Mercurio (mmHg)	< 55 mmHg (Hipotensión)
Tensión Arterial Media (TAM)	Suma de la presión	Cuantitativa	Milímetros de Mercurio (mmHg)	< 65 mmHg (hipotensión)





	diastólica con un tercio de la diferencia entre la presión sistólica y la diastólica.			
Vena Cava Inferior en Espiración (IVCe Máxima)	Medición de Vena Cava Inferior en modo M en espiración máxima	Cuantitativa	Centímetros (cm)	Variable
Vena Cava Inferior en Inspiración (IVCi Mínima)	Medición de Vena Cava inferior en modo M en inspiración máxima	Cuantitativa	Centímetros (cm)	Variable
Distensibilidad de la Vena Cava Inferior (IVCD)	Medición en base a la Fórmula= $\frac{(IVCMax - IVCMIn)}{(IVCMax + IVCMIn)} \times 100$ (S90% E90%)	Cuantitativa	Porcentaje (%)	< 50% y >50%.
Presión venosa central	describe la presión de la sangre en la vena cava superior, cerca de la aurícula derecha del corazón.	Cuantitativa	Milímetros de mercurio (mmHg)	< 8 mmHg





Edad	Número de años cumplidos al momento	Cuantitativa Continua	años	No aplica
Genero	Características sexuales	Cualitativa Nominal	Masculino / femenino	0: Masculino 1: femenino.

Variables independientes				
Variable	Definición conceptual	Tipo de variable	Escala de medición	Codificación Valores
Maniobra ante paciente con hipotensión	Tipo de intervención realizada ante hipotensión.	Cualitativa	Líquido (Solución Hartman 500 ml)	No aplica

### 6.12. Procedimiento

Se revisarán los expedientes de pacientes que presentaron hipotensión arterial (tensión arterial media < 65 mmHg) durante las primeras 24 horas de su ingreso a terapia intensiva y que se sometieron a las mediciones de presión venosa central y medición ultrasonográfica de distensibilidad de la vena cava como pruebas de respuesta a volumen en un tiempo determinado entre 15 y 30 minutos.

A continuación, se identificarán las variables de las mediciones de la presión venosa central y de la medición ultrasonográfica de la vena cava antes y después de la infusión de solución cristalóide.

Para la evaluación de las variables ecocardiográficas se utilizó el equipo disponible de ultrasonido en terapia intensiva central 310-E, equipo Phillips EPIQ 7 sistema de ultrasonido premium.

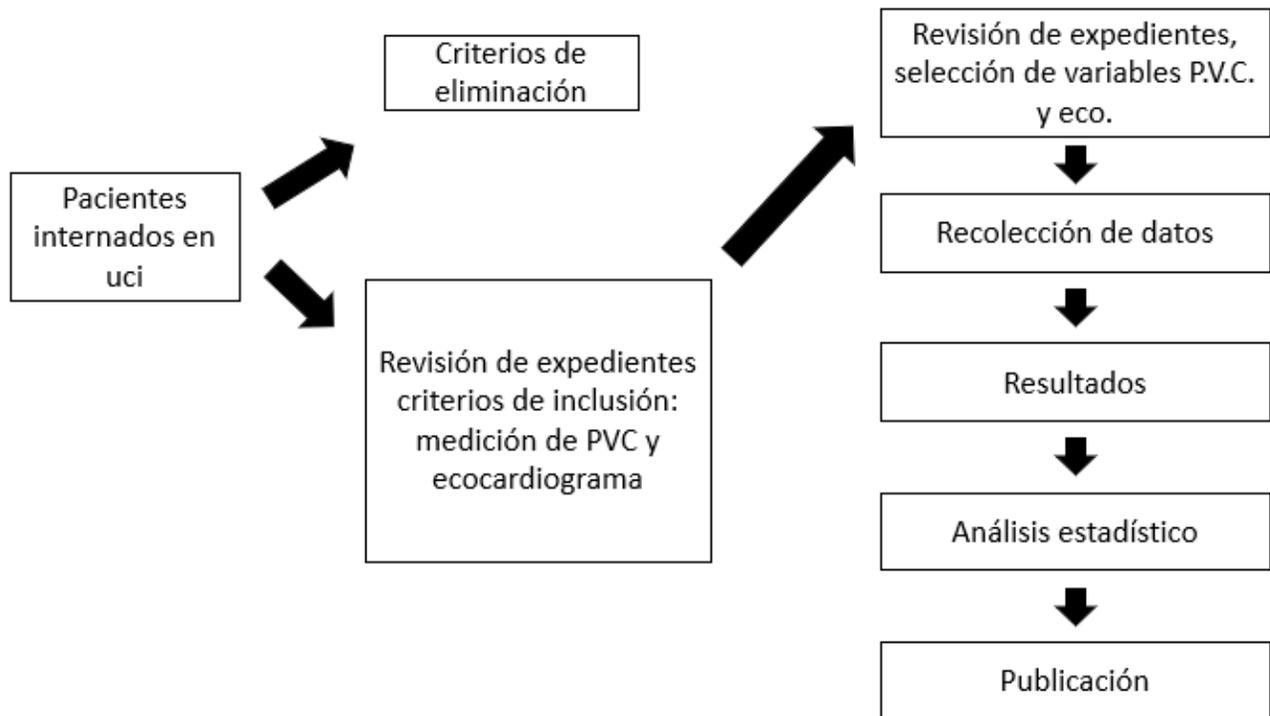




### 6.13. Análisis estadístico

Se realizará el procesamiento de datos registrados en el instrumento de medición en la hoja de Excel y finalmente mediante el programa estadístico SPSS. Dentro de dicho sistema, se realizarán mediciones directas en tasas, razones y proporciones, frecuencias absolutas y relativas, así como estadística paramétrica y pruebas de hipótesis. Se utilizará la función matemática de diferencia de medias para grupos independientes t de student (para analizar diferencias comparativas entre la presión venosa central y la medición ultrasonográfica de la vena cava inferior como pruebas de respuesta a volumen), y coeficiente de correlación de Pearson para relacionar la respuesta a volumen entre la presión venosa central y la distensibilidad máxima de la vena cava inferior).

#### Flujograma:





## 7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Meses de actividad, año 2021		
	diciembre	enero	febrero
Elaboración del protocolo y documentación			
Presentación y aprobación por comités			
Revisión de instrumento			
Análisis de resultados			
Redacción y envío de manuscrito al departamento de investigación			
Redacción del trabajo final			

## 8. ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD

8.1. Por el tipo de estudio a realizar donde es retrospectivo no involucra la participación de pacientes por lo que no se expone a riesgo alguno. Se someterá el protocolo al comité de Investigación del Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga y a la Facultad de Medicina de la UNAM.

8.2. En el presente protocolo se maneja información retrospectiva, se cumple con los aspectos de privacidad y confidencialidad, y la información se utilizará exclusivamente para fines académicos y de investigación.

## 9. RELEVANCIA Y EXPECTATIVAS

En caso de confirmar nuestra hipótesis, sobre la correlación entre las pruebas de respuesta a volumen: medición de la presión venosa central versus medición ultrasonográfica de la





distensibilidad máxima de la vena cava inferior, y una vez demostrado que la medición ultrasonográfica de la vena cava tiene mayor sensibilidad, especificidad, rapidez, costo – beneficio y con menor riesgo de complicaciones a diferencia de la medición ultrasonográfica de la presión venosa central, en pacientes con hipotensión arterial hospitalizados en la unidad de terapia médica intensiva del Hospital General de México, y que esta medida correlaciona bien con la respuesta a la reanimación hídrica inicial, entonces procuraremos incluir dicha medición como prueba de respuesta a volumen de manera inicial y de rutina. Así mismo, posteriormente se intentará hacer un estudio interinstitucional y los resultados del proyecto se presentarán en los congresos de terapia intensiva y se publicarán en una revista científica indexada.

## **10. RECURSOS DISPONIBLES (HUMANOS, MATERIALES Y FINANCIEROS)**

### **10.1. Recursos Materiales.**

10.1.1. Formatos de captura de la información. Computadora personal. Programa Microsoft Office Word Windows 10. Programa de cómputo SPSS v. 22 (SPSS, IL).

### **10.2. Recursos Humanos.**

10.2.1. El investigador responsable (Dr. Alfonso Chávez Morales) y el investigador asociado (Dr. Rodolfo Perucho Villa), son los encargados del diseño del proyecto y de la base de datos, el análisis estadístico, la redacción del artículo y su envío a publicación.

### **10.3. Recursos financieros.**

10.3.1. No se requieren.

## **11. RECURSOS NECESARIOS**

### **11.1. Recursos Materiales.**

11.1.1. Formatos de captura de la información.





- 11.1.2. Computadora personal.
- 11.1.3. Programa Microsoft Office Word Windows 10.
- 11.1.4. Programa de cómputo SPSS v. 22 (SPSS, Chicago, IL).
- 11.1.5. Hojas de recolección de datos.
- 11.1.6. Todo el material, equipo y personal requerido para esta investigación utilizará insumos propios del Hospital General de México.

**11.2. Recursos humanos.**

- 11.2.1. El investigador responsable Dr. Rodolfo Perucho Villa y el investigador asociado Dr. Alfonso Chávez Morales.

**11.3. Recursos financieros.**

- 11.3.1. No se requieren recursos financieros.





## 12. RESULTADOS

### 12.1. Distribución por género.

Genero	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Valido	Porcentaje Acumulado
Masculino	32	53.3	54.2	54.2
Femenino	27	45.0	45.8	100.0
Total	59	100.0		



**Cuadro 1:** Se muestra la frecuencia y porcentaje de acuerdo al grupo estudiado con un total de 59 pacientes, con predominio del sexo masculino.

### 12.2. Análisis estadísticos descriptivos: tensión arterial y edad.

Estadísticos descriptivos													
	Número	Rango	Mínimo	Máximo	Suma	Media		Desviación estándar	Varianza	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar			Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
T.A.S.	59	30	70	100	4957	84,02	,957	7,352	54,051	-,174	,311	-,431	,613
T.A.M	59	23	45	68	3308	56,07	,684	5,252	27,582	,142	,311	-,075	,613
EDAD	59	57	18	75	2825	47,88	2,049	15,736	247,624	-,198	,311	-,920	,613
T.A.D	59	28	30	58	2511	42,56	,940	7,221	52,147	,226	,311	-,210	,613
N válido (por lista)	59												

**Cuadro 2:** análisis estadístico respecto a la tensión arterial y edad, donde se observa que de los 59 pacientes el rango de edad fue 25 años, con una edad mínima de 18 y máxima de 75 años. Los pacientes cursaron con una tensión arterial media mínima de 45 y máxima de 68, hipotensión severa por lo cual se realizaron las pruebas de respuesta a volumen: medición de la PVC y de la distensibilidad de la vena cava inferior.





### 12.3. Análisis estadísticos descriptivos: índice de la vena cava inferior.

Estadísticos descriptivos												
	Número	Rango	Mínimo	Máximo	Media		Desviación estándar	Varianza	Asimetría		Curtosis	
					Estadístico	Error estándar			Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
IVCD	59	30,00	12,00	42,00	23,55	,946	7,26	52,802	,646	,311	,103	,613
IVCi MINIMA	59	150,00	1,00	151,00	70,23	7,45	57,2	3277,5	,020	,311	-1,88	,613
IVCe MAXIMA	59	177,00	12,00	189,00	130,4	7,50	57,6	3323,3	-1,40	,311	,386	,613
N válido (por lista)	59											

**Cuadro 3:** se observa el análisis estadístico respecto a la medición ultrasonográfica de distensibilidad máxima de la vena cava inferior. El IVCD fue menor del 50% en la mayoría de los paciente por lo cual se considera que si fueron respondedores a volumen.

### 12.4. Prueba T: Estadísticas para una muestra, edad y tensión arterial.

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Edad	59	47,88	15,736	2,049
T.A. Sistólica	59	84,02	7,352	,957
T.A. Diastólica	59	42,56	7,221	,940
T.A. Media	59	56,07	5,252	,684

**Cuadro 4:** la estadística obtenida por medio de la prueba T de Student, refleja que, de los 59 pacientes de la muestra estudiada, se obtuvo una edad media de 47 años, con una tensión arterial media de 56 mmHg (hipotensión arterial severa que requiere reanimación posterior a las pruebas de respuesta a volumen para valorar si se utiliza infusión de solución cristaloides en pacientes respondedores o si se utiliza vasopresor en los pacientes no respondedores a volumen).





### 12.5. Prueba para una muestra: edad y tensión arterial.

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Edad	23,372	58	,000	47,881	43,78	51,98
T.A. Sistólica	87,779	58	,000	84,017	82,10	85,93
T.A. Diastólica	45,269	58	,000	42,559	40,68	44,44
T.A. Media	82,003	58	,000	56,068	54,70	57,44

**Cuadro 5:** Se analiza la prueba para una muestra estudiada con la T de Student, con un intervalo del 95%, con una edad inferior del 43.78 y superior del 51.98, así como para la tensión arterial media con una confianza inferior del 54.70 y superior del 74.44.

### 12.6. Prueba T: Estadísticas para una muestra: PVC e índice de vena cava.

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
IVCe MAXIMA	59	130,4068	57,64820	7,50516
IVCi MINIMA	59	70,2373	57,25031	7,45336
IVCD	59	23,5593	7,26653	,94602
PVC	59	6,85	1,617	,210

**Cuadro 6:** Se observan las diferencias estadísticas al comparar la presión venosa central con el índice de distensibilidad de la vena cava inferior como respuesta a volumen, con una media de 23 para la IVCD y 6.85 para la PVC. Ambos resultados indicarían que los pacientes si son respondedores a la infusión intravenosa de volumen.





**12.7. Prueba para una muestra: PVC e índice de vena cava.}**

Prueba para una muestra						
	Valor de prueba = 0					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
IVCe MAXIMA	17,376	58	,000	130,40678	115,3836	145,4300
IVCi MINIMA	9,424	58	,000	70,23729	55,3178	85,1568
IVCD	24,904	58	,000	23,55932	21,6657	25,4530
PVC	32,530	58	,000	6,847	6,43	7,27

**Cuadro 7:** Respecto al tamaño de la muestra, se observa que afecta el intervalo de confianza y la potencia de la prueba, ya que un tamaño de muestra de 59 pacientes (pequeña muestra) da como resultado un intervalo de confianza más amplio.

**12.8. Análisis estadístico entre PVC e índice de vena cava inferior.**

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desviación estándar	N
PVC	6,85	1,617	59
IVCD	23,5593	7,26653	59

**Cuadro 8:** Al comparar el análisis estadístico entre la PVC y la distensibilidad ultrasonográfica de la vena cava inferior, se obtiene que para los 59 pacientes la PVC media fue de 6,8 y para la IVCD de 23.5, lo que refleja que ambas pruebas son útiles y confiables para ser utilizadas como pruebas de respuesta a volumen en el paciente hipotenso.





**12.9. Correlación entre la PVC y el índice de vena cava inferior.**

Correlaciones			
		PVC	IVCD
PVC	Correlación de Pearson	1	-,263*
	Sig. (bilateral)		,044
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	151,627	-178,966
	Covarianza	2,614	-3,086
	N	59	59
IVCD	Correlación de Pearson	-,263*	1
	Sig. (bilateral)		,044
	Suma de cuadrados y productos vectoriales	-178,966	3062,542
	Covarianza	-3,086	52,802
	N	59	59

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**Cuadro 9:** En esta tabla se observa la correlación entre la PVC y la IVCD obteniendo una correlación significativa como pruebas de respuesta a volumen en pacientes hipotensos, obteniendo un resultado significativo de 0.044 para la IVCD.

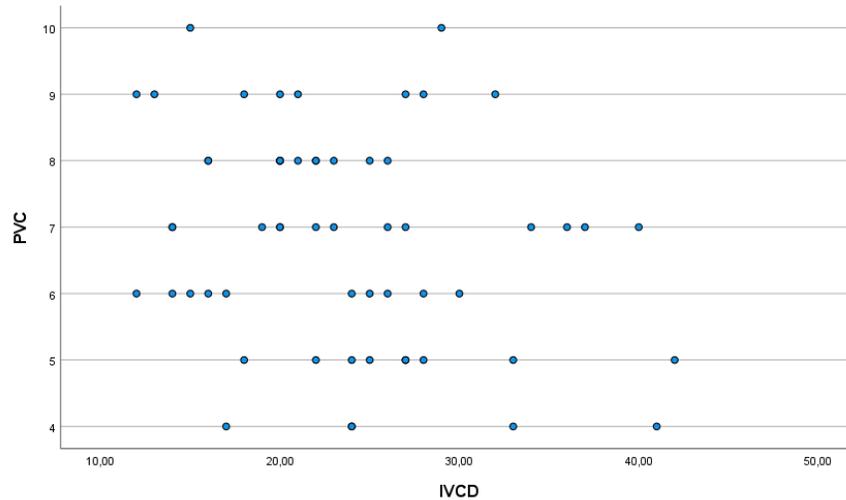
**12.10. Correlaciones.**

Correlaciones			
		PVC	IVCD
PVC	Correlación de Pearson	1	-,263*
	Sig. (bilateral)		,044
	N	59	59
IVCD	Correlación de Pearson	-,263*	1
	Sig. (bilateral)		,044
	N	59	59

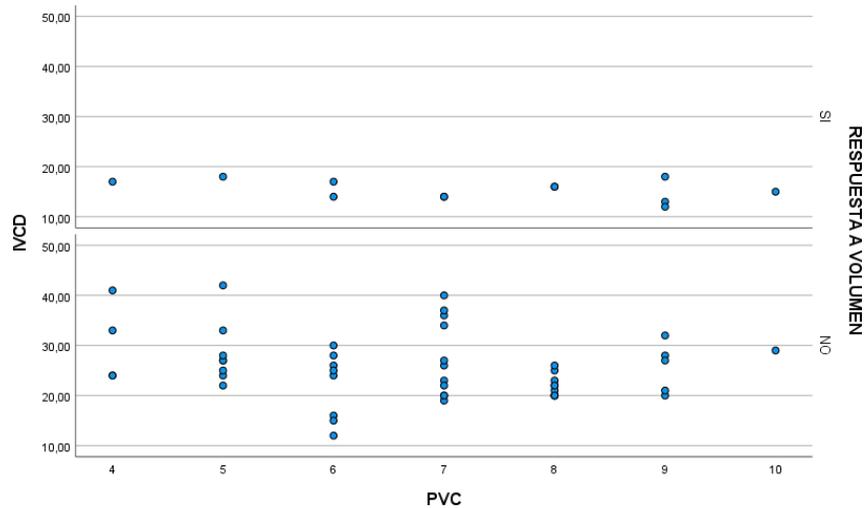
\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**Cuadro 10:** igualmente se observa la correlación a favor de la medición ultrasonográfica de la distensibilidad de la vena cava como prueba de respuesta a volumen a diferencia de la presión venosa central.





**12.11. Gráfico 1:** comparación entre la PVC y la IVCD como prueba de respuesta a volumen, donde se observa que al realizar medición de la PVC y al realizar la ultrasonografía de la vena cava inferior, (considerando respondedor al paciente con un índice < 50%), ambas pruebas son confiables y se correlacionan para ser utilizadas al evaluar al paciente hipotenso.

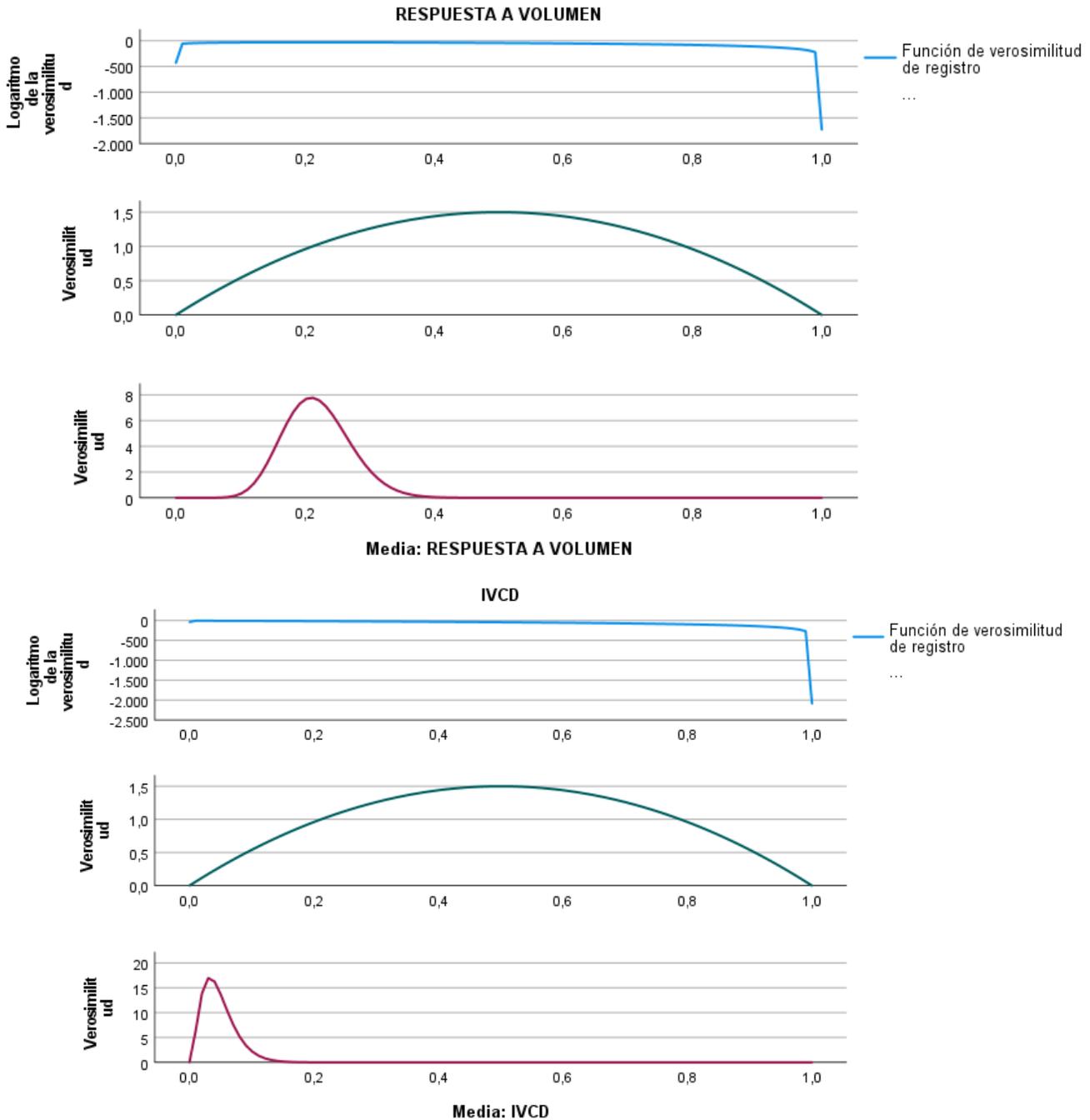


**Gráfico 2:** Igualmente en esta gráfica, se obtiene un resultado donde la medición de la PVC si se correlaciona con la medición ultrasonográfica de la vana cava, como pruebas de respuesta a volumen.





### 12.12. Gráficos de respuesta a volumen utilizando la PVC y el IVCD.

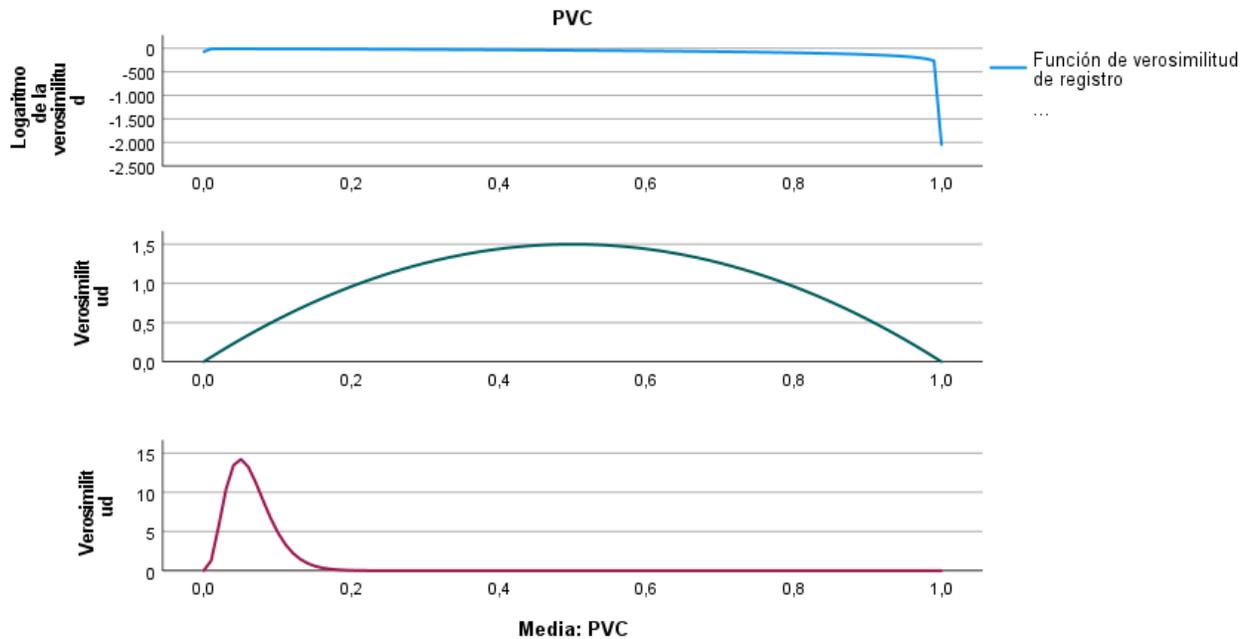


TERAPIA MEDICA INTENSIVA 310 - E

Dr. Balmis 148  
Colonia Doctores  
Delegación Cuauhtémoc  
Ciudad de México  
CP 0676

TELEFONO  
+52 (55) 2789 2000





**Gráficos 3:** en las tres imágenes se observa que las curvas son semejantes respecto a la comparación de la PVC y la IVCD como pruebas de respuesta a volumen.

### 13. CONCLUSIONES.

En el presente estudio, se encontró que los pacientes en los cuales se comparó la medición de la presión venosa central y la medición ultrasonográfica de la vena cava inferior como pruebas de respuesta a volumen, si existe una excelente correlación al ser utilizados en pacientes críticos que ingresan con hipotensión arterial al servicio de terapia intensiva y que requieren reanimación inmediata. Ambas mediciones son de utilidad clínica para el abordaje inicial como para el monitoreo y seguimiento de los pacientes hipotensos y la mayor utilidad de la evaluación ultrasonográfica se observa en pacientes con hipotensión arterial que se encuentran con ventilación mecánica. Por tanto, se pueden utilizar ambas mediciones como pruebas de respuesta a volumen, a consideración del clínico y del equipo disponible en el servicio, tomando en cuenta el riesgo beneficio y las complicaciones de cada método.





#### 14. REFERENCIAS.

- 14.1. Murillo – Godinez Guillermo. Hipotensión arterial sistémica “esencial”. Med Int Méx. 2020; 36 (4): 550-556.
- 14.2. Young, William F, Jr. Estado de choque. En: Diagnóstico y tratamiento en medicina de urgencias, 7e; McGraw Hill, 2010, 34:127-128.
- 14.3. Paul E Marik, Xavier Monnet, Jean-Louis Teboul. Hemodynamic parameters to guide fluid therapy. Annals of Intensive Care 2011; 1:1-9.
- 14.4. Braunwald E, Sonnenblick EH, Ross J: Mechanisms of cardiac contraction and relaxation. In Heart Disease. Edited by: Braunwald E. Philadelphia: WB Saunders; 1988:383-425.
- 14.5. Frank Daniel Martos-Benítez, Bertha Inés Guzmán-Breff. Expansión del volumen y variación en los parámetros hemodinámicos. Emergencias 2018; 30:177-181
- 14.6. Glassford NJ, Eastwood GM, Bellomo R. Physiological changes after fluid bolus therapy in sepsis: a systematic review of contemporary data. Crit Care. 2014; 18:696.
- 14.7. Marik PE. Iatrogenic salt water drowning and the hazards of a high central venous pressure. Ann Intensive Care. 2014; 4:21.
- 14.8. Jean-Louis Vincent, M.D., Ph.D., and Daniel De Backer, M.D., Ph.D. Circulatory shock. NEnglJMed 2013; 369:1726-1734.
- 14.9. Paul E. Marik, MD, FCCM, FCCPa, Michael Baram, MD. Noninvasive Hemodynamic Monitoring in the Intensive Care Unit. Crit Care Clin 23 (2007) 383–400.
- 14.10. Kun Yu, Et al. Critical Care Ultrasound goal-directed versus early goal-directed therapy in septic shock. Intensive Care Med. 2021. <https://doi.org/10.1007/s00134-021-06538-4>.
- 14.11. Imigo F, Elgueta A, Castillo E, Celedón E, Fonchac C, Lavanderos J, et al. Accesos Venosos Centrales. Cuad Cir. 2011; 25(1): 52-8.





**SALUD**  
SECRETARÍA DE SALUD



- 14.12. Cárcoba N, Ceña S. Cateterización venosa central de acceso periférico mediante técnica seldinger modificada en la urgencia hospitalaria. *Enferm glob.* [Internet]. 2010 (oct) [acceso 23 sep 2019]; (20). Disponible en: <https://doi.org/10.6018/eglobal.9.3.110901>.
- 14.13. Marzan-Garay Isabel Paulina, Azolas-Páez América del Carmen, Mosqueda-Díaz Angélica. Beneficios y complicaciones del catéter venoso central de instalación periférica en cuidados intensivos adultos. *BENESSERE Revista de Enfermería*, Vol. 5 - Nº 1 - Valparaíso, Chile. Enero - diciembre 2020.
- 14.14. Hourmozdi JJ, Markin A, Johnson B, Fleming PR, Miller JB. Routine chest radiography is not necessary after ultrasound-guided right internal jugular vein catheterization. *Crit Care Med.* 2016; 44 (9): e804-e808.
- 14.15. Zhong X, Hamill M, Collier B, Bradburn E, Ferrara J. Dynamic multiplanar real time ultrasound guided infraclavicular subclavian vein catheterization. *Am Surg.* 2015; 81 (6): 621-625.
- 14.16. Frankel HL, Kirkpatrick AW, Elbarbary M, Blaivas M, Desai H, Evans D et al. Guidelines for the appropriate use of bedside general and cardiac ultrasonography in the evaluation of critically ill patients-part I: general ultrasonography. *Crit Care Med.* 2015; 43 (11): 2479-2502.
- 14.17. Alejandro Enriquez Vidal, Christopher Hernández Cortés, Silvia del Carmen Carrillo Ramírez, Juan Gerardo Esponda Prado. Instalación de catéter venoso central por ultrasonido. Experiencia de la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Ángeles Pedregal. *Acta Médica Grupo Ángeles*. Volumen 15, No. 2, abril-junio 2017.
- 14.18. Elena Solanellas Lax. Presión venosa central como parámetro estimador de las necesidades de fluidoterapia: revisión sistematizada. *Facultad de enfermería y fisioterapia*. Mayo, 2020.





- 14.19. T. G. Eskesen, M. Wetterslev, A. Perner. Systematic review including re-analyses of 1148 individual data sets of central venous pressure as a predictor of fluid responsiveness. *Intensive Care Med* (2016) 42:324–332.
- 14.20. Eskesen T. G. et. al. Systematic review including re-analyses of 1148 individual data sets of central venous pressure as a predictor of fluid responsiveness. *Intensiv care med* 2016,42:324-332.
- 14.21. Daniel De Backer, Jean-Louis Vincent. Should we measure the central venous pressure to guide fluid management? Ten answers to 10 questions. *Critical Care* (2018) 22:43.
- 14.22. Vincent JL, Sakr Y, Sprung CL, Ranieri VM, Reinhart K, Gerlach H, et al. Sepsis in European intensive care units: results of the SOAP study. *Crit Care Med*. 2006; 34:344-453.
- 14.23. Monnet X, Teboul JL. Assessment of volume responsive-ness during mechanical ventilation: recent advances. *Crit Care*. 2013; 17:217.
- 14.24. Carrillo Asper, et al. Evaluación de la precarga y respuesta a volumen mediante ultrasonografía de la vena cava. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 2015;29(2):105-112.
- 14.25. Lyon M, Verma N. Ultrasound guided volume assessment using inferior vena cava diameter. *Open Emerg Med Journal*. 2010; 3:22-24.
- 14.26. Ciozda, et al. The efficacy of sonographic measurement of inferior vena cava diameter as an estimate of central venous pressure. *Cardiovascular ultrasound* (2016) 14:33.
- 14.27. Made Wiryana, Et Al. Central venous pressure correlates with inferior vena cava collapsibility index in patients treated in intensive care unit. *Bali Journal of Anesthesiology (BJOA)* 2017, Volume 1, Number 1: 7-9.





- 14.28. Bahman Naghipour, Gholamreza Faridaalae. Correlation between Central Venous Pressure and Inferior Vena Cava Sonographic Diameter; Determining the Best Anatomic Location. *Emergency* (2016); 4 (2): 83-87.
- 14.29. Amir Khalil, Aslam Khan, Arshad Hayat. Correlation of inferior vena cava (ivc) diameter and central venous pressure (cvp) for fluid monitoring in ICU. *Pak Armed Forces Med J* 2015; 65(2): 235-38.
- 14.30. Qing Zhang, et al. Relationship between inferior vena cava diameter ratio and central venous pressure. *J Clin Ultrasound*. 2018;1–5.
- 14.31. Mucahit Avcil, Et Al. Comparision of ultrasound-based methods of jugular vein and inferior vena cava for estimating central venous pressure. *Int J Clin Exp Med* 2015;8(7):10586-10594.
- 14.32. Abid Ilyas, Et Al. Correlation of IVC Diameter and Collapsibility Index With Central Venous Pressure in the Assessment of Intravascular Volume in Critically Ill Patients. *Cureus*, 2017;9(2): e1025.
- 14.33. William Ciozda, Ilan Kedan, Devin W. Kehl, Raymond Zimmer, Raj Khandwalla and Asher Kimchi. The efficacy of sonographic measurement of inferior vena cava diameter as an estimate of central venous pressure. Ciozda et al. *Cardiovascular Ultrasound* (2016) 14:33.
- 14.34. Yoshihiro Seo, et al. Estimation of Central Venous Pressure Using the Ratio of Short to Long Diameter from Cross-Sectional Images of the Inferior Vena Cava. *Am Soc Echocardiogr* 2016.
- 14.35. Mostafa Alavi-Moghaddam, Ali Kabir, Majid Shojaee, Mohammad Manouchehrifar and Mehrdad Moghimi. Ultrasonography of inferior vena cava to determine central venous pressure: a meta-analysis and meta-regression. *Acta Radiol OnlineFirst*, published on August 24, 2016 as doi:10.1177/0284185116663045.





- 14.36. B. S. Cowie, R. Kluger, S. Rex, C. Missant. The relationship between superior vena cava diameter and collapsibility and central venous pressure. *Anaesth Intensive Care* 2015; 43:3.
- 14.37. Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, Buchner A. G\*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods*. 2007 May;39(2):175–91.

## 15. ANEXOS

### 15.1. Hoja de recolección de datos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	COMPARACIÓN DE LA MEDICIÓN DE LA PRESIÓN VENOSA CENTRAL CON ULTRASONOGRAFÍA DE LA VENA CAVA INFERIOR COMO PRUEBAS DE RESPUESTA A VOLUMEN EN PACIENTES CON HIPOTENSIÓN										
2											
3											
4	NUM. ECU	0	EDAD	RESPUESTA A VOLUMEN	T.A. SISTOLICA	T.A. DIASTOLICA	T.A. MEDIA	IVC <sub>e</sub> MAXIMA	IVC <sub>i</sub> MINIMA	IVCD	PVC
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22	MEDIA										
23	MEDIANA										
24	MODA										
25	DESV. ESTANDAR										
26	VARIANZA										
27	VALOR MINIMO										
28	PERCENTIL 25										
29	PERCENTIL 50										
30	PERCENTIL 75										
31	VALOR MAXIMO										
32											

