

## **Opinion del Tutor**

La ecografía se ha convertido en una herramienta indispensable en el manejo de los pacientes graves en la ruta crítica, que incluye unidad de emergencias, quirófano y terapia intensiva, estudio que es realizado e interpretado a la cabecera del paciente brindando respuestas inmediatas a problemas específicos y que puede evitar procedimientos invasivos y/o disminuir los riesgos asociados a estos procedimientos. Cuenta con una amplia utilidad en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades que ponen en riesgo la vida como en el estado de choque ; donde surge la utilidad de la vena cava inferior (VCI) como una medida del estado de volemia del paciente, siendo considerado un subrogado de la presión venosa central donde valores superiores a 8 cmH<sub>2</sub>O establecen un estado hipervolemico durante la reanimación liberal de líquidos , lo cual a su vez incrementa la mortalidad. Se ha tratado de correlacionar este valor con con el aumento de diámetro, disminución de la colapsabilidad y cambios de la variabilidad de la VCI en dos escenarios distintos como respiración espontánea y ventilación mecánica , sin embargo esta medición requiere un mayor adiestramiento por tanto el presente estudio trata de establecer una correlación con la vena yugular interna lo cual muestra una mayor versatilidad en la ruta crítica, por tanto la relevancia del presente estudio.

Dr. Mauricio Centeno Sequeira

Internista- Intensivista

Cod. MINSA 32321



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA



Tesis monográfica para optar al título de Especialista en Radiología

**Correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018**

**AUTOR**

Dr. Carlos Humberto Rodríguez Gómez

**TUTOR**

Dr. Anselmo Centeno

Medico Intensivista

## **Dedicatoria**

Este trabajo se lo dedico a mi amada hija. Sos el motor de mi vida y seguiré moviendo montañas por vos.

## **Agradecimiento**

Al realizar este trabajo estoy culminando una de las etapas más importantes de mi vida profesional y no tengo duda que este logro es posible gracias a DIOS que me concedió mas vida de lo que espere.

Le agradezco a mi esposa y a mi bella hija por ser los pilares de mi vida , ellas me dieron las fuerzas que necesite en los momentos mas duros y oscuros.

A mis padres que me aman tanto , que fueron mis primeros maestros y mis guías en este mundo.

A mis maestros por su apoyo incondicional , siempre estuvieron con migo.

## Resumen

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

# Índice

<b>Resumen</b> .....	<b>5</b>
<b>Índice</b> .....	<b>6</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Antecedentes</b> .....	<b>3</b>
Estudio a nivel regional (América Latina).....	3
Estudio en Nicaragua .....	4
<b>Justificación</b> .....	<b>6</b>
<b>Planteamiento del problema</b> .....	<b>8</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>9</b>
Objetivo general .....	9
Objetivos específicos .....	9
<b>Marco teórico</b> .....	<b>10</b>
Utilidad de la evaluación ecográfica de la vena yugular interna.....	10
Ecografía de la vena cava inferior .....	11
<b>Diseño metodológico</b> .....	<b>16</b>
Tipo de estudio .....	16
Área y período de estudio .....	16
Universo .....	16
Muestra .....	16
Criterios selección de muestra.....	18
Unidad de análisis.....	18
Técnicas de recolección de la información .....	18
Procesamiento y análisis de la información .....	20
Consideraciones éticas .....	21

<b>Análisis de resultado (Discusión)</b> .....	<b>28</b>
<b>Conclusiones</b> .....	<b>31</b>
<b>Recomendaciones</b> .....	<b>32</b>
<b>Bibliografía</b> .....	<b>32</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>37</b>
Ficha de recolección .....	48

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de los pacientes críticos en unidades de cuidados intensivos (UCI) requieren administración de fluidos para la expansión de volumen en algún momento de su estancia hospitalaria.<sup>1</sup>

Sin embargo con frecuencia se observa que no se realizan evaluaciones clínicas apropiadas en la práctica diaria para determinar la respuesta a la administración de líquidos. Un análisis reciente de más de 2,000 pruebas de “desafíos” con fluidos publicado por Cecconi y col., mostró que los pacientes críticamente enfermos tienden a ser tratados de la misma manera, independientemente de la respuesta inicial a la expansión del volumen. Los autores también observaron que la mitad de los pacientes que respondieron a la prueba de fluidos inicial no recibieron líquido adicional y se sometieron a hipoperfusión, y la mitad de los pacientes que no respondieron recibieron líquido y se sometieron a sobrecarga de líquidos. Además, la evaluación clínica inicial de la respuesta cardiovascular de aproximadamente 1/3 de los pacientes era incierta. Incluso en estos casos, se administró líquido adicional a más de la mitad de los pacientes sin una evaluación más exhaustiva.<sup>2</sup>

Estos hallazgos sugieren que la prueba de fluidos con frecuencia depende de un criterio muy subjetivo que se basa más en la creencia de la posibilidad de una respuesta clínica a una prueba de fluidos que sobre parámetros objetivos.<sup>2</sup>

Se han sugerido varios métodos invasivos y no invasivos, conocidos como parámetros dinámicos para la evaluación de la capacidad de respuesta cardiovascular al volumen, para mejorar el reemplazo de volumen.<sup>3</sup> Durante muchos años se ha venido utilizando la determinación ecográfica del índice de distensibilidad de la vena cava inferior como un método no invasivo para predecir respuesta a líquidos, en pacientes en ventilación mecánica.<sup>4</sup>

Evidencias recientes refuerzan la idea de que la variación respiratoria en el diámetro de la vena yugular interna ( $\Delta\text{DRIJ}$ ) se correlaciona con la variación respiratoria en el diámetro de la vena cava inferior ( $\Delta\text{DIVC}$ ), lo que sugiere que la medición de la

distensibilidad de la yugular interna puede ser una alternativa fácil, no invasiva y válida para evaluar la capacidad de respuesta de los líquidos en pacientes ventilados mecánicamente.

En este contexto, el propósito del presente estudio fue evaluar la correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018

## ANTECEDENTES

### Estudio a nivel regional (América Latina)

Briolo y colaboradores publicaron en el 2015 un estudio cuyo objetivo fue investigar si la variación respiratoria del diámetro de la vena cava inferior ( $\Delta$ DIVC) y el diámetro de la vena yugular interna derecha ( $\Delta$ DRIJ) están correlacionadas en pacientes con ventilación mecánica. El estudio fue un análisis clínico prospectivo en una unidad de cuidados intensivos en un hospital universitario. Se incluyeron 49 pacientes con ventilación mecánica e inestabilidad hemodinámica.  $\Delta$ DIVC y  $\Delta$ DRIJ fueron evaluados por ecografía. La distensibilidad de la vena se calculó como la relación de (A)  $D_{max} - D_{min} / D_{min}$  y (B)  $D_{max} - D_{min} / \text{media de } D_{max} - D_{min}$  y se expresó como un porcentaje. Como resultado se observó lo siguiente. Los  $\Delta$ DIVC y  $\Delta$ DRIJ se correlacionaron con ambos métodos: (A)  $r = 0.34$ ,  $p = 0.04$  y (B)  $r = 0.51$ ,  $p = 0.001$ . Utilizando el 18% para  $\Delta$ DIVC, lo que indica la capacidad de respuesta del fluido mediante el método (A), 16 pacientes los respondedores y 35 mediciones mostraron acuerdo (Kappa ponderado = 0,80), el área bajo la curva ROC fue 0.951 (IC del 95%: 0.830 - 0.993; corte apagado = 18,92). Usando el 12% para  $\Delta$ DIVC, lo que indica la capacidad de respuesta del fluido mediante el método (B), 14 pacientes respondieron y 32 mediciones mostraron concordancia (Kappa ponderada = 0,65). el área bajo la curva ROC fue de 0.903 (IC del 95%: 0.765- 0.973; valor de corte = 11.86). Los autores concluyeron que la variación respiratoria de la vena cava inferior y la vena yugular interna derecha están correlacionadas y mostraron una concordancia significativa. La evaluación de la distensibilidad de la vena yugular interna derecha parece ser un marcador sustituto de la distensibilidad de la vena cava inferior para evaluar la capacidad de respuesta del fluido.<sup>5</sup>

Ñamendys y colaboradores (2016) publicaron los resultados de un estudio observacional longitudinal prospectivo en el que se midieron los diámetros de la vena cava inferior (VCI) de 47 pacientes mediante ultrasonografía con el objetivo de evaluar el estado del volumen de sangre y determinar el porcentaje de pacientes que respondieron a la expansión del volumen intravascular. Solo 17 pacientes (36%) respondieron al manejo de

líquidos. Un mayor número de pacientes que respondieron tuvo falla cardiovascular en comparación con los que no respondieron (82% frente a 50%,  $P = 0,03$ ). Entre los pacientes con insuficiencia cardiovascular, la probabilidad de encontrar respondedores fue 4,6 veces mayor que la de no encontrar respondedores (odds ratio, 4,66, intervalo de confianza del 95%, 1,10-19,6,  $P = 0,04$ ). No se observaron diferencias significativas en la tasa de mortalidad entre los dos grupos (11% frente a 23%,  $P = 0,46$ ).<sup>6</sup>

### **Estudio en Nicaragua**

Después de realizar una búsqueda en las principales bases de datos de investigaciones científicas (PubMed, Scholar, HINARI, WebOfScience) y en las bases en línea de las principales universidades del país no se encontraron estudios de este tipo publicados y realizados en Nicaragua. Solo se encontró un único estudio en forma de tesis de postgrado para optar al título de especialista en radiología en un hospital general que se describe a continuación

Martínez y colaboradores llevaron a cabo un estudio observacional con el propósito evaluar la utilidad de la ecografía de la vena cava inferior como predictor de la respuesta a líquidos en pacientes con shock en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Dr. Roberto Calderón Gutiérrez. Se investigaron 20 pacientes con shock ingresados entre julio y noviembre del 2017. En todos ellos se midió la PVC al inicio del estudio y siguiendo a los pacientes durante 6 horas realizando 4 evaluaciones ecográficas de la vena cava inferior. El presente estudio indica que en pacientes en ventilación espontánea la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior (IC) tiene excelente correlación con la medición de la PVC en pacientes críticos con PVC disminuida o que no responde a volumen, indicando que si el índice es  $>50\%$  el paciente no es respondedor a volumen. En el presente estudio se observó una fuerte correlación entre el número de cargas, el volumen total y el patrón de comportamiento tanto del IC como el ID, sugiriendo que estos índices son de utilidad clínica en el monitoreo continuo del paciente crítico y se debe valor que pacientes podrían ser los más beneficiados por este tipo de monitoreo. La medición tanto del índice de colapsabilidad o de distensibilidad en pacientes en ventilación espontánea o mecánica asociado a una prueba de elevación pasiva de los MI identificó en grupo de estudio que más de 1/3 de los casos que

continuaban recibiendo volumen tenía baja probabilidad de responder a cargas adicionales de volumen. En conclusión la mayor utilidad de la ecografía de la vena cava en sus variaciones respiratorias se observa en los pacientes en shock con ventilación mecánica y para los casos con ventilación espontánea es útil específicamente en aquellos pacientes con  $PVC < 5$  cm.<sup>7</sup>

## JUSTIFICACIÓN

Es esencial usar métodos de monitoreo capaces de identificar de manera rápida y precisa los déficits de volumen para minimizar el daño tisular relacionado con la hipovolemia y evitar la sobrecarga de fluidos iatrogénicos.<sup>8-11</sup>

Los métodos tradicionales para evaluar el estado de los fluidos, como los signos vitales y el examen físico, no identifican de forma confiable a los que responden a los líquidos. El uso de un catéter de arteria pulmonar (PAC) es invasivo, expone a los pacientes a posibles daños y tiene una eficacia cuestionable. El dispositivo de medición de salida cardíaca no invasiva (NICOM™) ofrece una alternativa al PAC. NICOM ha sido validado contra el PAC en múltiples estudios y produce datos hemodinámicos comparables con respecto a la variación del volumen sistólico; sin embargo, su uso clínico se limita a entornos de práctica ricos en recursos. En consecuencia, se necesita una alternativa no invasiva precisa y adaptable para ayudar a guiar la reanimación de FIV de pacientes críticamente enfermos.<sup>7</sup>

Los médicos de urgencias y cuidados críticos han adoptado el uso de ultrasonido para un espectro de situaciones diagnósticas y terapéuticas.<sup>7</sup>

Si se demuestra que un método ecográfico para determinar la capacidad de respuesta del fluido es válido, el establecimiento de un protocolo que incluya la evaluación ecográfica podría evitar la necesidad de otros métodos invasivos o no invasivos de eficacia comparable o incluso menor. En años recientes se ha propuesto que la evaluación ecográfica de las variaciones en los diámetros de la vena cava inferior (VCI) es de gran utilidad en la predicción de la respuesta a líquidos en pacientes críticos.

Sin embargo la evaluación imagenológica de la VIC puede ser difícil en ciertos pacientes, como pacientes obesos y en pacientes con distensión abdominal y ascitis y las imágenes de VCS requieren ecocardiografía transesofágica, lo que limita su aplicación.

Debido a que la vena yugular interna no requiere ecocardiografía transesofágica y es técnicamente más simple que visualizar la VCI, esta técnica parece ser un método de cabecera

simple y prometedor para la evaluación de la capacidad de respuesta de los fluidos. Sin embargo hasta la fecha los datos disponibles sobre la correlación entre los hallazgos de la evaluación ecográfica de la vena yugular interna con respecto a la vena cava inferior son escasos, y los principales estudios provienen de países desarrollados y pocos provienen de países en vía de desarrollo como el nuestro.

Por lo tanto, previo a determinar si la la evaluación ecográfica de la vena yugular interna permite discriminar entre pacientes respondedores y no respondedores a líquido, es necesario primero establecer si existe una adecuada correlación entre la evaluación ecográfica de la vena yugular interna con respecto a la vena cava inferior y así valorar si la evaluación de la vena yugular interna puede ser un marcador sustituto de la vena cava inferior.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la correlación y validez de las mediciones ecográficas de la vena yugular interna (VJI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018?

# OBJETIVOS

## Objetivo general

Evaluar correlación del índice de distensibilidad de la vena yugular interna (VJI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018.

## Objetivos específicos

1. Identificar las características generales de los casos en estudio.
2. Describir las patologías de base, condición y parámetros clínica, de los pacientes en estudio.
3. Determinar los diámetros e índices de distensibilidad de la VCI y VVI en los casos en estudio.
4. Establecer si existen diferencias significativas entre las determinaciones de los índices de distensibilidad según dos fórmulas propuesta para su determinación, tanto para la VCI y la VVI-
5. Estimar el grado y tipo de correlación existente entre los índices de distensibilidad de la VCI y de la VVI.

## MARCO TEÓRICO

### **Utilidad de la evaluación ecográfica de la vena yugular interna**

En un individuo que responde al volumen, la presión alrededor de las venas intratorácicas (inspiración mecánica) excede la presión del vaso interno, y la estructura vascular tiende a colapsarse.

Esta constricción generada en la parte intratorácica del lecho venoso durante la inspiración mecánica funciona como una resistencia de flujo, que engorgona y distiende las porciones extratorácicas de los grandes vasos venosos, como la porción intradiafragmática de la vena cava inferior (IVC) y las venas yugulares por lo tanto, los pacientes sensibles tienden a presentar un aumento en el índice de colapso inspiratorio de la vena cava superior (SVC) y en los índices de distensibilidad de la vena cava inferior (IVC) y las venas yugulares internas durante la ventilación mecánica.

Broilo y colaboradores refuerzan la idea de que la variación respiratoria en el diámetro de la vena la yugular interna ( $\Delta D_{RIJ}$ ) se correlaciona con la variación respiratoria en el diámetro de la vena cava inferior ( $\Delta D_{IVC}$ ), lo que sugiere que la distensibilidad yugular interna puede ser una alternativa fácil y no invasiva para evaluar la capacidad de respuesta de los fluidos en pacientes con ventilación mecánica.

### ***Técnica***

Para visualizar el la VYID, se debe colocar un transductor lineal sobre el cuello, utilizando el músculo esternocleidomastoideo como punto de referencia externo.

La VYID se evalúa justo debajo de la bifurcación de las cabezas esternal y clavicular del músculo.

Para medir la VYID, se realiza una compresión suave para diferenciarla de la arteria carótida, posteriormente se debe aliviar (reducir) la presión de la sonda para evitar interferir con los diámetros de la vena yugular interna.

Posteriormente se registró la vena yugular interna en el eje transversal durante un solo ciclo respiratorio.

### ***Medición de los índices de distensibilidad***

Briolo y colaboradores proponen la siguiente metodología para medir los índices de distensibilidad tanto de la vena yugular interna derecha, como de la vena cava inferior:

Los índices de distensibilidad de la vena cava inferior ( $\Delta$ DIVC) y de la vena yugular interna derecha ( $\Delta$ DRIJ), que reflejó el aumento de sus diámetros en la inspiración, se calcularon mediante dos métodos:

- a) Diferencia ( $\Delta$ ) entre el valor máximo y mínimo del diámetro dividido entre diámetro mínimo (al final del ciclo respiratorio).
- b) Diferencia ( $\Delta$ ) entre el valor máximo y mínimo del diámetro dividido entre la media (promedio) de los dos valores.

### **Ecografía de la vena cava inferior**

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

La ecografía, en corte sagital de la vena cava inferior a nivel subxifoideo, se realiza con el cursor en modo M a 3 cm del atrio derecho, registrándose el diámetro de la vena en función del tiempo. El paciente debe estar sedado y ventilado (volumen a 8-10 ml/kg), con una frecuencia respiratoria de 16 ciclos/segundo y a 0° de inclinación. Se toman los diámetros

máximo y mínimo durante el ciclo respiratorio y se calcula el porcentaje de variación, con la fórmula:  $\text{diámetro (D) máximo de VCI} - \text{D mínimo} / \text{D máximo}$ . Se considera significativa una variación  $\geq 12\%$ .

La técnica ecográfica para medir variabilidad de la vena cava permite seleccionar a los pacientes ventilados hemodinámicamente inestables que responderán a la terapia de reposición de fluidos. Estos son los que presentan variación en el calibre de la VCI mayor del 12%.

La utilidad de medir el diámetro de la VCI para monitorizar la volemia en los pacientes que se sometían a hemodiálisis ya fue comprobada en el pasado, pero actualmente también se emplea en pacientes ventilados y hemodinámicamente inestables<sup>1,3,6</sup>.

La vena cava inferior es una vena de gran tamaño fácilmente compresible. Su diámetro tiene una alta correlación con la función de las cavidades cardíacas derechas y su calibre no es afectado por la respuesta compensatoria vasoconstrictora que se genera ante la pérdida de volumen intravascular. Por eso, refleja el estatus de la volemia con mayor precisión que otros parámetros, como los basados en el sistema arterial (presión sanguínea, diámetro de la aorta, etc.)<sup>3</sup>.

En personas sanas con respiración espontánea, las variaciones cíclicas en la presión pleural se transmiten a la aurícula derecha y producen cambios en el retorno venoso. Esta presión es negativa durante la inspiración, lo que provoca la disminución del diámetro de la VCI en aproximadamente un 50%. Se dice que esta variación está abolida cuando, durante la presión negativa inspiratoria, la VCI no muestra cambios significativos de calibre. Esto ocurre durante el taponamiento cardíaco o la insuficiencia cardíaca derecha severa<sup>7</sup>.

En pacientes ventilados mecánicamente, la fase inspiratoria produce un incremento de la presión pleural, que se transmite a la aurícula derecha, reduciendo el retorno venoso. Como resultado, las modificaciones en el diámetro de la VCI son inversas a las de la respiración espontánea, con un aumento inspiratorio y una disminución espiratoria. No obstante, estos cambios son abolidos en la dilatación de la VCI producida por un estado de sobrecarga de volumen. Los cambios respiratorios cíclicos en el calibre del vaso se observan

solo en pacientes ventilados con volemia normal o disminuida, siendo este el concepto fundamental para comprender la importancia y utilidad de esta técnica. La falta de variabilidad en el calibre de la VCI ante pacientes en shock excluye al paciente de la posibilidad de responder a terapia de reposición de fluidos<sup>1</sup>.

La variabilidad respiratoria se expresa como la diferencia porcentual existente entre los diámetros máximo (inspiratorio) y mínimo (expiratorio) de la VCI, dividido por el diámetro máximo inicial inspiratorio, en pacientes ventilados hemodinamicamente inestables. Se considera significativo un cambio del 12%. Los pacientes que presenten este porcentaje o uno mayor en la variabilidad probablemente tendrán mejor respuesta a la instilación de volumen. Con este método se ha descrito una sensibilidad del 90% y una especificidad del 100%<sup>2,7</sup>.

Todavía se desconocen resultados en pacientes con aumento de la presión intraabdominal, lo cual puede ser una limitante<sup>7,8</sup>.

La variabilidad del diámetro de la vena cava se estima mediante ecografía en modo M, siendo una técnica con aceptable reproducibilidad intra e interobservador<sup>4</sup>.

### ***Técnica***

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

Los pacientes deben estar sedados y ventilados mecánicamente a un volumen controlado de 8-10 ml/kg, con una frecuencia de 16 ciclos/segundos y a 0° de inclinación.

Se lleva a cabo una primera evaluación y en caso de observarse variabilidad significativa puede reevaluarse después de la reposición de fluidos, y así hasta alcanzar el valor deseado<sup>1,2,9,10</sup> (figs. 1–3). En caso de no observar variabilidad significativa en el calibre

de la VCI, se interpreta que el paciente no se beneficiará con la reposición de líquidos (fig. 4).

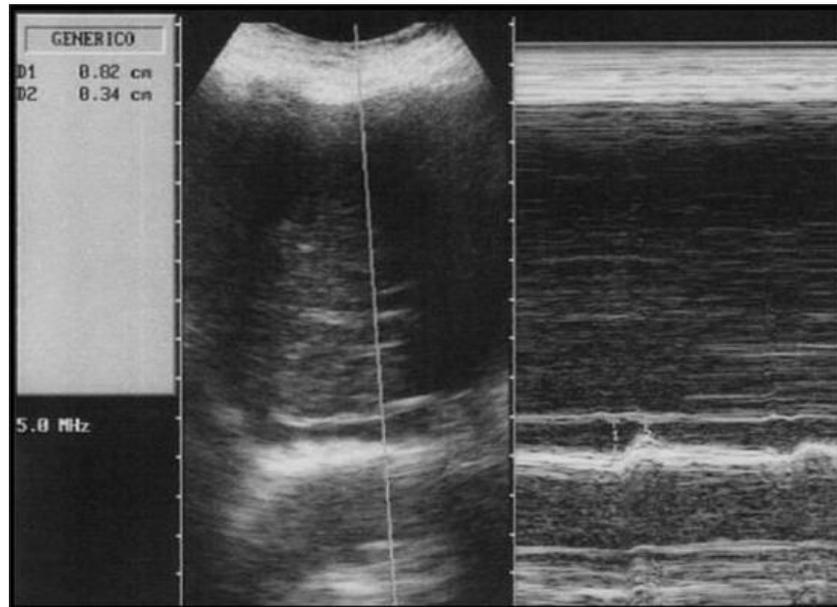


Figura 1. Corte longitudinal de la vena cava inferior con aplicación de modo M visualiza una variabilidad de calibre de aproximadamente el 50% con el ciclo respiratorio. El paciente recibió reposición de volumen.

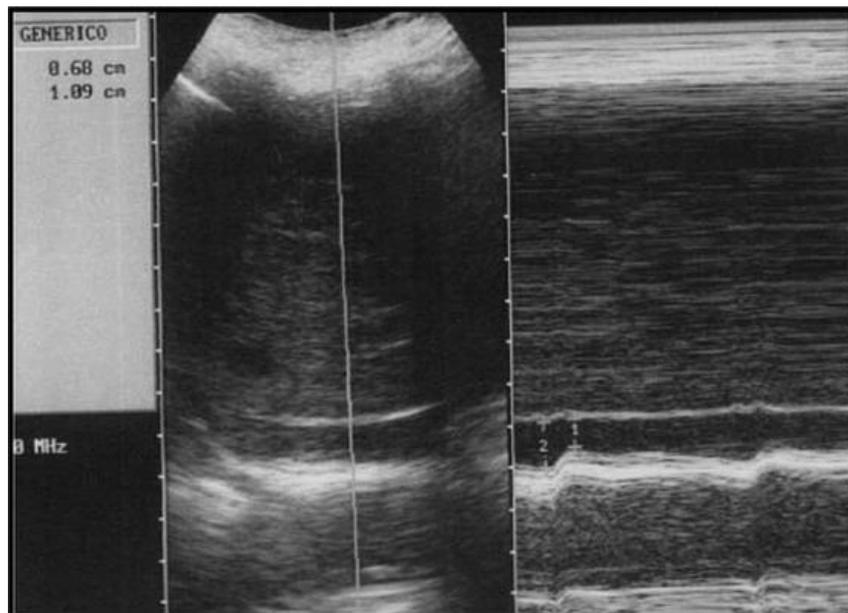


Figura 2. Corte longitudinal de la vena cava inferior en modo M del mismo paciente, 15 minutos después de la reposición, muestra disminución de la variabilidad

(aproximadamente 37% de cambio de calibre).

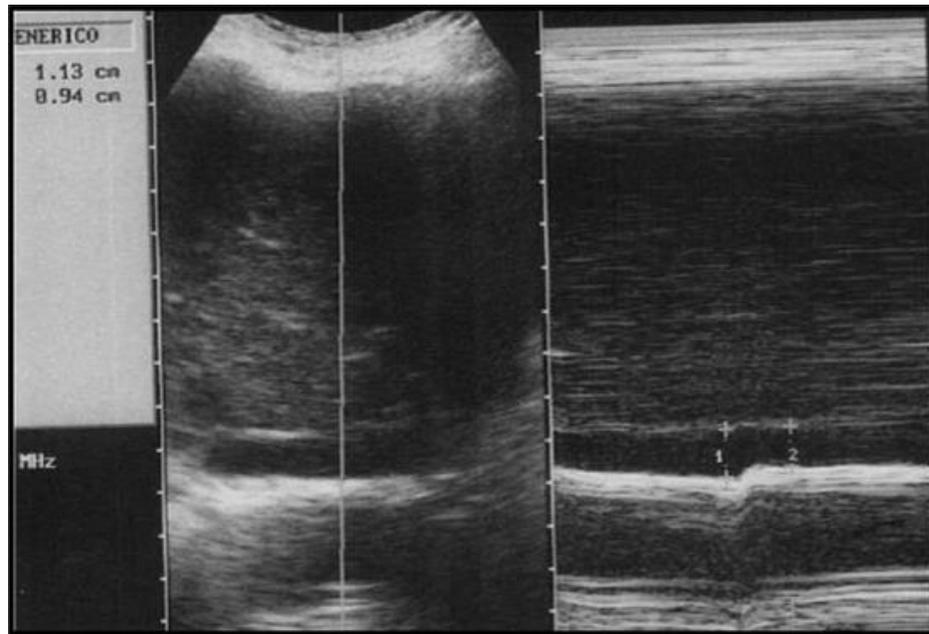


Figura 3. Corte longitudinal de la vena cava inferior en modo M del mismo paciente, 25 minutos después de la reposición, identifica una mayor disminución de la variabilidad (aproximadamente 22%), correlacionable con la respuesta al tratamiento.

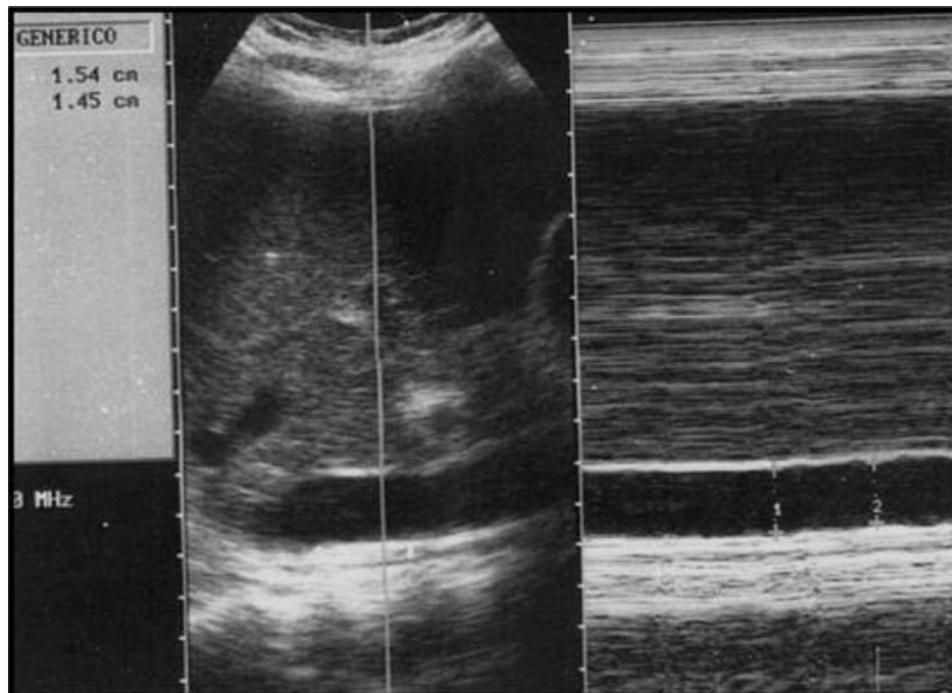


Figura 4. Corte longitudinal de la vena cava inferior con aplicación de modo M de un paciente diferente no muestra cambios significativos en el calibre del vaso.

# DISEÑO METODOLÓGICO

## Tipo de estudio

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

## Área y período de estudio

El área de estudio corresponde al área de cuidados intensivos de los siguientes tres hospitales generales públicos de la ciudad de Managua:

- Hospital Escuela Antonio Lenín Fonseca
- Hospital Escuela Dr. Roberto Calderón Gutiérrez
- Hospital Alemán Nicaragüense

Los casos fueron reclutados y evaluados del 1 de octubre al 30 de noviembre del 2018.

## Universo

El universo estuvo constituido por el total de casos de pacientes en ventilación mecánica ingresados a las unidades de cuidados intensivos durante el periodo de estudio. Debido a la naturaleza prospectiva del estudio, el tamaño del universo al inicio del estudio fue desconocido.

## Muestra

Para la determinación del tamaño de muestra mínima necesario se utilizó la fórmula muestral para universo no conocido y para estimar una correlación en un solo grupo (debido a que las variables claves es de tipo cuantitativa) con el programa *Sample Size Calculator for*

*clinical Research* del *Clinical & Translational Scienc Insitute*<sup>1</sup> aplicando los siguientes criterios:

Tamaño de muestra total requerido para determinar si un coeficiente de correlación difiere de cero<sup>2</sup>

- Confianza del 95% (error alfa – a dos colas: 0.05)
- Poder del 80% (error beta de 0.2)
- Coeficiente de correlación esperado  $r=0.04$
- La desviación normal estándar para  $\alpha = Z\alpha = 1.960$
- La desviación normal estándar para  $\beta = Z\beta = 0.842$
- $C = 0.5 * \ln [(1 + r) / (1-r)] = 0.424$

$$\text{Tamaño de muestra estimado} = n = [(Z\alpha+Z\beta)/C]^2 + 3 = 20$$

El resultado de la muestra mínima aceptable, fue de 20 casos.

Tomando en cuenta la muestra necesaria y según los datos hospitalarios, Los pacientes serán reclutados de la siguiente manera:

- Un caso por día cada 4 días hasta completar la muestra por hospital.
- En este estudio los análisis se realizaron de forma global y no por hospital.

---

<sup>1</sup> Sample Size Calculations <http://www.sample-size.net/correlation-sample-size/>

<sup>2</sup> Hulley SB, Cummings SR, Browner WS, Grady D, Newman TB. Designing clinical research : an epidemiologic approach. 4th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2013. Appendix 6C, page 79.

## **Criterios selección de muestra**

### ***Criterios de inclusión.***

- Ingresado a unidad de cuidados intensivos
- En ventilación mecánica
- Atendido durante el periodo de estudio

### ***Criterios de exclusión.***

- Condición fisiopatológica que limite la evaluación ecográfica y su interpretación
- Pacientes con evidencia de trombosis de la vena yugular
- Pacientes con evidencia de trombosis de la vena cava inferior
- Abdomen abierto
- Lesiones que produzcan compresión sobre vena yugular o vena cava

## **Unidad de análisis.**

La unidad de análisis corresponde al paciente crítico en ventilación mecánica

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

### ***Fuente de información.***

La fuente de información es de dos tipos: Secundaria, correspondiente al expediente clínico; y b) Primaria, correspondiente al paciente (medición directa del paciente –ecografía)

### ***Instrumento (ficha de recolección) y recolección de la información***

Para la elaboración de la ficha se hizo una revisión de la literatura y se consultaron médicos con experiencia en el tema.

El instrumento estructurado incluye las siguientes secciones

- I. Datos de identificación
- II. Características del paciente
- III. Patología de base
- IV. Condición del paciente
- V. Parámetros clínicos
  - a. Ecografía de la vena cava inferior
  - b. Ecografía de la vena yugular interna

### ***Evaluación ecográfica***

Un único médico residente de radiología entrenado y supervisado por un médico intensivistas realizó todos los exámenes de ultrasonido.

Se utilizó un sector ecográfico bidimensional para visualizar la vena cava inferior (vista del eje largo subxifoideo), y su cursor en modo M se utilizó para generar un registro de tiempo-movimiento de los diámetro de la vena cava inferior (VCI) y vena yugular interna derecha (VYID).

Se registraron los valores máximos y mínimos del diámetro de la vena cava inferior en un solo ciclo respiratorio, aproximadamente a 3 cm de la aurícula derecha.

Para visualizar el la VYID, se colocó un transductor lineal sobre el cuello, utilizando el músculo esternocleidomastoideo como punto de referencia externo; La VYID se evaluó justo debajo de la bifurcación de las cabezas esternal y clavicular del músculo. Para medir la VYID, se realizó una compresión suave para diferenciarla de la arteria carótida, posteriormente se liberó (redujo) la presión de la sonda para evitar interferir con los diámetros

de la vena yugular interna. Se registró la vena yugular interna en el eje transversal durante un solo ciclo respiratorio.

Los índices de distensibilidad de la vena cava inferior ( $\Delta$ DIVC) y de la vena yugular interna derecha ( $\Delta$ DRIJ), que reflejó el aumento de sus diámetros en la inspiración, se calcularon mediante dos métodos:

- b) Diferencia ( $\Delta$ ) entre el valor máximo y mínimo del diámetro dividido entre diámetro mínimo (al final del ciclo respiratorio).
- b) Diferencia ( $\Delta$ ) entre el valor máximo y mínimo del diámetro dividido entre la media (promedio) de los dos valores.

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

### ***Creación de la base de datos***

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

### ***Plan de tabulación y análisis***

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

#### **Estadística descriptiva**

Las variables se describieron dependiendo de su naturaleza. Las variables cualitativas o categóricas serán descritas en términos de frecuencias absolutas (número de casos) y frecuencias relativas (porcentajes). Los datos serán ilustrados en forma de barras y pasteles.

Las variables cuantitativas serán descritas en términos de media, desviación estándar, mediana, y rango. Los datos serán ilustrados en forma de histogramas, diagramas de dispersión y diagramas de cajas.

#### Estadística analítica (inferencial)

Para evaluar la asociación entre dos variables cualitativas se aplicó la prueba de Chi Cuadrado o la prueba exacta de Fisher (según corresponda).

Para evaluar la asociación entre dos variables cuantitativas se usó la correlación de Pearson o de Spearman (según corresponda) y regresión lineal multivariada.

Para determinar diferencias entre los grupos con respecto a una variable cuantitativa se utilizó la prueba de T de Student o la prueba de Mann Whitney (según corresponda).

Se consideró que hubo un resultado significativo cuando el valor de p de cada prueba fue  $<0.05$ .

#### **Consideraciones éticas**

En cuanto a los aspectos éticos se siguieron los principios de la declaración de Helsinki y las Guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para la realización de estudios biomédicos. El estudio se realizó con previa autorización de las autoridades hospitalarias correspondientes



<b>Objetivo específico 1</b> Identificar las características generales de los casos en estudio del 2018.	<b>Características generales del paciente</b>	Edad	Edad en años registrado en el expediente	XXX		Cuantitativa	Media Mediana Desviación estándar Rango
		Sexo	Sexo registrado en el expediente	XXX		Dicotómica	Femenino Masculino
		Peso	Peso en Kg registrado en el expediente	XXX		Cuantitativa	Media Mediana Desviación estándar Rango
		Talla	Talla en cm registrado en el expediente	XXX		Cuantitativa	Media Mediana Desviación estándar Rango
		Índice de Masa Corporal	IMC registrado en el expediente	XXX		Cuantitativa	Media Mediana Desviación estándar Rango

<p><b>Objetivo 2:</b>  describir las patologías de base, condición y parámetros clínicos, de los pacientes en estudio.</p>	Patología de base	Cirrosis Hepática Ascitis Sangrado de Tubo Digestivo Encefalopatía hepática Sepsis urinaria Neumonía multilobar SDMO Masa pulmonar Cetoacidosis diabética Sepsis Shock séptico Shock cardiogénico Dengue hemorrágica Síndrome de Guillan Barré Neumonía asociada a ventilador Neumonía aspirativa IRC Tertrahemoventrículo Herida por arma blanca en cráneo Trauma cráneo encefálico severo Luxación C5-C6 Meningioma	Antecedente registrado en el expediente clínico de enfermedades crónicas degenerativas	XXX		Cualitativa dicotómica nominal	Si No
--	-------------------	--	--	-----	--	--------------------------------	----------

	<p>Condición clínica</p>	<p>Tipo de shock</p>	<p>Clasificación registrada en el expediente</p>	<p>XXXX</p>	<p>Cualitativa nominal</p>	<p>Séptico Hemorrágico Hipovolémico Mixto Sin shock</p> <p>No Si</p> <p>Hipovolémico Normovolémico Hipervolémico</p>
	<p>Medicamentos para el Shock (Vasopresores - Inotrópicos)</p>	<p>Prescripción de vasopresores registrado en el expediente</p>	<p>XXXX</p>		<p>Cualitativa nominal dicotómica</p>	<p>Yugular interna derecha Subclavia derecha Yugular externa derecha Sin catéter</p>
	<p>Volemia</p>	<p>Valoración clínica del nivel de volemia intravascular</p>	<p>XXXX</p>		<p>Cualitativa nominal</p>	
	<p>Posición catéter venoso central</p>	<p>Vena donde esta insertado el catéter venoso</p>	<p>XXXX</p>		<p>Cualitativa nominal</p>	

<p>Parámetros clínicos</p>	<p>APACHE SOFA Frecuencia respiratoria Frecuencia cardiaca Temperatura Presión arterial sistólica</p>	<p>Parámetros clínicos de monitoreo que reflejan la condición metabólica y hemodinámica del paciente</p>	<p>XXX</p>	<p>Cuantitativa</p>		<p>Media Mediana Desviación estándar Rango</p>
----------------------------	---	--	------------	---------------------	--	--

<p><b>Objetivo 3:</b> 3. Determinar los diámetros e índices de distensibilidad de la VCI y VVI en los estudios en audio</p>	<p>Evaluación ecografica</p>	<p>Diámetro – Vena Cava Inferior - Modo B</p> <p>Diámetro máximo - Modo M – Vena Cava Inferior</p> <p>Diámetro mínimo - Modo M – Vena Cava Inferior</p> <p>Diámetro Vena Yugular Interna Derecha - Modo B</p> <p>Diámetro yugular máximo modo m</p> <p>Diámetro yugular mínimo modo m</p> <p>Índice distensibilidad vena cava inferior formula 1</p> <p>Índice distensibilidad vena cava inferior formula 2</p> <p>Índice distensibilidad vena yugular interna formula 1</p> <p>Índice distensibilidad vena yugular interna formula 2</p>	<p>Evaluación ecográfica de los diámetros e índice de distensibilidad de la vena cava inferior y yugular interna durante el ciclo respiratorio</p>		<p>XXXX</p>	<p>Cuantitativas</p>	<p>Media Mediana Desviación estándar Rango</p>
---	------------------------------	---	--	--	-------------	----------------------	--

## ANÁLISIS DE RESULTADO (DISCUSIÓN)

Nuestros hallazgos demuestran que la evaluación ecográfica de los cambios en el diámetro respiratorio de la vena yugular interna derecha puede servir como una alternativa simple o un marcador sustituto para los índices de distensibilidad de la vena cava inferior en la evaluación de la respuesta a la expansión de volumen en pacientes críticamente enfermos con ventilación mecánica.

La corrección de la hipovolemia es de suma importancia,<sup>1,2</sup> pero en los pacientes con ventilación mecánica, su corrección debe guiarse para evitar la expansión ineficaz o incluso perjudicial del volumen y el empeoramiento de la función respiratoria.<sup>5</sup>

La ventilación mecánica induce variaciones cíclicas en el diámetro de la vena cava. que se ha demostrado que son predictores precisos de la capacidad de respuesta del fluido.<sup>9</sup> Sin embargo, las mediciones de IVC a menudo no son posibles.<sup>13</sup>

Hasta la fecha a nivel internacional existen pocos estudios que investiguen las variaciones respiratorias en el diámetro de la vena yugular interna derecha en la evaluación de la hipovolemia o incluso en la respuesta hemodinámica a un desafío con líquidos. Los estudios disponibles se han realizados principalmente en pacientes que respiran espontáneamente.<sup>14,15,17.</sup>

Durante la inspiración, la presión dentro del tórax aumenta más que la presión fuera del tórax. Por lo tanto, el gradiente de presión para el retorno venoso se reduce, el retorno venoso sistémico disminuye, el volumen de sangre venosa extratorácica disminuye y, por lo tanto, el diámetro endoluminal de las venas distensibles, como la vena yugular aumenta.<sup>8,10,11</sup> Una disminución mayor en el retorno venoso durante la insuflación puede ocurrir en un

paciente hipovolémico.

Nuestro estudio demostró que los cambios en el diámetro de la vena yugular interna durante la inspiración y la espiración fueron significativos. A pesar de que no se encontraron estudios que se correspondiesen en el diseño, si se observaron hallazgos con tendencia similares a la observada en nuestra investigación, en varios estudios diseñados para evaluar los cambios en de la vena yugular interna antes y después de la donación de sangre<sup>14,15</sup> o la prueba de líquidos.<sup>17</sup> Sin embargo, alguno autores refieren que en pacientes que respiran espontáneamente, el colapso de la vena yugular interna derecha puede ser inexacto.

Después de realizar una revisión de la literatura, se encontró que en existen mucho menos estudios en pacientes críticamente enfermos y ventilados mecánicamente. Un estudio publicado por Guarracino y colaboradores mostró que la distensibilidad de la vena yugular interna derecha predice con precisión la capacidad de respuesta del volumen.<sup>17</sup> Los autores midieron el gasto cardíaco para calcular un corte del 18% con una sensibilidad del 80% y una especificidad del 85% para predecir la respuesta.

Tomando en cuenta nuestros resultados y si comparáramos el índice de distensibilidad de la vena yugular interna derecha con el índice de distensibilidad de la vena cava inferior para predecir la capacidad de respuesta del fluido, y por ende para explorar la hipótesis de que los cambios respiratorios cíclicos en ambas venas podrían ser similares, observamos una gran correlación.

En nuestra investigación se observó una correlación positiva fuerte ( $>90\%$ ;  $p<0.05$ ) ( $r^2 > 0.7$  entre los índices de distensibilidad de la VCI y de la VYI. El cambio de unidad del índice de distensibilidad de la VYI es cercano a 1 por cada unidad de cambio de la VCI. Por lo tanto la determinación de la distensibilidad de la VYI es un marcador fiable de la distensibilidad de la VCI.

En nuestra población de pacientes ventilados mecánicamente con inestabilidad hemodinámica, o con comorbilidad o bien con otras características relevantes, hemos

demostrado que los índices de distensibilidad de la vena cava inferior y los índices de distensibilidad de la yugular interna derecha concuerdan y están bien correlacionados. En este estudio la condición clínica, tipo de shock y estado de volemia no influyeron en la correlación observada.

En conjunto, a pesar de las diferencias en el diseño del estudio con respecto a los pocos estudios disponibles, podemos decir que nuestros hallazgos coinciden con los de Guarracino y colaboradores<sup>17</sup>

Otro estudio que es relevante a nuestra investigación es el publicado por Briolo y colaboradores en el 2015, realizado en una unidad hospitalaria en Brasil. Los autores pretendían investigar si la variación respiratoria del diámetro de la vena cava inferior ( $\Delta$ DIVC) y el diámetro de la vena yugular interna derecha ( $\Delta$ DRIJ) evaluados por ecografía están correlacionadas en pacientes con ventilación mecánica. Los autores al igual que en nuestro estudio estimaron la distensibilidad de la vena y de la yugular a través de dos fórmulas: (A) Como la relación de  $D_{max} - D_{min} / D_{min}$  y (B) como la relación  $D_{max} - D_{min} / \text{media de } D_{max} - D_{min}$ , el resultado fue expresado en porcentaje. Como resultado se observó lo siguiente que los  $\Delta$ DIVC y  $\Delta$ DRIJ se correlacionaron con ambos métodos y los autores concluyeron que la variación respiratoria de la vena cava inferior y la vena yugular interna derecha están correlacionadas y mostraron una concordancia significativa.

En base a los hallazgos de Briolos y colaboradores y a nuestros hallazgos podemos afirmar que a evaluación de la distensibilidad de la vena yugular interna derecha parece ser un marcador sustituto de la distensibilidad de la vena cava inferior para evaluar la capacidad de respuesta del fluido.

Aunque no hemos evaluado la expansión de volumen, el  $\Delta$ IVC ha demostrado ser un buen método para evaluar la capacidad de respuesta de los fluidos en pacientes con ventilación mecánica y nuestros resultados muestran que  $\Delta$ IVC y  $\Delta$ RIJV se correlacionan bien.

## CONCLUSIONES

No se observaron diferencias significativas entre las determinaciones de los índices de distensibilidad para la VCI y VYI, independientemente de tipo de fórmula empleada.

Se observó una correlación positiva fuerte ( $>90\%$ ;  $p<0.05$ ) ( $r^2 > 0.7$  entre los índices de distensibilidad de la VCI y de la VYI. El cambio de unidad del índice de distensibilidad de la VYI es cercano a 1 por cada unidad de cambio de la VCI. Por lo tanto la determinación de la distensibilidad de la VYI es un marcador fiable de la distensibilidad de la VCI.

En este estudio la condición clínica, tipo de shock y estado de volemia no influyeron en la correlación observada.

## **RECOMENDACIONES**

Este estudio refuerza la idea de que la variación respiratoria en el diámetro de la vena yugular interna ( $\Delta\text{DRIJ}$ ) se correlaciona con la variación respiratoria en el diámetro de la vena cava inferior ( $\Delta\text{DIVC}$ ), lo que sugiere que la medición de la distensibilidad de la yugular interna puede ser una alternativa fácil, no invasiva y válida para evaluar la capacidad de respuesta de los líquidos en pacientes ventilados mecánicamente.

Debido a que la vena yugular interna no requiere ecocardiografía transesofágica y es técnicamente más simple que visualizar la VCI, esta técnica parece ser un método de cabecera simple y prometedor para la evaluación de la capacidad de respuesta de los fluidos.

## **Bibliografía**

1. Weil MH, Nishijima H. Cardiac output in bacterial shock. *Am J Med.* 1978;64(6):920–922.
2. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, Ressler J, Muzzin A, Knoblich B, Peterson E, Tomlanovich M, Early Goal-Directed Therapy Collaborative Group Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med.* 2001;345(19):1368–1377.
3. De Backer D, Biston P, Devriendt J, Madl C, Chochrad D, Aldecoa C, Brasseur A, Defrance P, Gottignies P, Vincent JL, SOAP II Investigators Comparison of dopamine and norepinephrine in the treatment of shock. *N Engl J Med.* 2010;362(9):779–789
4. Murakawa K, Kobayashi A. Effects of vasopressors on renal tissue gas tensions during hemorrhagic shock in dogs. *Crit Care Med.* 1988;16(8):789–792.
5. Broilo, F., Meregalli, A., & Friedman, G. (2015). Right internal jugular vein distensibility appears to be a surrogate marker for inferior vena cava vein distensibility for evaluating fluid responsiveness. *Revista Brasileira de terapia intensiva*, 27(3), 205-211.
6. Ñamendys-Silva, S. A., Arredondo-Armenta, J. M., Guevara-García, H., Barragán-Dessavre, M., García-Guillén, F. J., Sánchez-Hurtado, L. A., ... & Meneses-García, A. (2016, October). Usefulness of ultrasonographic measurement of the diameter of the inferior vena cava to predict responsiveness to intravascular fluid administration in patients with cancer. In *Baylor University Medical Center Proceedings* (Vol. 29, No. 4, pp. 374-377). Taylor & Francis.
7. Martínez Flores, R. C. (2018). Ecografía de la Vena Cava Inferior como predictor de la respuesta a líquidos en pacientes con Shock en Unidad de Cuidados Intensivos del

Hospital Dr. Roberto Calderón Gutiérrez, de Julio a Noviembre del 2017(Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua).

8. Pinsky MR, Teboul JL. Assessment of indices of preload and volume responsiveness. *Curr Opin Crit Care*. 2005;11(3):235–239.
9. Michard F, Boussat S, Chemla D, Anguel N, Mercat A, Lecarpentier Y, et al. Relation between respiratory changes in arterial pulse pressure and fluid responsiveness in septic patients with acute circulatory failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;162(1):134–138.
10. Oliveira-Costa CD, Friedman G, Vieira SR, Fialkow L. Pulse pressure variation and prediction of fluid responsiveness in patients ventilated with low tidal volumes. *Clinics (Sao Paulo)* 2012;67(7):773–778.
11. 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):1834–1837.
12. Barbier C, Loubières Y, Schmit C, Hayon J, Ricôme JL, Jardin F, et al. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. *Intensive Care Med*. 2004;30(9):1740–1746.
13. Morgan BC, Martin WE, Hornbein TF, Crawford EW, Guntheroth WG. Hemodynamic effects of intermittent positive pressure respiration. *Anesthesiology*. 1966;27(5):584–590.
14. Natori H, Tamaki S, Kira S. Ultrasonographic evaluation of ventilatory effect on inferior vena caval configuration. *Am Rev Respir Dis*. 1979;120(2):421–427.
15. Michard F, Teboul JL. Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence. *Chest*. 2002;121(6):2000–2008.

16. Nagdev AD, Merchant RC, Tirado-Gonzalez A, Sisson CA, Murphy MC. Emergency department bedside ultrasonographic measurement of the caval index for noninvasive determination of low central venous pressure. *Ann Emerg Med.* 2010;55(3):290–295.
17. 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.e13–530.e18.
18. Unluer EE, Kara PH. Ultrasonography of jugular vein as a marker of hypovolemia in healthy volunteers. *Am J Emerg Med.* 2013;31(1):173–177.
19. Sankoff J, Zidulka A. Non-invasive method for the rapid assessment of central venous pressure: description and validation by a single examiner. *West J Emerg Med.* 2008;9(4):201–205.
20. 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):647–647.
21. Mayo PH, Beaulieu Y, Doelken P, Feller-Kopman D, Harrod C, Kaplan A, et al. American College of Chest Physicians/La Société de Réanimation de Langue Française statement on competence in critical care ultrasonography. *Chest.* 2009;135(4):1050–1060.
22. Moretti R, Pizzi B. Inferior vena cava distensibility as a predictor of fluid responsiveness in patients with subarachnoid hemorrhage. *Neurocrit Care.* 2010;13(1):3–9.
23. Huang CC, Fu JY, Hu HC, Kao KC, Chen NH, Hsieh MJ, et al. Prediction of fluid responsiveness in acute respiratory distress syndrome patients ventilated with low tidal volume and high positive end-expiratory pressure. *Crit Care Med.* 2008;36(10):2810–2816

24. Muller L, Bobbia X, Toumi M, Louart G, Molinari N, Ragonnet B, Quintard H, Leone M, Zoric L, Lefrant JY, AzuRea group Respiratory variations of inferior vena cava diameter to predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients with acute circulatory failure: need for a cautious use. *Crit Care*. 2012;16(5):188–188.
25. Auler JO Jr, Galas FR, Sundin MR, Hajjar LA. Arterial pulse pressure variation predicting fluid responsiveness in critically ill patients. *Shock*. 2008;30(Suppl 1):18–22. *Shock*. 2009;31(5):542. Retraction of: Arterial pulse pressure variation predicting fluid responsiveness in critically ill patients.

## ANEXOS

Cuadro 1: Distribución de la edad de los casos analizados en el estudio “Evaluación ecográfica de la distensibilidad de vena yugular y su utilidad en la predicción de la respuesta a líquidos en pacientes críticos atendidos en Hospital Dr. Roberto Calderón Gutiérrez, de Septiembre a Noviembre del 2017”

N		22
Media		51.5000
Mediana		49.5000
Desviación estándar		13.83147
Mínimo		33.00
Máximo		80.00
Percentiles	25	39.5000
	50	49.5000
	75	62.0000

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 2: Distribución por sexo de los casos analizados en el estudio “Correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018”

		Frecuencia	Porcentaje
Sexo	Femenino	11	50.0
	Masculino	11	50.0

Total	22	100.0
-------	----	-------

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 3: Distribución por sexo de los casos analizados en el estudio “Correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018”

N	Valor registrado	6
	Valor no registrado	16
Media		24.3500
Mediana		23.8000
Desviación estándar		4.43069
Mínimo		20.00
Máximo		32.80
Percentiles	25	21.2750
	50	23.8000
	75	26.2000

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 4: Distribución por patología de base de los casos analizados en el estudio “Correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018”

		n	%
Patología de base	Cirrosis Hepática	2	9.09
	Ascitis	2	9.09
	Sangrado de Tubo Digestivo	1	4.55
	Encefalopatía hepática	1	4.55
	Sepsis urinaria	1	4.55
	Neumonía multilobar	1	4.55
	SDMO	3	13.64
	Masa pulmonar	1	4.55
	Cetoacidosis diabética	1	4.55
	Sepsis	1	4.55
	Shock séptico	1	4.55
	Shock cardiogénico	1	4.55
	Dengue hemorrágica	1	4.55
	Síndrome de Guillan Barré	1	4.55
	Neumonía asociada a ventilador	1	4.55
	Neumonía aspirativa	2	9.09
	IRC	2	9.09
	Tertrahemoventrículo	2	9.09
	Herida por arma blanca en cráneo	2	9.09
	Trauma cráneo encefálico severo	2	9.09
Luxación C5-C6	1	4.55	
Meningioma	2	9.09	
Total		22	100.00

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 5: Características relacionadas con la condición el paciente de los casos analizados en el estudio “Correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018”

		Frecuencia	Porcentaje
Tipo de shock	Séptico	7	31.8
	Hemorrágico	1	4.5
	Hipovolémico	1	4.5
	Mixto	1	4.5
	Sin shock	12	54.5
	Total	22	100.0
Medicamentos para el Shock (Vasopresores - Inotrópicos)	No	14	63.6
	Si	8	36.4
	Total	22	100.0
Volemia	Hipovolémico	5	22.7
	Normovolémico	14	63.6
	Hipervolémico	3	13.6
	Total	22	100.0
Posición catéter venoso central	Yugular interna derecha	5	22.7
	Subclavia derecha	6	27.3
	Sin catéter	11	50.0
	Total	22	100.0

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 6: Parámetros clínicos del paciente de los casos analizados en el estudio  
 “Correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena  
 cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales  
 generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018”

		APACHE	SOFA	Frecuencia respiratoria	Frecuencia cardiaca	Temperatura
N	Reportado	4	9	22	22	
	No reportado	18	13	0	0	
Media		25.8	9.6	20.1	84.4	36.5
Mediana		26.5	8.0	17.0	83.5	36.5
Desviación estándar		6.2	2.2	6.4	8.6	
Mínimo		19.0	8.0	14.0	68.0	35.5
Máximo		31.0	14.0	38.0	100.0	38.5
Percentiles	25	19.8	8.0	16.0	78.0	36.0
	50	26.5	8.0	17.0	83.5	36.5
	75	31.0	11.5	22.0	90.0	37.0

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 7: Evaluación ecográfica de la vena cava inferior y la vena yugular interna, en los casos analizados en el estudio “Correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018”

	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Diámetro – Vena Cava Inferior - Modo B	9.3	6.6	7.9	1.0	
Diámetro máximo - Modo M – Vena Cava Inferior	9.8	6.8	8.4	1.2	
Diámetro mínimo - Modo M – Vena Cava Inferior	8.0	4.4	7.3	0.9	
Diámetro Vena Yugular Interna Derecha - Modo B	5.7	6.7	4.1	0.4	
Diámetro yugular máximo modo m	6.0	6.6	4.6	0.3	
Diámetro yugular mínimo modo m	4.8	4.3	3.8	0.2	
Índice distensibilidad vena cava inferior formula 1	28.0	19.9	24.1	3.4	
Índice distensibilidad vena cava inferior formula 2	22.9	18.1	16.2	3.4	
Índice distensibilidad vena yugular interna formula 1	28.3	22.0	21.0	5.5	
Índice distensibilidad vena yugular interna formula 2	23.6	19.8	14.1	5.3	

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 8: Correlación entre el índice de distensibilidad de la vena cava inferior y la vena yugular interna, en los casos analizados en el estudio “Correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018”

Estadísticas de muestras emparejadas				
		Media	N	Desviación estándar
Par 1	ID VCI Fórmula 1	25.65	16	21.8
	ID VYI Fórmula 1	26.81	16	19.0
Par 2	ID VCI Fórmula 2	21.39	16	15.0
	ID VYI Fórmula 2	22.62	16	13.1
Correlaciones de muestras emparejadas				
		N	Correlación	Sig.
Par 1	ID VCI Fórmula 1 & ID VYI Fórmula 1	22	0.923	0.000
Par 2	ID VCI Fórmula 2 & ID VYI Fórmula 2	22	0.901	0.000

Fuente: Expediente clínico

Cuadro 9: Evaluación de la diferencia observada entre el índice de distensibilidad de la vena cava inferior y la vena yugular interna, en los casos analizados en el estudio “Correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018”

Prueba de T para muestras emparejadas (T de Student para mediciones repetidas)									
		Diferencias emparejadas					t	gl	p
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	ID VCI Fórmula 1 & ID VYI Fórmula 1	-1.163	8.452	2.113	-5.667	3.340	-0.551	15	0.590
Par 2	ID VCI Fórmula 2 & ID VYI Fórmula 2	-1.231	6.515	1.629	-4.703	2.240	-0.756	15	0.461

Fuente: Expediente clínico

Gráfico 1: Correlación entre el índice de distensibilidad (estimado por la fórmula 1) de la vena cava inferior y la vena yugular interna, en los casos analizados en el estudio “Correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018”

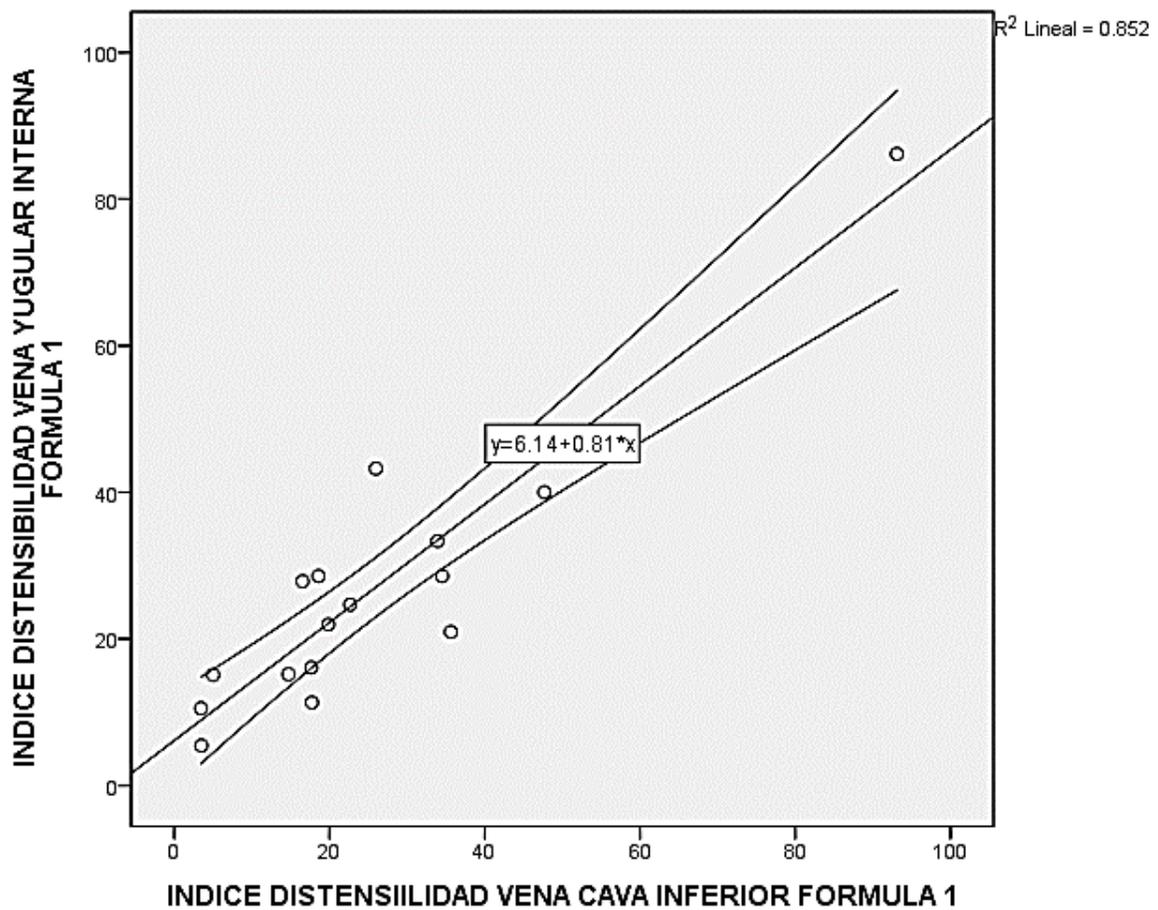


Gráfico 2: Correlación entre el índice de distensibilidad (estimado por la fórmula 2) de la vena cava inferior y la vena yugular interna, en los casos analizados en el estudio “Correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018”

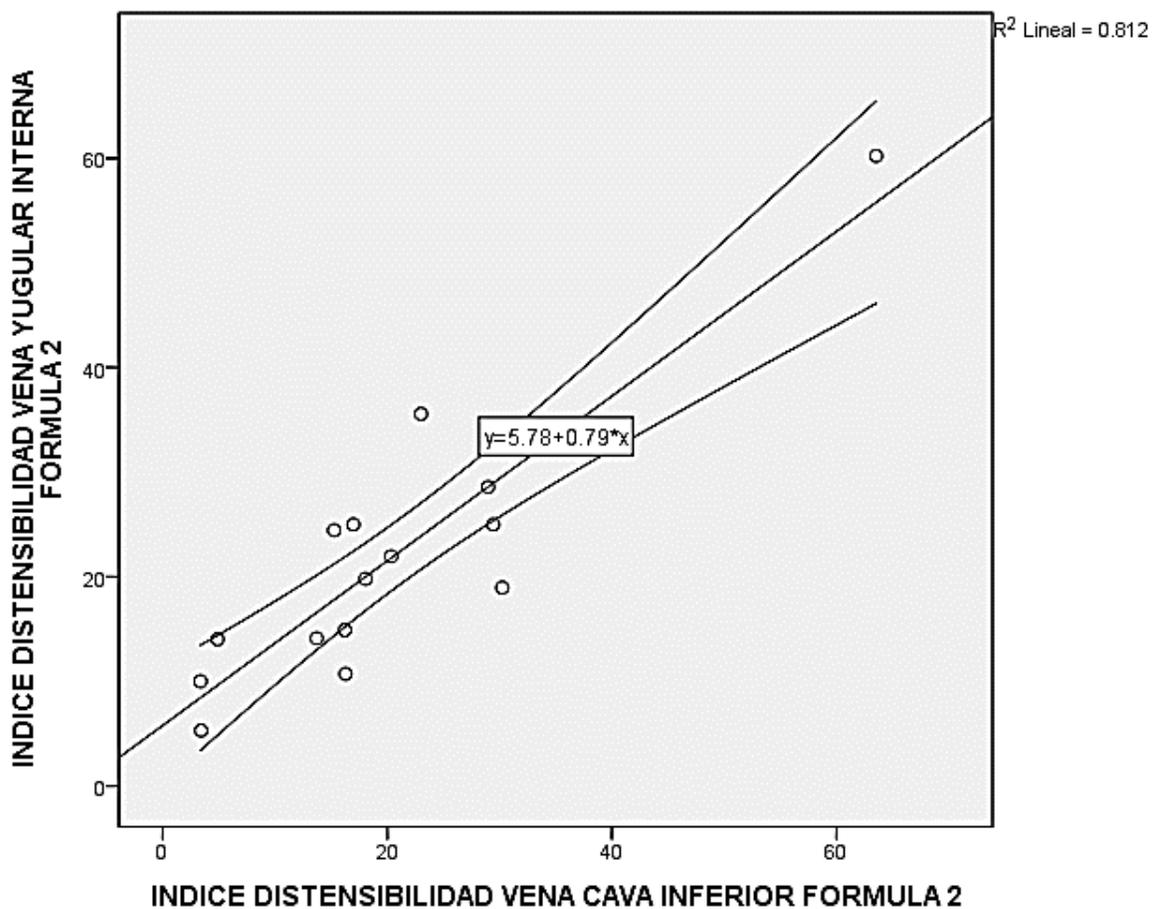
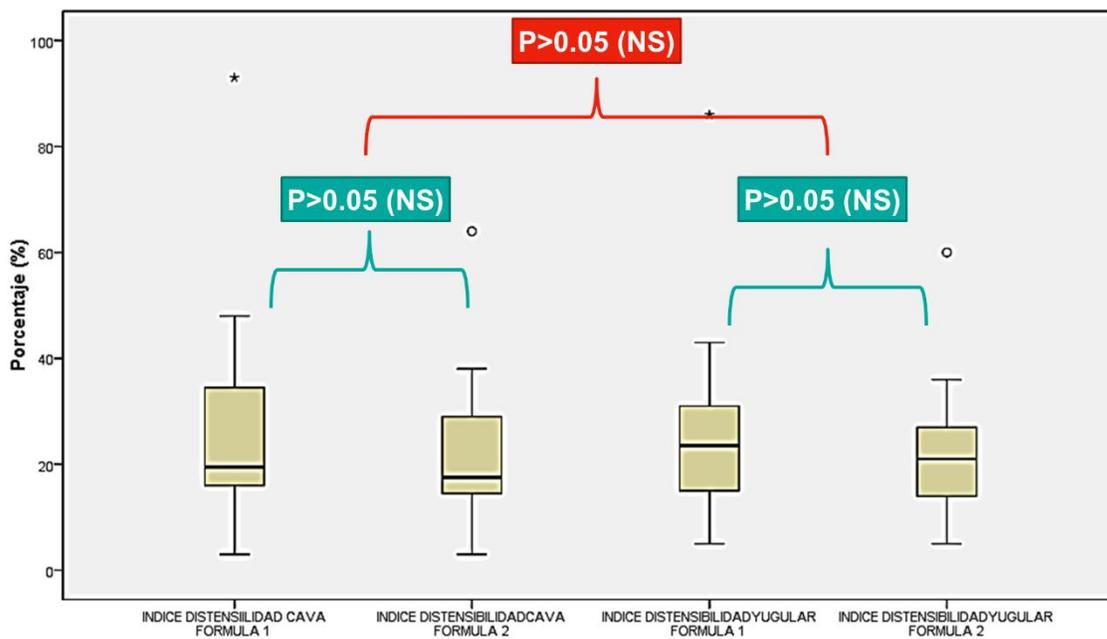


Gráfico 3: Evaluación de la diferencia observada entre el índice de distensibilidad de la vena cava inferior y la vena yugular interna, en los casos analizados en el estudio “Correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, del 1 de Octubre al 30 de noviembre del 2018”



## Ficha de recolección

### DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Numero de ficha: \_\_\_\_\_

Número de expediente: \_\_\_\_\_

Hospital: \_\_\_\_\_

### CARACTERÍSTICAS DEL PACIENTE

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: Femenino \_\_\_ Masculino\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_

Talla: \_\_\_\_\_

IMC

### PATOLOGÍA DE BASE

		SI	NO
Patología de base	Cirrosis Hepática		
	Ascitis		
	Sangrado de Tubo Digestivo		
	Encefalopatía hepática		
	Sepsis urinaria		
	Neumonía multilobar		
	SDMO		
	Masa pulmonar		
	Cetoacidosis diabética		
	Sepsis		
	Shock séptico		
	Shock cardiogénico		
	Dengue hemorrágica		
Síndrome de Guillan Barré			

	Neumonía asociada a ventilador		
	Neumonía aspirativa		
	IRC		
	Tertrahemioventrículo		
	Herida por arma blanca en cráneo		
	Trauma cráneo encefálico severo		
	Luxación C5-C6		
	Meningioma		

### CONDICIÓN DEL PACIENTE

Tipo de shock	Séptico	
	Hemorrágico	
	Hipovolémico	
	Mixto	
	Sin shock	
Medicamentos para el Shock (Vasopresores - Inotrópicos)	No	
	Si	
Volemia	Hipovolémico	
	Normovolémico	
	Hipervolémico	
Posición catéter venoso central	Yugular interna derecha	
	Subclavia derecha	
	Yugular externa derecha	
	Sin catéter	

## PARÁMETROS CLÍNICOS

APACHE\_\_\_\_\_

SOFA\_\_\_\_\_

Frecuencia respiratoria\_\_\_\_\_

Frecuencia cardiaca\_\_\_\_\_

Temperatura\_\_\_\_\_

Presión arterial sistólica\_\_\_\_\_

Presión arterial diastólica\_\_\_\_\_

## EVALUACIÓN ECOGRÁFICA

PARÁMETRO	VALOR
Diámetro – Vena Cava Inferior - Modo B	
Diámetro máximo - Modo M – Vena Cava Inferior	
Diámetro mínimo - Modo M – Vena Cava Inferior	
Diámetro Vena Yugular Interna Derecha - Modo B	
Diámetro yugular máximo modo m	
Diámetro yugular mínimo modo m	
Índice distensibilidad vena cava inferior formula 1	
Índice distensibilidad vena cava inferior formula 2	
Índice distensibilidad vena yugular interna formula 1	
Índice distensibilidad vena yugular interna formula 2	