



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DEL ÁREA DE SALUD  
HOSPITAL JUÁREZ DE MÉXICO  
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS

---



170 años  
1847 2017

**CORRELACIÓN ENTRE LA ELEVACIÓN PASIVA DE PIERNAS Y LA  
VALORACIÓN ULTRASONOGRÁFICA DE LA VENA CAVA INFERIOR Y  
VENA YUGULAR INTERNA PARA PREDECIR LA RESPUESTA A  
VOLUMEN.**

PROYECTO DE TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA  
EN:

**MEDICINA CRÍTICA**

PRESENTA

DRA. JESSICA GARDUÑO LÓPEZ

**DIRECTOR DE TESIS**

DR. LUIS ANTONIO GORORDO DELSOL

Esp. Urgencias Médico Quirúrgicas, Esp. Medicina Crítica

**NÚMERO DE PROTOCOLO HJM 0237/16-R**

Ciudad de México, Julio de 2017.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

TUTOR DE TESIS

DR. LUIS ANTONIO GORORDO DELSOL (1)

TESISTA

DRA. JESSICA GARDUÑO LÓPEZ (2)

CO-INVESTIGADOR

DR. JORGE ALBERTO CASTAÑÓN GONZÁLEZ

- (1) Especialista en Urgencias Médico Quirúrgicas, especialista en Medicina Crítica, Médico adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos Adultos del Hospital Juárez de México, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México. Teléfono 57477560 extensión 7456. Correo electrónico: [luis.gorordodelsol@icloud.com](mailto:luis.gorordodelsol@icloud.com)
- (2) Especialista en Medicina de Urgencias, residente de Medicina Crítica en el Hospital Juárez de México, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México. Teléfono 57477560 extensión 7456. Correo electrónico: [jeck\\_7\\_7@hotmail.com](mailto:jeck_7_7@hotmail.com)
- (3) Especialista en Medicina Interna, especialista en Medicina del Enfermo en Estado Crítico, Jefe de la Unidad de Cuidados Intensivos Adultos del Hospital Juárez de México, Secretaría de Salud, Ciudad de México, México. Teléfono 57477560 extensión 7456. Correo electrónico: [jorge.castanong@gmail.com](mailto:jorge.castanong@gmail.com)

**Dr. José Manuel Conde Mercado**

Titular de la Unidad de Enseñanza  
Hospital Juárez de México  
Secretaría de Salud

**Dr. Jorge Alberto Del Castillo Medina**

Jefe de Posgrado  
Hospital Juárez de México  
Secretaría de Salud

**Dr. Jorge Alberto Castañón González**

Profesor Titular del Curso Universitario de Medicina Crítica  
Hospital Juárez de México  
Secretaría de Salud

**Dr. Luis Antonio Gorordo Delsol**

Médico Adscrito a la Unidad de Cuidados Intensivos - Tutor de Tesis  
Hospital Juárez de México  
Secretaría de Salud

**Dra. Jessica Garduño López**

Médico Residente de la especialidad de Medicina Crítica - Tesista  
Hospital Juárez de México  
Secretaría de Salud

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser la fuerza invisible e irreconocible por el mundo, de quien provienen mis talentos, gracias por llenarme de luz y alegría, para continuar actuando acorde a tu amor.

A mis padres Emilio y Flavia y a mi hermano hermano Saúl, motores de mi vida, y grandes cómplices en cada paso de mi sendero, verdaderos ejemplos de fortaleza y perseverancia, mi corazón para ustedes siempre.

A mis amigos y hermanos de residencia; Obeth Montoya, Marcos Amezcua, Iván Lima, Santiago Cruz, por su paciencia y protección, gracias por aceptarme entre su testosterona y saber ser verdaderos amigos, sin duda, grandes ejemplos de profesionalismo y vocación.

A mis maestros: Dr. Luis Antonio Gorordo Delsol, Dr. Sergio Zamora, Dr. José Alberto Castañón, Dr. Hernández, por sus conocimientos y amplia experiencia en el ejercicio de la Medicina Crítica, pero sobretodo, por la confianza otorgada cada día, son grandes ejemplos de vida, inspiradores para mi ser.

Mención especial, al Dr. Luis Antonio Gorordo Delsol, a quien expreso mi más grande admiración y agradecimiento, por ser un claro y joven ejemplo de talento, conocimiento, ciencia y humanidad, y por quien fue posible la realización de éste trabajo de investigación.

Finalmente, gracias a cada uno de los pacientes y familiares de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México, por ser el mejor libro que un médico puede tener, gracias por la confianza y la amistad que de su enfermedad puede emanar.

## RESUMEN

**Introducción:** La respuesta a volumen se define como la capacidad del ventrículo izquierdo para aumentar su volumen sistólico en respuesta a la administración de líquidos hace que la reanimación con líquidos sea la piedra angular del tratamiento de los pacientes que tienen falla circulatoria aguda. Sin embargo la administración innecesaria de fluidos tiene un resultado deletéreo. El reconocimiento de la respuesta a volumen mediante pruebas de monitoreo hemodinámico invasivo y no invasivo, tales como Elevación pasiva de las piernas, así como valoración de la colapsabilidad de la vena cava inferior, relacionado con la colapsabilidad de la vena yugular, ayudará a determinar el grado de asociación entre los mismos para un adecuado seguimiento en el monitoreo hemodinámico.

**Objetivo:** Determinar la correlación del monitoreo hemodinámico invasivo y no invasivo, en la respuesta a volumen, entre elevación pasiva de piernas y porcentaje e índice de colapso de la vena inferior y vena yugular por ultrasonografía.

**Material y Métodos:** Se incluyeron pacientes del HJM, de la Unidad de Cuidados Intensivos, que ingresaron en el periodo de agosto a diciembre de 2016, con **criterios de inclusión:** Pacientes mayores de 18 años de edad, género indistinto, en estado de choque, con monitoreo de gasto cardiaco, región yugular accesible, para determinación de colapso de vena yugular por ultrasonido, zona abdominal accesible, para determinación de colapso de vena cava inferior. **Criterios de exclusión:** Pacientes con hipertensión intraabdominal e hipertensión intracraneana. Se realizará estadística descriptiva en las variables de importancia, que incluyeron promedios, porcentajes, rangos, y desviaciones estándar. El análisis metodológico se realizó dividiendo a los pacientes en grupo de responder y no responder a volumen antes y después de la prueba, para integrar cuadros de contingencia de dos por dos, cálculo de sensibilidad, especificidad, valores predictivos y área bajo la curva de los diferentes métodos estudiados. Se estableció la normalidad en la distribución con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y posteriormente se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para establecer la comparación entre un método y otro, considerando significativo un valor de p inferior a 0.05.

**Resultados:** Se realizaron un total de 95 mediciones, de las cuales, 63 fueron pruebas positivas para respuesta a volumen, y de éstas sólo 55 reunieron las características para la estadística; únicamente se comparó índice y colapso de vena yugular interna, debido a escaso número de mediciones en vena cava inferior. El resto de las mediciones, 32, fueron negativas a respuesta a volumen, por elevación pasiva de piernas y porcentaje e índice de colapsabilidad de vena yugular interna. La valoración de VYAI >18%, para respuesta a volumen, en nuestra población estudiada tuvo una sensibilidad del 88.89% con un VPP del 15.69%. La elevación pasiva de piernas, tuvo una sensibilidad del 100%, VPP 16.36%, semejante a lo reportado en la literatura internacional. La comparación de PLR + VYAP tuvo una sensibilidad del 33.33%, con un VPP del 9.09%, sin embargo la probabilidad de tener un paciente no

respondedor con prueba negativa es del 34.78% con un VPN del 72.73%. En cuanto a la probabilidad de tener un paciente respondedor a volumen con prueba positiva comparando PLR más VYAI, tuvo una sensibilidad del 44% con un VPP de apenas 13%, y la especificidad baja de 41% con VPN del 79%. Al realizar las pruebas de Kolmogorov-Smirnov Kruskal-Wallis, en ambos casos, se rechaza la hipótesis de trabajo, por lo que no existe relación dependiente entre las variables estudiadas: PLR y porcentaje e índice de colapsabilidad en relación a la respuesta a volumen.

**Conclusiones:** La respuesta a volumen guiada por ultrasonido, a través de índice de colapso de la vena yugular interna, mayor del 18%, es una buena prueba, con alta sensibilidad y valor predictivo positivo (VPP), teniendo en cuenta cada uno de los diez factores reportados en la literatura, que pueden afectar su adecuada valoración. La asociación entre en índice de colapso de vena yugular interna (CVYI) y elevación pasiva de piernas de forma simultánea, no tuvo una adecuada asociación para predecir respuesta a volumen. Se recomienda seguir realizando más estudios, que apoyen los resultados que se obtuvieron en este estudio.

## ÍNDICE

Resumen	
I. Generalidades	8
II. Variables de monitoreo Hemodinámico.	8
a) Vena cava inferior y Vena Yugular Interna por ultrasonografía	8
b) Respuesta fisiológica a la elevación de piernas	11
c) VPP	14
d) VVS	14
e) Presión Venosa Central	15
f) Reposición de Volumen. Soluciones.	16
g) Composición de los cristaloides y comparación con el plasma	16
III. Justificación	18
IV. Planteamiento del problema	19
V. Objetivos	20
V.1 Objetivo general	20
V.2 Objetivo específico	20
VI. Hipótesis	21
VI.1 Hipótesis del trabajo (Hi)	21
VI.2 Hipótesis Nula (Ho)	21
VII. Metodología	22
VII.1 Características del estudio	22
VII.2 Operacionalización del Universo de trabajo	22
VII.3 Criterios de inclusión	22
VII.4 Criterios de exclusión	23
VII.5 Criterios de eliminación	23
VIII. Variables	23
VIII.1 Cuadro de concentración de variables	24
VIII.2 Cuadro de recolección de datos	27
IX. Procesamiento de Datos	28
X. Logística	30
XI. Resultados	31
XII. Discusión	34
XIII. Conclusiones	36
XIV. Bibliografía	37

## **I. GENERALIDADES**

La respuesta a volumen (RV) se define como la capacidad del ventrículo izquierdo para aumentar su volumen sistólico (SV) en respuesta a la administración de líquidos. La reanimación con líquidos es la piedra angular del tratamiento de los pacientes que tienen falla circulatoria aguda. Aunque la restauración del estado del volumen de un paciente chocado es sustancial, la evidencia indica que la administración innecesaria de fluidos tiene un resultado deletéreo.<sup>1</sup>

Fisiológicamente, es la capacidad miocárdica de incrementar el gasto cardiaco ante al aumento de la precarga fisiológica en respuesta al estrés, en relación a una maniobra es la capacidad miocárdica de incrementar el gasto cardiaco 15% como resultado de una intervención diagnóstica o diagnóstico-terapéutica.<sup>2,3,4</sup>

A pesar de que fueron considerados como buenos indicadores de la precarga, las dimensiones cardíacas (área diastólica final del ventrículo izquierdo (LVEDA) y el volumen diastólico final del ventrículo izquierdo (VTD)) fueron reportados como predictores pobres de RV.<sup>5</sup>

## **II. VARIABLES DE MONITOREO HEMODINÁMICO**

### **a) Vena cava inferior y Vena Yugular Interna por Ultrasonografía.**

Los diámetros de la vena cava inferior (VCI) diámetro máximo (medido por ecografía en la zona subcostal), y el ancho del pedículo vascular (medido a partir de la radiografía de tórax) han ganado popularidad en la evaluación del estado del volumen. Las pruebas disponibles sugieren que el diámetro de la VCI es menor en pacientes con hipovolemia. El papel de ancho pedículo vascular es más evidente en pacientes con sobrecarga de volumen. No hay evidencia que sugiere el papel de diámetro VCI absoluta o anchura pedículo vascular en la predicción de respuesta a volumen en pacientes con shock.<sup>6-7</sup>

La VCI es un vaso sanguíneo de capacitancia fácilmente distensible y colapsable, especialmente en casos de hipovolemia. La ventilación mecánica induce variaciones cíclicas en la vena cava y el diámetro de la misma que se reflejan en los cambios del flujo sanguíneo que retorna al corazón. Esos cambios en el flujo han demostrado ser indicadores aceptables de la respuesta de volumen, la cual se define como la sustracción del diámetro mínimo al diámetro máximo entre el promedio de los dos valores, con un valor de referencia de la VCI > 12%, para establecer que los pacientes tendrán respuesta a volumen,<sup>8</sup> sin embargo, las mediciones de VCI no son posibles en 10% a 15% de los pacientes debido a la obesidad, exceso de gas intestinal excesiva, o grandes cantidades de aire intratorácico.<sup>9</sup>

Es bien conocido que los cambios de presión y de volumen dentro del tórax, son reflejadas por las venas extratorácicas, por ejemplo en la vena yugular interna extratorácica (VYI).<sup>10</sup>

Guarracino y col. mostraron que la distensibilidad de la VYI predice con precisión la capacidad de respuesta del volumen. La distensibilidad de la VYI más de 18% antes de la exposición volumen tuvo una sensibilidad del 80% y especificidad del 85% en la predicción de la respuesta.<sup>11</sup>

Brolio y adjuntos, encontraron que los cambios respiratorios cíclicos en el diámetro interno de la vena yugular interna parecen ser un posible sustituto de los cambios en el diámetro de la vena cava inferior, como determinantes de la respuesta a volumen.<sup>9,11</sup>

En el estudio de Guarracino, la distensibilidad de la VYI más de 9,7% y la variabilidad de presión de pulso (VPP) más de 12% tuvieron predicción de respuesta a volumen con una sensibilidad del 100% y una especificidad de 95%. La distensibilidad de la VYI es un parámetro exacto, fácil, no invasiva, para la valoración de la respuesta de fluidos en pacientes sépticos con ventilación mecánica con un rendimiento similar a la variabilidad de presión de pulso (VPP). El uso combinado de la distensibilidad de la VYI de lado izquierdo, mejora el valor predictivo de la respuesta a volumen.<sup>11</sup>

El uso de la ecografía de la vena cava inferior como método de monitoreo hemodinámico es aparentemente sencillo, sin embargo, los valores deben ser interpretados tomando en cuenta el contexto clínico y fisiopatológico, además de las variables de ventilación mecánica.

Según G. Via, (Tabla 1) hay al menos 10 situaciones en las cuales pueden existir sesgos al predecir respuesta a volumen a través de la medición de VCI por ultrasonografía.<sup>12</sup>

Tabla 1.

<b>Condiciones que afectan la medición de la vena cava</b>	<b>Causa de la inexactitud para respuesta a volumen</b>
Ventilación mecánica con alto PEEP o bajo volumen tidal.	Mayor tamaño de VCI, mayor congestión venosa sistémica y bajas variaciones respiratorias.
Modalidades de ventilación asistida, CPAP	Respiración espontánea hace cambios no predecibles en las variaciones de la vena cava inferior.
Variaciones en el patrón respiratorio, durante la respiración espontánea	Un esfuerzo inspiratorio significativo, que produce presiones intratorácicas marcadamente negativas, puede inducir colapso de la VCI en ausencia de

	<p>respuesta a líquidos.</p> <p>La respiración poco profunda, con pequeños cambios intratorácicos de presión, puede inducir la ausencia de colapso de la VCI en presencia de respuesta a volumen.</p>
ASMA/ EPOC exacerbado	<p>La hiperinflación pulmonar y la auto-PEEP simultáneamente reducen el retorno venoso e inducen la distensión de la VCI, lo cual puede imitar la ausencia de respuesta a volumen.</p> <p>La espiración forzada ("respiración abdominal" causando colapso espiratorio) puede simular el colapso de VCI.</p>
Disfunción del ventrículo derecho crónica, insuficiencia tricuspídea.	La dilatación crónica de la VCI y la compliance de la VCI reducida puede erróneamente descartar FR
Infarto de miocardio de ventrículo derecho	La dilatación del VD y la congestión venosa sistémica (VCI grande) pueden estar asociadas con respuesta a volumen.
Tamponade cardiaco	Puede generar plétora yugular, hipertrofia crónica de la vena cava inferior y la reducción de la compliance de VCI pudiendo descartar erróneamente la respuesta a volumen
Hipertensión intraabdominal	Puede generar un tamaño más pequeño de VCI
Factores mecánicos locales	Obstáculo para el retorno venoso, dilatación de la VCI (estenosis, trombosis), compresión de vena cava inferior (masas), obstáculos para el cambio de tamaño de la VCI (ECMO cánula, filtros de cava).
Pacientes con desplazamiento inspiratorio lateral.	La migración de VCI en el plano de la imagen, la reducción del tamaño genera un falso inspiratorio

Airapetian, en su estudio de 2015, valoró el colapso de la VCI en pacientes con respiración espontánea, con sospecha de choque hipovolémico, se encontró que el tamaño de la vena cava y la variabilidad respiratoria no puede predecir la respuesta a volumen. Por el contrario, una colapsabilidad de VCI > 42% puede predecir un aumento del gasto cardíaco después de la infusión de líquidos. En términos prácticos, una diámetro de colapso de la VCI del 42% o más en pacientes con respiración espontánea distinguió entre respondedores y no respondedores con especificidad de 97% y un valor predictivo positivo de 90%, pero una baja sensibilidad.<sup>13</sup>

Las técnicas de exposición a fluidos fueron capaces de superar la mayoría de las limitaciones de los métodos dinámicos. La elevación pasiva de piernas es el método más popular para la exposición a fluidos. Las técnicas más simples se han introducido recientemente como el desafío mini-reto.<sup>13-14</sup>

Son varias las pruebas que nos permiten valorar la probabilidad de que un paciente responda a la terapia con líquidos por vía intravenosa. Las medidas estáticas de la precarga, presión de llenado y volumen son pobres predictores de respuesta al volumen.<sup>15</sup>

Las medidas dinámicas, basadas en la interacción corazón pulmón, como la variabilidad de presión sistólica, variabilidad de presión de pulso (VPP) y la variabilidad de volumen sistólico (VVS) han demostrado ser buenos indicadores de necesidad de terapia volumétrica.<sup>16</sup>

#### **b) *Respuesta fisiológica a la elevación de piernas***

La respuesta a la elevación pasiva de piernas (*passive leg raising* [PLR]) ha resultado ser un buen indicador de respuesta al volumen. La prueba de elevación pasiva de piernas es una maniobra reversible, simula la infusión rápida de líquidos, por paso de sangre de los miembros inferiores y del compartimento abdominal y del compartimento intratorácico, que lleva a incremento de la precarga izquierda y derecha (autotransfusión) con posterior aumento temporal del volumen sistólico (VS) y gasto cardíaco.<sup>16</sup>

La PLR moviliza en promedio 300 ml de sangre de los miembros inferiores y podría movilizar un poco más de sangre si se inicia en posición semisentado, dado que moviliza sangre del compartimento abdominal. El aumento de volumen en pacientes dependientes de precarga, lleva a aumento del volumen sistólico (VS). Estos cambios son reversibles y rápidos. Se requiere de métodos de medición del gasto cardíaco (GC) o del Volumen sistólico rápidos, por lo que el método de termodilución no es aplicable, aun en su modo automático y semicontinuo puesto que estos

métodos requieren al menos 10 minutos para detectar cambios en el GC. Hay diferentes formas de determinar la respuesta a esta prueba, como aumento del flujo sanguíneo aórtico mediante Doppler esofágico, cambio de presión de pulso, VTI (integral velocidad tiempo), GC (mediante ecocardiograma transesofágico o ecocardiograma transtorácico) y VS, (ETE, ETT o Vigileo™).<sup>15-16</sup>

Teóricamente, el mejor indicador de respuesta a la PLR es el aumento del VS o el GC. La presión de pulso aórtica es directamente proporcional al VS del ventrículo izquierdo, y si la distensibilidad arterial no está alterada, la presión de pulso debe indicar un aumento del VS.<sup>16</sup>

Monnet y asociados, compararon cambios del flujo sanguíneo aórtico, VPP y PP (presión de pulso) con la elevación de piernas, en dos tipos de pacientes: en paciente bajo ventilación mecánica controlada y sin arritmias y en paciente con ventilación invasiva espontánea y arritmias. Encontraron que un aumento del flujo sanguíneo mayor o igual al 10% con PLR predecía respuesta a líquidos con una sensibilidad del 97% y una especificidad del 94%; este aumento del flujo se dio a los 30 segundos. Un aumento de la Presión de Pulso mayor o igual al 12% con PLR, predecía respuesta a líquidos con una sensibilidad del 60% y una especificidad del 85%. Y en pacientes con ventilación controlada y sin arritmias, una VPP mayor al 12% predecía respuesta a líquidos con una sensibilidad del 88% y una especificidad del 93%. En los pacientes que presentan respiración espontánea al ventilador y arritmias, la especificidad de la VPP disminuye.<sup>17</sup>

Los cambios producidos por la elevación pasiva de piernas en el gasto cardiaco, predicen de manera fiable la respuesta de gasto cardiaco a la expansión de volumen en adultos con insuficiencia circulatoria aguda. Cuando los efectos de PLR se evalúan por los cambios en la PP, la especificidad de la prueba PLR sigue siendo aceptable, pero su sensibilidad es pobre.<sup>18</sup>

Lamia y colegas, estudiaron los efectos del PLR, medida mediante ecocardiograma transtorácico (ETT) y los compararon con indicadores ecocardiográficos de precarga, como el índice de área de final de diástole del ventrículo izquierdo (LVEDAi), y la relación de onda de velocidad pico diastólica / onda de velocidad temprana lateral de anillo mitral (E/Ea). Calcularon el VS como el producto de la VTI y el área de la válvula aórtica. Encontraron que el pico de la VTI se dio dentro de los primeros 90 segundos de la PLR. Si esta maniobra induce incremento del VTI y por lo tanto del índice de volumen sistólico de 12,5% o más, predice incremento del 15% del índice de volumen sistólico o más, después de la infusión de líquidos con una sensibilidad del 77% y una especificidad del 100% en pacientes intubados y no intubados. Mientras que los indicadores de precarga (LVEDAi y el E/Ea) no predicen respuesta a líquidos. En el estudio de Maizel y socios, también usaron ETT y todos eran pacientes no intubados, demostrando resultados similares.<sup>19</sup>

Otra forma más sencilla en que podemos determinar la respuesta al PLR con las que se cuenta en el hospital, es la capnografía. La cantidad de CO<sub>2</sub> exhalado es proporcional al GC en pacientes estables desde el punto de vista respiratorio y metabólico. Monnet et al determinaron su rol en pacientes bajo ventilación mecánica controlada, con o sin arritmia; encontrando que un aumento del CO<sub>2</sub> exhalado (ETCO<sub>2</sub>) mayor al 5% con la PLR, o el aumento de oxígeno venoso mixto, mayor al 2% de la saturación venosa central mixta, predice aumento del IC mayor al 15% con una sensibilidad de 71% y una especificidad del 100%.<sup>20</sup>

Biais et al, trataron de determinar los cambios del GC medido por vigileo y ETT en pacientes bajo ventilación espontánea. Encontraron un aumento del VS por ETT con PLR en los primeros 90 segundos, al igual que el estudio de Lamia. También aumentó el VS por vigileo con PLR dentro de los primeros 2 minutos; con índices de correlación aceptables ( $r^2 = 0,56$ ). Se puede esperar este resultado por varias razones: la primera que las medidas de cálculo de GC del vigileo se basan en interacción corazón pulmón, el cual se pierde en ventilación espontánea. La segunda que el vigileo en paciente con patología con resistencia vascular sistémica baja, el cálculo de GC no resulta adecuado.<sup>21</sup>

La elevación de piernas moviliza en promedio 300ml de sangre, si se iniciara en posición semisentado podría movilizar unos 150ml mas de sangre del compartimento abdominal. Jabot et al, estudiaron el efecto hemodinámico de iniciar la maniobra de PLR en posición semisentado versus en decúbito supino; encontrando que si se inicia la PLR en posición semisentado se incrementa más el índice cardiaco, que iniciando en supino. Este efecto se debe a reclutamiento del reservorio esplácnico. Se debe tener en cuenta que los estudios se realizaron en posición semisentado a 45°, semisentado a 30° o supino. El metanálisis de Cavallaro et al, no encontró diferencias entre iniciar PLR en posición semisentado versus PRL en posición decúbito dorsal.<sup>22-23</sup>

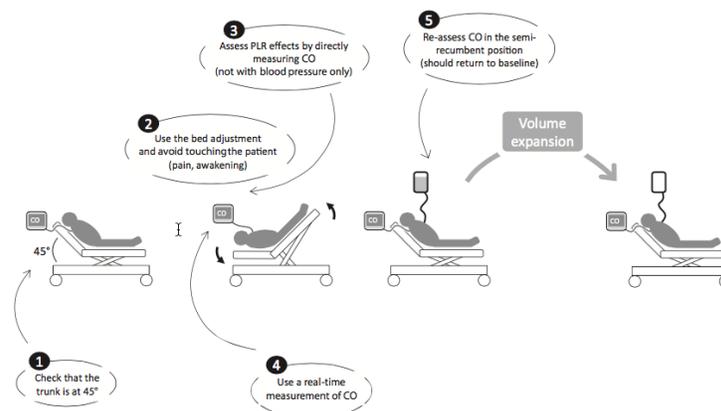


Figure 1 The best method for passive leg raising, indicating the five rules to be followed. CO, cardiac output; PLR, passive leg raising.

Figura 1. El mejor método para la elevación pasiva de piernas tomado de Monnet X et al. Crit Care Med. 2012;40:152-7.<sup>24</sup>

PLR es una maniobra que presenta falsos negativos en pacientes con aumento de la presión intraabdominal, sin embargo Monet et al, encontraron que en pacientes con distensibilidad pulmonar menor de 30 ml/cm H<sub>2</sub>O, bajo ventilación mecánica controlada y ritmo sinusal, la VPP es menos aguda para determinar la necesidad de líquidos, comparado con la PLR y el test de oclusión al final de la expiración.<sup>24</sup>

Otros métodos dinámicos para la evaluación de respuesta a volumen dependen de las interacciones corazón-pulmón. La variación de la presión del pulso (VPP) y variación del volumen sistólico (VVS) son las medidas dinámicas más estudiadas. Métodos dinámicos menos invasivos incluyen parámetros derivados de la pletismografía, variación en el flujo sanguíneo en las arterias grandes, y la variación en los diámetros de las venas centrales. Los métodos dinámicos para la evaluación de respuesta a volumen tienen muchas limitaciones; la limitación más importante es la actividad de la respiración espontánea.<sup>14</sup>

### **c) Variabilidad de presión de pulso**

La variabilidad de presión de pulso (VPP), consiste en la inspección de las ondas de la presión arteria. Se calcula obteniendo el cociente de la resta de la presión de pulso mínima a la presión de pulso máxima entre el promedio de ambas presiones de pulso:  $VPP = (PP_{max} - PP_{min}) / (PP_{max} + PP_{min} / 2)$ . VPP por encima a 13%, es un buen predictor de RV. VPP tiene una ventaja sobre Variabilidad de Presión Sistólica, de no verse afectado por las vías respiratorias y la presión pleural debido a que estas presiones afectan la (PAS) y la presión arterial diastólica (PAD), por lo que la Presión de Pulso (diferencia entre la PAS y PAD) no se ve afectada<sup>22</sup>. La VPP puede predecir con precisión la respuesta de fluidos en pacientes ventilados mecánicamente con un volumen corriente >8mL/kg, sin respiración espontánea y sin la presencia de arritmia cardíaca.<sup>25</sup>

### **d) Variabilidad de volumen sistólico**

La variabilidad de volumen sistólico (VVS) es definido como el como el cociente de la resta del volumen sistólico máximo menos el mínimo entre el promedio de los dos, registrados durante tres ciclos respiratorios (20 a 30 segundos).

La  $VVS \geq 10\% [(VSmáximo - VSmínimo)/(VSmáximo + VSmínimo)/2 \times 100]$  predicen la respuesta al aporte de volumen con alta sensibilidad y especificidad en distintas poblaciones de pacientes críticos.<sup>26</sup>

El paciente debe estar en ventilación mecánica controlada sin actividad respiratoria espontánea. Por otro lado, estos parámetros no están validados en presencia de arritmias cardíacas y su valor predictivo es menor en pacientes ventilados con volúmenes corrientes por debajo de 8ml/kg.<sup>27</sup>

La ratio entre la VPP y la VVS, denominada elasticidad arterial dinámica por Monge García, podría ayudar en la estimación del tono vascular y, en consecuencia, ser utilizada en algoritmos de reanimación hemodinámica aunque hay pocos estudios al respecto.<sup>28</sup>

#### **e) Presión venosa central**

La presión venosa central (PVC) y la presión de oclusión de la arteria pulmonar (POAP), fueron utilizadas durante muchos años como parámetros que reflejaban las presiones de llenado ventriculares y precarga derecha e izquierda, respectivamente.<sup>14</sup>

La presión venosa central (PVC) sigue siendo ampliamente utilizada para orientar la terapia de fluidos y se recomienda para guiar la terapia de fluidos en pacientes con shock séptico, sin embargo, las revisiones sistemáticas de la literatura han concluido que la PVC no tiene valor predictivo de la respuesta de fluidos en pacientes en estado crítico<sup>29</sup> y no son capaces de detectar a los pacientes que se beneficiarán o no del aporte de volumen incrementando el gasto cardíaco, de aquellos que no se beneficiarían de dicho aporte<sup>14</sup>.

Las últimas observaciones pueden estar en conflicto con la razón fisiológica de acuerdo con las cuales se prevé valores extremos de PVC tener algún valor predictivo incluso si la PVC puede considerarse como la disminución del retorno venoso en lugar de una medida de precarga.<sup>30</sup>

A lo largo de esta línea, una reciente declaración de consenso recomienda la reanimación con líquidos inmediato en los estados de choque asociados con niveles muy bajos de los parámetros de precarga (por ejemplo PVC)<sup>31</sup>.

La mayoría de los estudios sobre la respuesta de fluidos informaron valores de PVC en el rango intermedio de 8-12 mmHg en ambos respondedores y no respondedores. En el análisis de T. G. Eskesen, los valores más bajos de la PVC (8 mmHg) predijo la respuesta de fluidos y tenía algún valor predictivo positivo a los 2 y 4 mm Hg. En general, el intermedio (8-12 mmHg) y superior (12 mmHg) rangos de valores de la PVC no predice la respuesta de fluidos, aunque encontramos algún valor predictivo negativo, utilizando 14 y 16 mmHg como puntos de corte.<sup>32</sup>

Aunque los datos existentes son limitados, sugieren que no hay lugar para el uso de la presión venosa central para predecir la respuesta de fluidos en pacientes críticamente enfermos agudos.<sup>33</sup>

#### **f) Reposición de volumen: soluciones.**

Sobre la base de la evidencia publicada antes de 2014, the National Institute for Health and Care Excellence (NICE), sobre la fluidoterapia intravenosa en adultos hospitalizados actualmente recomienda el uso de cristaloides que contengan sodio en el rango de 130 a 154 mmol / l para reanimación de líquidos <sup>34</sup> .

Las pruebas de ensayos aleatorizados y metaanálisis no han encontrado diferencias convincentes entre el uso de soluciones de albúmina y soluciones cristaloides (por ejemplo, solución salina 0.9%, lactato de Ringer) en el tratamiento de la sepsis o shock séptico, pero se han identificado daño potencial del uso de almidón de hidroxietilo en lugar de una solución cristaloides.<sup>35</sup>

### g) Composición de los cristaloides y comparación con el plasma. <sup>36</sup>

**Tabla 1** Composición de los cristaloides y comparación con el plasma

Composición	NaCl 0,9%	Ringer Simple	Ringer Acetato	Ringer Lactato	Plasma-Lyte® 148	Isofundin®	Plasma
Na <sup>+</sup> , mmol/l	154	147	130	131	140	145	135-145
Cl <sup>-</sup> , mmol/l	154	155	112	112	98	127	98-105
K <sup>+</sup> , mmol/l	-	4	5	5,4	5	4	3,5-5
Ca <sup>2+</sup> , mmol/l	-	4	1	1,8	3	2,5	2,5
Mg <sup>2+</sup> , mmol/l	-	-	1	-	-	1	1,5-2,5
Lactato, mmol/l	-	-	-	28	-	-	-
Acetato, mmol/l	-	-	27	-	27	24	-
Otros, mmol/l	-	-	-	-	Gluconato 23	Malato 5	Bicarbonato 24-28
Osmolaridad mOsm/l	308	309	276	277	295	309	291
pH	4,5-7,0	5-7,5	6,0-8,0	5,0-7,0	4,0-8,0	5,1-5,9	7,35-7,45

Dentro de las diversas opciones, el empleo de suero salino ha sido tradicionalmente la primera opción para la reanimación de los pacientes en shock. Su contenido en sodio y cloro es ligeramente superior al del plasma y su empleo se ha asociado con acidosis hiperclorémica y probablemente con el desarrollo de fracaso renal Si se infunden cantidades elevadas de solución salina, el excedente de cloro del líquido extracelular desplaza el bicarbonato, ocasionando acidosis hiperclorémica. Este efecto ha sido observado en pacientes posquirúrgicos y politraumatizados. <sup>37</sup>

El Ringer Lactato es el cristaloides de elección para iniciar la reanimación del enfermo crítico, incluyendo pacientes con shock séptico. Se recomienda como primera opción para la reanimación en caso de acidosis metabólica hiperclorémica. El empleo de Ringer Lactato se asocia a un menor desarrollo de acidosis metabólica hiperclorémica que con suero salino, aunque sin diferencias en los objetivos clínicos.<sup>36,38</sup>

En un reciente estudio de cohortes ajustado por *propensity score*, realizado en pacientes médicos con shock séptico, el empleo en la fase de reanimación de soluciones balanceadas (más del 90% de los fluidos recibidos en este grupo fue Ringer Lactato) se asoció a una reducción significativa de la mortalidad en comparación con el empleo de suero salino, aunque sin diferencias en la incidencia de fracaso renal. Se observó una relación dosis-dependiente entre el aporte de soluciones balanceadas y el efecto beneficioso de la mortalidad, independientemente de la cantidad total de fluidos administrada.<sup>39</sup>

Las nuevas soluciones balanceadas que no poseen lactato son una alternativa a emplear en la reanimación del paciente crítico, especialmente en shock séptico, pero no pueden considerarse en la actualidad como la primera opción a emplear. Estas soluciones están especialmente indicadas en pacientes con hiperlactacidemia grave en los que se quiere, además, evitar un elevado aporte de cloro. Se recomienda su empleo en caso de acidosis metabólica hiperclorémica o tras el aporte de elevadas cantidades de suero salino si se ha desarrollado hipercloremia. Dado su contenido en potasio, no recomendamos su uso en caso de hiperkaliemia o de insuficiencia renal.<sup>36,40</sup>

### **III. JUSTIFICACIÓN.**

Un rápido reconocimiento de la situación del estado de choque y la respuesta a volumen en valoración conjunta con algunas pruebas de monitoreo hemodinámico invasivo y no invasivo, tales como Elevación pasiva de las piernas, así como valoración de la colapsabilidad de la vena cava inferior, relacionado con la colapsabilidad de la vena yugular, nos ayudará a determinar el grado de asociación entre los mismos para un adecuado seguimiento del monitoreo hemodinámico.

La sencilla valoración ultrasonográfica de la vena cava inferior, y vena yugular mayor del 18% en pacientes orintubados, mayor al 50% en pacientes no intubados, y asociada a una elevación pasiva de piernas nos permite seleccionar un paciente respondedor a volumen.

El siguiente proyecto de investigación es necesario debido a que nos ayuda a conocer la relación que existe entre el monitoreo hemodinámico invasivo y no invasivo, para la respuesta a volumen en un paciente en estado de choque, a fin de iniciar precoz y dirigidamente el tratamiento en los pacientes, con lo cual podamos mejorar el pronóstico y supervivencia del paciente de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México.

#### IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estado de choque, es un desajuste entre aporte y necesidades de oxígeno. La respuesta a volumen, definida como la capacidad del ventrículo izquierdo para aumentar su volumen sistólico, en respuesta a la administración de líquidos, dentro la reanimación, es la piedra angular del tratamiento de los pacientes que tienen falla circulatoria aguda. Aunque la restauración del estado del volumen de un paciente chocado es sustancial, la evidencia indica que la administración innecesaria de fluidos tiene un resultado deletéreo.

Los diámetros de la vena cava inferior (VCI) y vena yugular interna (VYI), han ganado popularidad en la evaluación del estado del volumen. Las pruebas moderadas está disponible sugiere que el diámetro VCI y VYI es menor en pacientes con hipovolemia.

Se ha mostrado que la distensibilidad de la VYI predice con precisión la capacidad de respuesta del volumen. La distensibilidad de la VYI y VCI más de 18% antes de la exposición a volumen tiene una sensibilidad del 80% y 85% de especificidad en la predicción de la respuesta.

La elevación pasiva de piernas de forma independiente predice respuesta a volumen ante elevación de gasto cardiaco por arriba de 10%, sin embargo existe la necesidad de realizar la correlación individualizada y en conjunto de las maniobras para respuesta a volumen para valorar correlación entre las mismas.

De esta forma la pregunta que emerge es: ¿Existe correlación de respuesta a volumen entre elevación pasiva de piernas y valoración ultrasonográfica de la vena cava inferior y vena yugular interna, en el paciente en estado de choque?

## **V. OBJETIVOS**

### **V.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar la correlación entre la elevación pasiva de piernas y la valoración ultrasonográfica de la vena cava inferior y vena yugular interna para predecir la respuesta a volumen.

### **V.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Determinar la correlación, para predecir la respuesta a volumen, entre elevación pasiva de piernas y porcentaje e índice colapso de la vena inferior por ultrasonografía.
- Determinar la correlación para predecir la respuesta a volumen, entre elevación pasiva de piernas y porcentaje e índice colapso de la vena yugular interna por ultrasonografía.
- Determinar la correlación para predecir la respuesta a volumen, entre elevación pasiva de piernas y porcentaje e índice de colapso de la vena inferior y vena yugular interna por ultrasonografía.

## **VI. HIPÓTESIS DEL TRABAJO**

### **VI.1 Hipótesis de trabajo (Hi)**

Existe relación entre la elevación pasiva de pierna y el porcentaje de colapsabilidad de la vena cava inferior y la vena yugular interna, para predecir la respuesta a volumen en los pacientes ingresado a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México.

### **VI.2 Hipótesis nula (Ho)**

No existe relación entre la elevación pasiva de pierna y el porcentaje de colapsabilidad de la vena cava inferior y la vena yugular interna, para predecir la respuesta a volumen en los pacientes ingresado a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México

## **VII. METODOLOGÍA**

### **VII.1 Características del Estudio**

Tipo de Estudio:

Por su objetivo: Comparativo

Por su temporalidad: Transversal

Por la recolección de los datos: Prolectivo.

Por su ubicación: Unicéntrico.

Por la asignación de la maniobra: Escrutinio.

Por el grupo de estudio: Homodémico.

### **VII.2 Operacionalización del universo de trabajo**

**Población Fuente:** Se incluyó la totalidad de pacientes que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Juárez de México, mayores de 18 años de edad, entre el periodo de tiempo de agosto de 2016 diciembre de 2016.

**Población Elegible:** Se incluyó la totalidad de pacientes mayores de 18 años de edad, evaluados y con diagnóstico de estado de choque, que se presentaron entre agosto de 2016 a diciembre de 2016.

### **VII.3 Criterios de Inclusión:**

- Pacientes mayores de 18 años de edad.
- Género indistinto.
- Pacientes con estado de choque.
- Pacientes con monitoreo hemodinámico invasivo para valoración de gasto cardíaco.
- Pacientes con zona yugular accesible, para determinación de colapso de vena yugular por ultrasonido.

#### **VII.4 Criterios de Exclusión:**

- Pacientes con hipertensión intraabdominal
- Pacientes con hipertensión intracraneana
- Pacientes con contraindicaciones para elevación pasiva de piernas.

#### **VII.5 Criterios de Eliminación**

- Ninguno.

#### **VIII. VARIABLES**

- a) Edad
- b) Género
- c) Porcentaje de Colapso vena yugular interna
- d) Índice de colapso de la yugular interna
- e) Prueba de elevación pasiva de piernas
- f) Gasto cardiaco

### VIII. 1 CUADRO DE CONCENTRACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	NIVEL DE MEDICIÓN	INDICADORES	ITEMS 65
<b>Edad</b>	Intervalo de tiempo desde la fecha de nacimiento de una persona hasta la fecha actual.	Intervalo de tiempo, desde la fecha de nacimiento de la paciente, hasta el momento de realizar la investigación, agrupados para su estudio, para fines de esta investigación, se obtendrá del expediente clínico	Tipo: Escala: Medición:  Cuantitativa estratificada nominal.	0= <35 años 1= 35-45 años 2= 46-55 años 3= 56-65 años 4= >65 años	A
<b>Género</b>	Conjunto de características diferenciadas que cada sociedad asigna a hombres y mujeres.	Conjunto de características diferenciadas que se asigna a hombres y mujeres	Tipo: Escala: Medición:  Cualitativa Nominal	1= Hombre 2= Mujer	B
<b>Porcentaje de Colapso vena yugular interna</b>	El producto del diámetro menor por 100, dividido sobre el diámetro mayor, llamando distensibilidad de la VVI, con un valor de referencia > 18%.	Grado de distensibilidad ultrasonográfico de la VVI, que valora la respuesta a volumen, considerado >18%.	Tipo: Escala: Medición:  Cuantitativa continua	1= <18mmol/l 2= >18mmol/l	C

<b>Índice de colapso de la vena yugular interna</b>	La sustracción del diámetro mínimo al diámetro máximo de la vena yugular interna, entre el promedio de los dos valores, con un valor de referencia de la VYI > 18%	Índice ultrasonográfico de la VYI, que valora la respuesta a volumen, considerado >18%.	Tipo: Escala: Medición:  Cuantitativa discreta	1= <18mmhg 2= >18mmhg	D
<b>Porcentaje de Colapso vena cava inferior.</b>	El producto del diámetro menor por 100, dividido sobre el diámetro mayor, llamando distensibilidad de la VCI, con un valor de referencia > 12%	Grado de distensibilidad ultrasonográfico de la VCI, que valora la respuesta a volumen, considerado >12%	Tipo: Escala: Medición:  Cuantitativa discreta	1= <12mmhg 2= >12mmhg	E
<b>Índice de colapso de la vena cava inferior</b>	La sustracción del diámetro mínimo al diámetro máximo de la vena cava inferior, entre el promedio de los dos valores, con un valor de referencia de la VCI > 12%	Índice ultrasonográfico de la VCI, que valora la respuesta a volumen, considerado >12%	Tipo: Escala: Medición:  Cuantitativa discreta	1= <12mmhg 2= >12mmhg	F

<b>Prueba de elevación pasiva de piernas.</b>	Maniobra que, simula la infusión rápida de líquidos, por paso de sangre de los miembros inferiores y del compartimen to abdominal y del compartimen to intratorácico, que se lleva a incremento de la precarga izquierda y derecha, con posterior aumento temporal del volumen sistólico y gasto cardiaco.	Maniobra que inicia en posición semisentado, a 45°, con elevación temporal del gasto cardiaco mayor al 10% del basal.	Tipo: Escala: Medición:  Cualitativa nominal.	1= si 2= no	G
<b>Gasto cardiaco</b>	Cantidad de sangre que los ventrículos impulsan cada minuto.	Volumen de eyección por frecuencia cardiaca. Utilizado para predecir respuesta a volumen mediante la maniobra de elevación pasiva de piernas.	Tipo: Escala: Medición:  Cuantitativa estratificada nominal.	1= <10% 2= >10%	H

## VIII. 2 CUADRO DE RECOLECCION DE DATOS

Expediente		Género		Edad		Peso		Talla	
Fecha		Hora		IMC		Capturó			

Nombre	Siglas	Previo a carga de volumen	Posterior a carga de volumen
Porcentaje de colapso yugular interna	VYIP		
Índice de colapso yugular interna	VYII		
Porcentaje de colapso de vena cava inferior	VCIO		
Índice de colapso vena inferior	VCII		
Elevación pasiva de piernas	PLR		
Gasto cardiaco	GC		
Volumen administrado	Vol		

## IX. PROCEDIMIENTO

La obtención de datos se realizó mediante la hoja de registro (anexo 1). Se midió la vena yugular a través de ultrasonografía con transductor lineal, se calculó el índice de colapso de la vena yugular interna (ICVYi) con la fórmula  $ICVYi = (Dmax - Dmin) / ((Dmax + Dmin) / 2)$  donde Dmax es el diámetro máximo y Dmin es el diámetro mínimo, y porcentaje de colapsabilidad de la misma vena ( $\Delta VYi$ ) con la fórmula  $\Delta VYi = (Dmin \times 100) / Dmax$ , ambos resultados con valor de corte  $\geq 18\%$  para como respondedor a volumen.

Posteriormente se realizó la prueba de elevación pasiva de piernas a ambos grupos con duración de 60 segundos, según las recomendaciones de Monnet y col (*Monnet X, Teboul JL. Passive leg raising: five rules, not a drop of fluid!. Crit Care 2015;19(1):18*) con monitorización de gasto cardiaco continuo mediante línea arterial periférica conectada con el transductor FloTrack © al monitor Vigileo © o al monitor EV1000 © de Edwards LifeScience©, con lo que se determinó la posibilidad de respuesta a volumen en aquellos pacientes que elevaron gasto cardiaco (GC)  $> 10\%$ , y no respondedores GC  $< 10\%$ . Simultáneamente se calculó el índice y porcentaje de colapsabilidad de la vena yugular interna para determinar el grado de respuesta a la elevación pasiva de piernas, teniendo como base fisiológica el retorno de aproximadamente 300 ml de sangre, de ésta manera determinar el llenado intravascular en la vena yugular interna.

Se calculó la población sobre la base de prevalencia de 50% de respondedores a volumen con la fórmula de variables cuantitativas:  $n = (z^2 \cdot \delta^2) / e^2$  la cual arrojó una  $n = 169$  pacientes, teniendo un error de muestreo de 1.16 con nivel de confiabilidad de 95%.

Con un margen de error de 5%, nivel de confianza de 95%, tamaño de la población total 300 (ingresos al año los últimos 3 años), con una distribución de 50% de respondedores (prevalencia) = 169 pacientes, sin embargo, la totalidad de mediciones ingresadas a la base de datos fue de 95, entre pacientes respondedores y no respondedores. De los cuales sólo se tomaron 55 pacientes para valorar las pruebas positivas a respuesta a volumen.

Se utilizó estadística descriptiva para caracterizar a la población.

El análisis metodológico se realizó dividiendo a los pacientes en grupo de respondedor y no respondedor a volumen antes y después de la prueba, para integrar cuadros de contingencia de dos por dos, con esto calcular la sensibilidad, especificidad, valores predictivos y área bajo la curva de los diferentes métodos estudiados. Se estableció la normalidad en la distribución con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y posteriormente se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para

establecer la comparación entre un método y otro, considerando significativo cuando el valor de p fue inferior a 0.05, se utilizaron cuadros de contingencia de dos por dos para calcular la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo entre la prueba de ecografía y el incremento del gasto cardiaco > 10%, una vez obtenidos se estableció el valor del área bajo la curva para establecer cuál es el mejor método.

Las mediciones fueron realizadas por un único evaluador y validadas por un segundo evaluador, por lo que se midió la concordancia mediante el coeficiente de Kappa de Cohen, estableciendo aceptable > 0.80 según Landis y Koch.

El equipo de ecografía utilizado fué un portátil tipo "lap-top" modelo LOGIQ Book XP, General Electric, con un transductor curvo 3-5Hz para medición de la vena cava inferior, y transductor lineal de 6-11 Hz, para medición de vena yugular interna, disponible en la UCI, según las técnicas descritas en según Malbrain y col, (41), Carrillo y col (14), Mandeville y col (42) y Monnet y col (43) y el monitoreo del gasto cardiaco continuo con los sistemas antes mencionados, también disponible en la UCI; ambos equipos están calibrados de acuerdo a los estándares de calibración del proveedor en México.

## **X. PROCESAMIENTO DE DATOS**

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

Se realizó estadística descriptiva en las variables de importancia, que incluyó sensibilidad, especificidad, valores predictivos y área bajo la curva de los diferentes métodos estudiados. Se estableció la normalidad en la distribución con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y posteriormente se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para establecer la comparación entre un método y otro, considerando significativo cuando el valor de p fue inferior a 0.05, se utilizaron cuadros de contingencia de dos por dos para calcular la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo entre la prueba de ecografía y el incremento del gasto cardiaco > 10%.

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

- Gráficos de barra bidimensionales con barras de error estándar.

## **XI. LOGÍSTICA**

### **XI.1 RECURSOS HUMANOS:**

- Residente
- Investigador responsable
- Investigador asociado

### **XI.2 RECURSOS MATERIALES:**

- Hojas tabuladoras de valores para índice y colapso de vena yugular interna así como gasto cardiaco.
- Fotocopiadora
- Computadora portátil
- Lapiceros

### **XI.3 RECURSOS FINANCIEROS.**

- Propios del investigador

## XII. RESULTADOS

Se realizaron 95 mediciones, de las que se cumplieron los criterios de evaluación de respuesta a volumen en 55 pacientes, de los cuales 9 fueron respondedores a volumen, documentado por elevación del gasto cardiaco > 10% después de la administración intravenosa de 250 mL de solución cristaloide en menos de 10 minutos, en cada ocasión se realizó prueba de elevación pasiva de piernas (PLR), y determinación de la posibilidad de respuesta a volumen estimada por medio del porcentaje de colapso de la vena yugular anterior y del índice de colapso de la vena yugular anterior con los valores de referencia ya comentados; en todos los casos se intentó evaluar la probabilidad de respuesta a volumen por porcentaje e índice de colapso de la vena cava inferior, sin embargo, solo en dos ocasiones la medición fue confiable, por la compleja técnica del método (mala ventana de insonación, abundante panículo adiposo, abundante gas en asas intestinales, pacientes postoperados de laparotomía exploradora, pacientes en posición prono).

Se obtuvieron 55 mediciones en donde 9 pacientes respondieron a una carga de 250 mL de solución cristaloide intravenosa en carga, con incremento del gasto cardiaco  $\geq$  10%, mientras que en 46 pacientes no se obtuvo respuesta favorable; ambos grupos fueron analizados antes de la carga de solución para estimar la respuesta a volumen mediante diferentes métodos. El ultrasonido con VYAI > 18% predijo que 8 de los 9 pacientes respondedores responderían, mientras que 43 de los 46 pacientes no respondedores responderían, con estos datos se construyó el cuadro de contingencia de la tabla 1, con lo que se obtuvo sensibilidad de 89%, especificidad de 7%, valor predictivo positivo (VPP) de 16% y valor predictivo negativo de 75%.

**Tabla No.1 Tabla de 2X2, respuesta a volumen con VYAI > 18%**

		Responden	No responden	Totales
Prueba	> 18%	8	43	51
VYAI	< 18%	1	3	4
	Totales	9	46	55

Sensibilidad del 88.89%, Especificad del 6.52%, VPP 15.69%, VPN 75%.

Por otra parte, a las 55 mediciones, se realizó prueba de elevación pasiva de piernas (PLR), documentando la respuesta a volumen, con elevación del gasto cardiaco >10%, en donde 9 pacientes respondieron a una carga de 250 mL de solución cristaloide intravenosa en carga, mientras que en 46 pacientes no se obtuvo respuesta favorable; La PLR con aumento del gasto cardiaco > 10%, predijo que 9 de los 9 pacientes respondedores responderían, mientras que 46 de los 46 pacientes no respondedores responderían, con estos datos de construyó el segundo cuadro de contingencia de la tabla 2, con lo que se obtuvo sensibilidad de 100%, especificidad de 0%, valor predictivo positivo (VPP) de 16.36% y valor predictivo negativo de 0%.

**Tabla No.2 Tabla de 2X2, respuesta a volumen con PLR y GC > 10%**

		Responden	No responden	Totales
Prueba	> 10	9	46	55
PLR y GC	< 10	0	0	0
	Totales	9	46	55

Sensibilidad del 100%, Especificidad de 0%, VPP 16.36%, VPN 0%

Otra de las pruebas realizadas a los 55 pacientes, fue correlacionar la elevación pasiva de piernas (PLR) con el porcentaje de colapso de la vena yugular interna (VYAP) >18%, en donde 9 pacientes respondieron a una carga de 250 mL de solución cristaloide intravenosa en carga, mientras que en 46 pacientes no se obtuvo respuesta favorable; La PLR con aumento del gasto cardiaco > 10% + VYAP, predijo que 3 de los 9 pacientes respondedores responderían, 6 de los 9 respondedores, no responderían, mientras que 30 de los 46 pacientes no respondedores responderían, y 16 de los 46 no respondedores, realmente no responderían, con estos datos de construyó el tercer cuadro de contingencia de la tabla 3, con lo que se obtuvo sensibilidad de 33.33%, especificidad de 34.78%, valor predictivo positivo (VPP) de 9.09% y valor predictivo negativo de 72.73%.

**Tabla No.3 Tabla de 2X2, respuesta a volumen con PLR + VYAP > 18%**

		Responden	No responden	Totales
Prueba	> 18%	3	30	33
PLR+VYAP	< 18%	6	16	22
	Totales	9	46	55

Sensibilidad del 33.33%, Especificidad del 34.78%, VPP 9.09%, VPN 72.73%

Finalmente, se realizó a los 55 pacientes, la correlación entre la elevación pasiva de piernas (PLR) con el índice de colapso de la vena yugular interna (VYAI) >18%, en donde 9 pacientes respondieron a una carga de 250 mL de solución cristalóide intravenosa en carga, mientras que en 46 pacientes no se obtuvo respuesta favorable; la PLR con aumento del gasto cardíaco > 10% + VYAI, predijo que 4 de los 9 pacientes respondedores responderían, 5 de los 9 respondedores, no responderían, mientras que 27 de los 46 pacientes no respondedores responderían, y 19 de los 46 no respondedores, realmente no responderían, con estos datos de construyó el cuarto cuadro de contingencia de la tabla 4, donde se obtuvo sensibilidad de 44.44%, especificidad de 41.3%, valor predictivo positivo (VPP) de 12.9% y valor predictivo negativo de 79.17%.

**Tabla No.4 Tabla de 2X2, respuesta a volumen con PLR + VYAI > 18%**

		Responden	No responden	Totales
Prueba	> 18%	4	27	31
VYAI	< 18%	5	19	24
	Totales	9	46	55

Sensibilidad de 44.44%, Especificidad de 41.3%, VPP 12.9%, VPN 79.17%

### XIII. DISCUSIÓN

En el presente estudio se realizaron un total de 95 mediciones, de las cuales, 55 reunieron los criterios de evaluación de respuesta a volumen en 55 pacientes, de los cuales 9 fueron respondedores a volumen, documentado por elevación de gasto cardíaco >10% y determinación de la posibilidad de respuesta a volumen estimada por medio del porcentaje de colapso de la vena yugular anterior y del índice de colapso de la vena yugular anterior con los valores de referencia > 18%. Cabe destacar que únicamente en dos ocasiones la medición de vena cava inferior fue confiable, por mala ventana de insonación, abundante panículo adiposo, abundante gas en asas intestinales, pacientes postoperados de laparotomía exploradora, pacientes en posición prono, etc.

La valoración de pacientes que sugiera un test de respuesta positiva a volumen, con VYAI teniendo como valor >18%, en nuestra población en estudio tuvo una sensibilidad del 88.89% con un VPP del 15.69%.

La elevación pasiva de piernas en este estudio, tuvo una sensibilidad alta del 100%, semejante a lo reportado en la literatura internacional, en la que se reporta sensibilidad del 97% y una especificidad del 94%, según Alvarado Sánchez et al<sup>16</sup>. Sin embargo la probabilidad de que alguna prueba positiva sea negativa es del 16.36% acorde al VPP.

La comparación de PLR + VYAP la probabilidad de respuesta a volumen, teniendo un test positivo fue del 33.33%, con un VPP del 9%, sin embargo la probabilidad de tener un paciente no respondedor con prueba negativa es del 34.78%.

En cuanto a la probabilidad de tener un paciente respondedor a volumen con prueba positiva comparando PLR más VYAI, tuvo una sensibilidad también baja del 44.44% con un VPP de apenas 13%, y la especificidad baja de 41% con VPN del 79%.

Dado lo anterior, no existe correlación entre el índice y porcentaje de colapsabilidad en relación a la elevación pasiva de piernas.

Se realizó prueba bivariada de Pearson, con una correlación de 0.59, e índice de correlación del 34%. Con lo cual se comprueba la escasa correlación entre los mismos.

Por otro lado al realizar las pruebas de Kolmogorov-Smirnov Kruskal-Wallis, en ambos casos, se rechaza la hipótesis de trabajo, por lo que no existe relación dependiente entre las variables estudiadas: PLR y porcentaje e índice de colapsabilidad en relación a la respuesta a volumen.

Podemos concluir, que en éste estudio, únicamente tuvo significado estadístico la valoración del índice de colapso de la vena yugular anterior para predecir respuesta a volumen, y al mismo tiempo, se correlaciona una adecuada sensibilidad de la elevación pasiva de piernas, acorde a lo encontrado en la literatura internacional. Finalmente, no existe correlación estadística entre la elevación pasiva de piernas y el porcentaje e índice de colapso de vena yugular anterior, para la respuesta a volumen en nuestra muestra estudiada. Sin embargo debemos destacar que el número de muestras analizadas fueron escasas, y sólo se tomaron del total de pruebas realizadas, aquellas que fueron respondedoras a volumen desde el inicio de la prueba, y el resto de las mismas quedaron fuera de la estadística analizada.

Se deberá ampliar la muestra y realizar mayores estudios para determinar la adecuada correlación de las variables.

#### **XIV. CONCLUSIONES**

1. La respuesta a volumen guiada por ultrasonido, a través de índice de colapso de la vena yugular interna, mayor del 18%, es una buena prueba, con alta sensibilidad y valor predictivo positivo (VPP), teniendo en cuenta cada uno de los diez factores reportados en la literatura, que pueden afectar su adecuada valoración.
2. La respuesta a volumen guiada por elevación pasiva de piernas, con aumento de mas del 10% del gasto cardiaco, tiene una adecuada sensibilidad, semejante a lo reportado en la literatura internacional.
3. La asociación entre en índice de colapso de vena yugular interna (CVYI) y elevación pasiva de piernas de forma simultánea, no tuvo una adecuada asociación para predecir respuesta a volumen.
4. Hasta el momento no existe una prueba individual con el 100% de sensibilidad y especificidad, capaz de predecir el manejo de la reanimación hídrica en los pacientes en estado de choque.
5. Para un correcto manejo del paciente en estado de choque, se deben valorar e integrar diversas variables, tanto dinámicas como estáticas, para determinar la adecuada respuesta a volumen y reanimación de los mismos.
6. Se recomienda seguir realizando más estudios, que apoyen los resultados que se obtuvieron en este estudio.

## XV. BIBLIOGRAFIA

1. Ahmed Hasanin. Fluid responsiveness in acute circulatory failure. *Journal of Intensive Care* (2015) 3:50
2. Cherpanath TG, Aarts LP, Groeneveld JA, Geerts BF. Defining fluid responsiveness: a guide to patient-tailored volume titration. *J CARDIOTHORACIC VASC ANESTH* 2014;28(3):745-754.
3. Saleh AS. Is the concept of fluid responsiveness evidence-based?. *INTENSIVE CARE MED* 2016. DOI 10.1007/s00134-016-4306-7. EN PRENSA
4. Marik PE. Fluid responsiveness and the six guiding principles of fluid resuscitation. *CRIT CARE MED* 2016. EN PRENSA
5. Lamia B, Ochagavia A, Monnet X, Chemla D, Richard C, Teboul J-L. Echocardiographic prediction of volume responsiveness in critically ill patients with spontaneously breathing activity. *Intensive Care Med.* 2007;33:1125–32.
6. Dipti A, Soucy Z, Surana A, Chandra S. Role of inferior vena cava diameter in assessment of volume status: a meta-analysis. *Am J Emerg Med.* 2012;30:1414–9
7. Zengin S, Al B, Genc S, Yildirim C, Ercan S, Dogan M, et al. Role of inferior vena cava and right ventricular diameter in assessment of volume status: a comparative study: ultrasound and hypovolemia. *Am J Emerg Med.* 2013;31:763–7.
8. Feissel M, Michard F, Faller JP, Teboul JL. The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy. *Intensive Care Med.* 2004;30(9):1834-7.
9. Broilo F, Meregalli A, Friedman G. Right internal jugular vein distensibility appears to be a surrogate marker for inferior vena cava vein distensibility for evaluating fluid responsiveness. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2015;27(3):205-211.
10. Akilli NB, Cander B, Dundar ZD, Koylu R. A new parameter for the diagnosis of hemorrhagic shock: jugular index. *J Crit Care.* 2012;27(5):530.e13-8.
11. Guarracino F, Ferro B, Forfori F, Bertini P, Magliacane L, Pinsky MR. Jugular vein distensibility predicts fluid responsiveness in septic patients. *Crit Care.* 2014;18(6):647
12. G. Via. Ten situations where inferior vena cava ultrasound may fail to accurately predict fluid responsiveness: a physiologically based point of view. *Intensive care* 2016.
13. Airapetian et al. Does inferior vena cava respiratory variability predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients?.. *Critical Care* (2015) 19:400
14. Raúl Carrillo Esper. 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.
15. Marik PE, Baram M, Vahid B. Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systematic review of the literature and the tale of seven mares. *Chest.* 2008;134:172–8.

16. *Jorge Iván Alvarado-Sánchez*. Prueba de elevación de piernas pasiva. *Rev Colomb Anestesiol*. 2015;43(3):214–218.
17. Monnet X, Rienzo M, Osman D, Anguel N, Richard C, Pinsky MR, et al. Passive leg raising predicts fluid responsiveness in the critically ill. *Crit Care Med*. 2006;34:1402–7.
18. Xavier Monnet. Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2015.
19. Lamia B, Ochagavia A, Monnet X, Chemla D, Richard C, Teboul J. Echocardiographic prediction of volume responsiveness in critically ill patients with spontaneously breathing activity. *Intensive Care Med*. 2007;33:1125–32.
20. Monnet X, Bataille A, Magalhaes E, Barrois J, Le Corre M, Gosset C, et al. End-tidal carbon dioxide is better than arterial pressure for predicting volume responsiveness by the passive leg raising test. *Intensive Care Med*. 2013;39:93–100.
21. Biais M, Vidil L, Sarrabay P, Cottenceau V, Revel P. Changes in stroke volume induced by passive leg raising in spontaneously breathing patients: Comparison between echocardiography and Vigileo FloTrac device. *Crit care*. 2009;13:R195.
22. Cavallaro F, Sandroni C, Marano C, la Torre G, Mannocci A, de Waure C, et al. Diagnostic accuracy of passive leg raising for prediction of fluid responsiveness in adults: systematic review and meta-analysis of clinical studies. *Intensive Care Med*. 2010;36:1475–83.
23. Monnet and Teboul. Passive leg raising: five rules, not a drop of fluid. *Critical Care*. January 2015.
24. Monnet X, Bleibtreu A, Dres M, Gharbi R, Richard C, Teboul J. Passive leg-raising and end-expiratory occlusion tests perform better than pulse pressure variation in patients with low respiratory system compliance. *Crit Care Med*. 2012;40:152–7.
25. Xiaobo Yang and Bin Du. Does pulse pressure variation predict fluid responsiveness in critically ill patients? A systematic review and meta-analysis. *Critical Care* 2014, 18:650
26. Marik PE, Cavallazzi R, Vasu T, Hirani A. Dynamic changes in arterial waveform derived variables and fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: A systematic review of the literature. *Crit Care Med*. 2009;37:2642-7
27. De Backer D, Heenen S, Piagnerelli M, Koch M, Vincent JL. Pulse pressure variations to predict fluid responsiveness: Influence of tidal volume. *Intensive Care Med*. 2005;31: 517-23.
28. M.I. Monge Garcia, A. Gil Cano, M. Gracia Romero. Dynamic arterial elastance to predict arterial pressure response to volume loading in preload-dependent patients. *Crit Care*, 15 (2011), pp. R15
29. Marik PE, Cavallazzi R (2013) Does the central venous pressure predict fluid responsiveness? An updated meta-analysis and a plea for some common sense. *Crit Care Med* 41:1774–1781.
30. Sondergaard S, Parkin G, Aneman A (2015) Central venous pressure: we

- need to bring clinical use into physiological context. *Acta Anaesthesiol Scand* 2015. 59:552–560
31. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C, Jaeschke R, Mebazaa A, Pinsky MR, Teboul JL, Vincent JL, Rhodes A (2014) Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task Force of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* 2014. 40:1795–1815.
  32. 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.
  33. Michael Gottlieb. Utility of Central Venous Pressure as a Predictor of Fluid Responsiveness. *Annals of Emergency Medicine*. Volume 68, July 2016.
  34. Padhi S, Bullock I, Li L, Stroud M. Intravenous fluid therapy for adults in hospital: summary of NICE guidance. *BMJ*. 2013;347:f7073.
  35. Gregory A Schmidt, Evaluation and management of suspected sepsis and septic shock in adults. *Up To Date*. Jul 2016.
  36. J. Garnacho-Montero. Cristaloideos y coloides en la reanimación del paciente crítico. *Med Intensiva*. 2015;39(5):303-315
  37. Schortgen F, Deye N, Brochard L, CRYCO Study Group. Preferred plasma volume expanders for critically ill patients: Results of an international survey. *Intensive Care Med*. 2004;30:2222-9
  38. Raghunathan K, Shaw A, Nathanson B, Stürmer T, Brookhart A, Stefan MS, et al. Association between the choice of IV crystalloid and in-hospital mortality among critically ill adults with sepsis. *Crit Care Med*. 2014;42:1585-91.
  39. Roquilly A, Loutrel O, Cinotti R, Rosenczweig E, Flet L, Mahe PJ, et al. Balanced versus chloride-rich solutions for fluid resuscitation in brain-injured patients: A randomised double-blind pilot study. *Crit Care*. 2013;17:R77.
  40. Toledo JD, Modesto V, Peinador M et al. Sodium concentration in rehydration fluids for children with ketoacidotic diabetes: effect on serum sodium concentration. *J Pediatr* 2009; 154: 895–900.
  41. Malbrain ML. Results from the International Conference of Experts on Intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. I. Definitions. *Intensive Care Med*. 2006 Nov;32(11):1722-32.
  42. Mandeville JC, Colebourn CL. Can transthoracic echocardiography be used to predict fluid responsiveness in the critically ill patient? A systematic review. *Crit Care Res Pract*. 2012;2012:513480. doi: 10.1155/2012/513480. Epub 2012 Feb 6.
  43. Monnet X, Teboul JL. Assessment of volume responsiveness during mechanical ventilation: recent advances. *Crit Care*. 2013;17:217.

