

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE MEDICINA



**UTILIDAD DE LA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DE LA VENA YUGULAR
INTERNA POR ULTRASONIDO PARA EL MANEJO DE LÍQUIDOS**

POR

DR. MAURICIO HUMBERTO LÓPEZ RANGEL

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA**

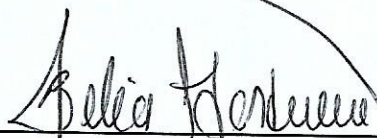
ENERO 2020

**UTILIDAD DE LA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO DE LA VENA YUGULAR
INTERNA POR ULTRASONIDO PARA EL MANEJO DE LÍQUIDOS**

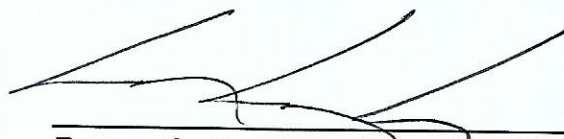
Aprobación de la tesis:



**Dr. med. Dionicio Palacios Ríos
Director de la tesis**



**Dra. med. Belia Inés Garduño Chávez
Coordinador de Enseñanza**



**Dr. med. Gustavo González Cordero
Coordinador de Investigación**



**Dr. Dionicio Palacios Ríos
Profesor Titular del Programa**



**Dr. med. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado**

DEDICATORIA

Dedicado a la mejor esposa del universo, por creer en mi cuando ni yo lo hacia, que me impulso a iniciar la residencia y que probablemente sin su apoyo no hubiera iniciado estos cuatro años de diversión, trabajo y aprendizaje, que me hizo continuar cuando pensé que ya no podía mas, gracias por ser mi apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa, a mi familia por su apoyo, a mis amigos que a pesar de no poder estar para ellos siempre, siguen conmigo, a todos mis maestros del servicio de anestesiología del Hospital Universitario y de otros hospitales o servicios, a mis compañeros residentes con los que pase buenos y malos momentos, y a todos aquellos que participaron en mi formación muchas gracias por todo.

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo I Resumen	1
Capítulo II Introducción	3
Capítulo III Antecedentes	6
Capítulo IV Justificación	9
Capítulo V Objetivos	10
Capítulo VI Hipótesis.	12
Capítulo VII Material y Métodos	13
Capítulo VIII Resultados.	21
Capítulo IX Discusión	28
Capítulo X Conclusión.	33
Capítulo XI Bibliografía	34
Capítulo XII Resumen Autobiográfico	39

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comorbilidades de los pacientes.....	21
Tabla 2. Comparación entre porcentaje de variación del diámetro de la yugular interna tras elevación de piernas 45° por 30 segundos	22
Tabla 3. Comparación entre porcentaje de variación del diámetro de la yugular interna tras administración de bolo de cristaloides IV	23
Tabla 4. Comparación de porcentaje de variación del diámetro de la yugular interna tras administración de bolo de cristaloides IV entre pacientes respondedores o no a líquidos	24
Tabla 5. Comparación de la disminución de porcentaje de variación del diámetro de la yugular interna tras administración de bolo de cristaloides IV y basal entre pacientes respondedores o no a líquido	25
Tabla 6. Comparación del porcentaje de variación del diámetro de la yugular interna basal entre pacientes respondedores o no al líquidos	26

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del plan metodológico. μ	18
Figura 2. Estimación de la media en una población.	19
Figura 3. Valores de poder y significancia para el cálculo de muestra.....	19
Figura 4. Interpretación de los coeficientes de correlación.....	20
Figura 5. Correlación entre el promedio del porcentaje de variación del diámetro de la vena yugular interna y el porcentaje de respuesta a líquidos tras bolo IV de cristaloides	27

CAPÍTULO I. RESUMEN

Introducción: La evidencia sugiere que tanto la hipovolemia, así como, la sobrecarga de líquidos, puede incrementar la mortalidad y afectar el pronóstico del paciente. Se ha encontrado que la variación en el diámetro de la vena yugular interna durante la respiración en pacientes con ventilación mecánica está relacionado con el estado hemodinámico del paciente. Debido a su situación anatómica, la vena yugular interna resulta ideal para el estudio ultrasonográfico transoperatorio de la variación de su diámetro durante la respiración. El objetivo de este estudio es demostrar que la medición del diámetro de la vena yugular interna mediante ultrasonido es un buen método de identificación de hipovolemia en pacientes intubados.

Material y métodos: Se midió la variación del diámetro de la vena yugular interna en diferentes posiciones a pacientes sometidos a cirugía que requieran anestesia general, tanto de manera electiva como de urgencia, y que no presenten datos de aumento de presión intrabdominal o intratorácica. Se compararon los porcentajes con los demás datos adquiridos y revisó el cambio con la finalidad de encontrar un porcentaje que represente hipovolemia o sobrecarga para el manejo de líquidos, basados en estos porcentajes.

Resultados: Se incluyó a 67 pacientes de de entre 32 y 65 años (media de 50 años). Al comparar el porcentaje de variación basal y tras la elevación de piernas y administración de cristaloides, encontramos una disminución del porcentaje de variación bilateral, y promedio, este último de 13.5% a 9.3 %, y de 13.5 a 6.9%, respectivamente ($P < 0.001$). Se observó, que tanto en pacientes respondedores

como no respondedores a líquidos disminuyó significativamente el porcentaje de variación del diámetro de la yugular interna ($P < 0.001$). No se presentó una diferencia en el porcentaje de variación del diámetro yugular interno basal entre pacientes que posteriormente responden a líquidos o no tras la administración de un bolo de cristaloides IV.

Conclusión: Existe una disminución en el porcentaje de variabilidad del diámetro de la vena yugular interna (que hace alusión a una buena distensión por volumen de la vena yugular interna) tras el uso de la prueba de Trendelenburg y la administración de cristaloides vía intravenosa.

CAPÍTULO II. INTRODUCCIÓN

Evitar la hipovolemia o la sobrecarga de líquidos es vital para un mejor pronóstico de los pacientes (1). La evidencia sugiere que tanto la hipovolemia, así como, la sobrecarga de líquidos puede incrementar la mortalidad y afectar el pronóstico del paciente; incluyendo retraso de la extubación, aumento de la mortalidad, edema, deshidratación, lesión renal, hipoperfusión, desequilibrio ácido-básico, entre otros (2).

Debido a esto, se han buscado nuevos métodos para predecir el estado de volumen intravascular y la respuesta al tratamiento con líquidos, siendo la meta mantener una perfusión suficiente sin producir edema ni daños colaterales.

Muchos métodos han sido estudiados para predecir la respuesta a líquidos del corazón y tener una guía del manejo de la hipovolemia y sobrecarga de líquidos como, por ejemplo, la medición de la presión venosa central, pruebas de administración de volumen a ciegas, medida de la vena cava inferior, cambios en la presión arterial media, relacionados a la posición o la medición del dióxido de carbono al final de la espiración (3).

A pesar de ello, se ha intentado encontrar un método menos invasivo, rápido, fácil de reproducir, que además no necesite entrenamiento extenso, que se pueda realizar en el quirófano, además de tener bajo costo y fácil de realizar (4).

Se han realizado estudios midiendo el diámetro de la vena cava inferior y su variación en la respiración relacionado con la cantidad de líquido intravascular (5), pero debido a requerimientos de habilidad y conocimiento del que realiza el procedimiento, requerir de ultrasonido especial para esto, la variabilidad del paciente y dificultades que esto representa, no se ha podido adoptar como un método viable para tener como guía para el manejo de líquidos (6).

En recientes estudios comparativos se ha encontrado que la variación en el diámetro de la vena yugular interna durante la respiración en pacientes con ventilación mecánica está relacionado con el estado hemodinámico del paciente (5).

En varios estudios se ha encontrado cierta relación de las variaciones en el diámetro de la vena yugular interna y vena cava inferior, pero sin llegar a un final concluyente (6) debido a varios factores como presión intrabdominal elevada, presión intratorácica elevada, además de tener muestras poco significativas (7).

La vena yugular interna, debido a su situación anatómica, resulta ideal para el estudio ultrasonográfico de su variación de diámetro durante la respiración, no se requiere un entrenamiento extenso, se puede utilizar un transductor lineal vascular, debido a su fácil acceso, es fácil de realizar, además de ser un método reproducible, el cual es posible realizar en el Hospital Universitario, debido a su alta afluencia de pacientes programados ya sea de forma electiva o de urgencia para cirugía bajo anestesia general (8).

Además de medir el estado hemodinámico del paciente con la variación en la respiración del diámetro de la vena yugular interna, podríamos además compararlo con otros métodos utilizados para revisar el estado hemodinámico del paciente, recabando datos para entender mejor el manejo de la terapia con líquidos y corregir el manejo hemodinámico de los pacientes, teniendo mejoras en la sobrevida de los pacientes a corto plazo, evitando complicaciones como edema intersticial, edema agudo de pulmón, lesión renal aguda, hipoperfusión, desequilibrio ácido-básico.

CAPÍTULO III. ANTECEDENTES

Se ha intentado encontrar un método menos invasivo, rápido, fácil de reproducir, que no necesite entrenamiento extenso, que se pueda realizar en quirófano, además de tener bajo costo y fácil de realizar.

Se han realizado estudios midiendo el diámetro de la vena cava inferior y su variación en la respiración relacionado con la cantidad de líquido intravascular (9-11).

La vena cava inferior es una estructura dinámica cuyo diámetro varía con los cambios de presión intravascular e intratorácica en consecuencia la vena cava inferior colapsa con la inspiración debido a la presión negativa creada por la expansión del tórax (9-11). Debido a las modificaciones del diámetro durante la inspiración aumenta la presión negativa intratorácica que se traduce en presión negativa intraluminal favoreciendo el retorno venoso cardiaco (8,11,12). Esto ocasiona la disminución de calibre de la vena cava inferior durante la inspiración normal, mientras que en espiración el calibre es mayor.

En varios estudios recientes se ha encontrado una relación en las variaciones del diámetro de la vena yugular interna y vena cava inferior (10). La variación del diámetro de la vena yugular interna durante la respiración en pacientes con ventilación mecánica sirve como guía para control y manejo de líquidos en el

quirófano. Una adecuada fluido terapia mejora el pronóstico postoperatorio de todos los pacientes:

La disminución de la sobrecarga hídrica produce menos complicaciones cardiovasculares, pulmonares y de cicatrización. La normovolemia disminuye el riesgo de aparición de insuficiencia renal aguda. La utilización de métodos no invasivos de monitorización disminuye el riesgo de complicaciones y resulta en disminución en tiempo de estancia intrahospitalaria y costos (1).

Debido a su situación anatómica, la vena yugular interna resulta ideal para el estudio ultrasonográfico de la variación de su diámetro durante la respiración (13). No se requiere entrenamiento extenso, Se puede utilizar un transductor lineal vascular debido a su fácil acceso, además de ser un Método reproducible (8,11,14).

El mecanismo de Frank-Starling establece que el corazón posee una capacidad intrínseca de adaptarse a volúmenes crecientes de flujo sanguíneo; es decir, cuanto más se llena un ventrículo de sangre durante la diástole, mayor será el volumen de sangre expulsado durante la sístole (15)

Teniendo en cuenta esto, podemos identificar la necesidad de líquido adicional aumentando la precarga con diferentes mecanismos, como cambio de posición del paciente (posición de Trendelemburg 45°, posición de Fowler 90°, elevación

de piernas) teniendo una respuesta confiable a la respuesta de líquidos del paciente (4).

CAPÍTULO IV. JUSTIFICACIÓN

Tanto la hipovolemia, como la sobrecarga de líquidos, son dos extremos de alta relevancia clínica en la atención de un paciente en estado crítico, que se asocian a un mal pronóstico en el curso clínico del paciente y un aumento de la mortalidad.

Se ha demostrado que las variaciones en la vena cava inferior se asocian a la cantidad de líquido intravascular, sin embargo, es correspondiente a una región anatómica de muy difícil acceso y es poco práctico su estudio en un paciente en el que se requiere intervenir de forma inmediata para mejorar su curso clínico.

Se ha estudiado además que existe una relación entre las variaciones de la vena cava inferior con la vena yugular interna, que se encuentra en una región más accesible para el médico tratante. El estudio ultrasonográfico de esta estructura es sencillo, requiere bajo entrenamiento, es de bajo costo y reproducible.

La demostración de que las variaciones de esta estructura se relacionan con el volumen intravascular y sus variaciones podría ser un marcador muy útil para el manejo de pacientes en los que se pueden realizar intervenciones oportunas en el manejo de líquidos.

CAPÍTULO V. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Demostrar que la medición del diámetro de la vena yugular interna mediante ultrasonido es un buen método de identificación de hipovolemia en pacientes intubados.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Registrar los datos sociodemográficos de los pacientes
- Medir por ultrasonido el diámetro de vena yugular interna con el paciente en decúbito supino.
- Medir por ultrasonido el diámetro de vena yugular interna con paciente en decúbito supino y elevación de extremidades inferiores (45°)
- Medir la presión venosa central del paciente y su diuresis transoperatoria.
- Medición de diuresis transoperatoria
- Comparar el porcentaje de variación del diámetro de la vena yugular interna tras la elevación de las piernas 45° Por 30 segundos.
- Comparar el porcentaje de variación del diámetro de la vena yugular interna tras la administración de bolo de cristaloides intravenosos.

- Comparar el porcentaje de variación del diámetro de la vena yugular interna tras la administración de bolo de cristaloides intravenosos entre pacientes respondedores y no respondedores a líquidos.
- Comparar la disminución de porcentaje de variación del diámetro de la vena yugular interna tras la administración de bolo de cristaloides intravenosos y basal entre pacientes respondedores y no respondedores a líquidos.
- Comparar el porcentaje de variación del diámetro de la vena yugular interna basal entre pacientes respondedores y no respondedores a líquidos.
- Correlacionar el porcentaje de promedio de variación del diámetro de la vena yugular interna y el porcentaje de respuesta a líquidos tras la administración de bolo de cristaloides intravenoso.

CAPÍTULO VI. HIPÓTESIS

HIPÓTESIS ALTERNA

La variación del diámetro de la vena yugular durante la respiración en pacientes con ventilación mecánica sirve como guía para control y manejo de líquidos.

HIPÓTESIS NULA

La variación del diámetro de la vena yugular durante la respiración en pacientes con ventilación mecánica no sirve como guía para control y manejo de líquidos.

CAPÍTULO VII. MATERIAL Y MÉTODOS

POBLACIÓN DE ESTUDIO

Pacientes sometidos a cirugía que requieran anestesia general, tanto de manera electiva como urgencia, y que no presenten datos de aumento de presión intrabdominal o intratorácica.

TIPO DE ESTUDIO

- Longitudinal, analítico, prospectivo de tipo cohorte

LUGAR DE ESTUDIO

- Quirófano y salas de recuperación del Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González"

CRITERIOS DE SELECCIÓN

A. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes de 18-99 años
- Pacientes que hayan sido sometidos a cirugía electiva o de urgencia
- Pacientes que requieran de intervención anestésica general durante su procedimiento quirúrgico.

B. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes menores de 18 años
- Datos de aumento de presión intrabdominal
- Datos de aumento de presión intratorácica
- Pacientes que requieran drenaje pleural
- Pacientes sometidos a cirugía de tórax
- Pacientes con cardiopatía

C. CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Pacientes que posterior a su inclusión en el estudio rechacen su participación en el mismo
- Pacientes que durante su permanencia en el estudio requieran colocación de drenaje pleural

- Pacientes que durante su permanencia en el estudio presenten datos de hipertensión abdominal o intratorácica
- Pacientes que durante su permanencia en el estudio desarrollen neumotórax, hemotórax o hidrotórax

PROCEDIMIENTOS

Previa autorización del Comité de Ética, se identificaron a los pacientes que fueron programados tanto para cirugía electiva o como urgencia y que requirieron anestesia general.

Se identificaron mediante ultrasonografía ambas venas yugulares internas y se capturó el diámetro con la posición supina del paciente.

En esta posición se midió la presión arterial media, presión arterial no invasiva, frecuencia cardiaca, presión venosa central, de ser posible.

Se capturó el diámetro obtenido mediante ultrasonografía de las venas yugulares internas posteriores a la aplicación endovenosa de un bolo de cristaloides de 7ml/kg, así mismo se midió la presión arterial media, presión arterial no invasiva, frecuencia cardiaca, presión venosa central de ser posible, y se registró la diuresis por hora, así como gasometría arterial.

Se tomó la medida máxima y mínima del diámetro de la vena yugular interna en espiración e inspiración, con el paciente en decúbito supino, una medida máxima y mínima en espiración e inspiración después de bolo intravenoso de cristaloides a 7ml/kg.

Se tomaron datos y se representó en un porcentaje de acuerdo por medio de la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Diámetro máximo} - \text{diámetro mínimo}}{\text{Diámetro máximo}}$$

Al presentar variación en el porcentaje después de la prueba con elevación de piernas se administró un bolo de 7ml de cristaloides por kg durante 15 minutos.

Se volvió a medir parámetros 45 minutos después de terminado el bolo de cristaloides.

Se compararon los porcentajes con los demás datos adquiridos y revisó el cambio con la finalidad de encontrar un porcentaje que represente hipovolemia o sobrecarga para el manejo de líquidos, basados en estos porcentajes.

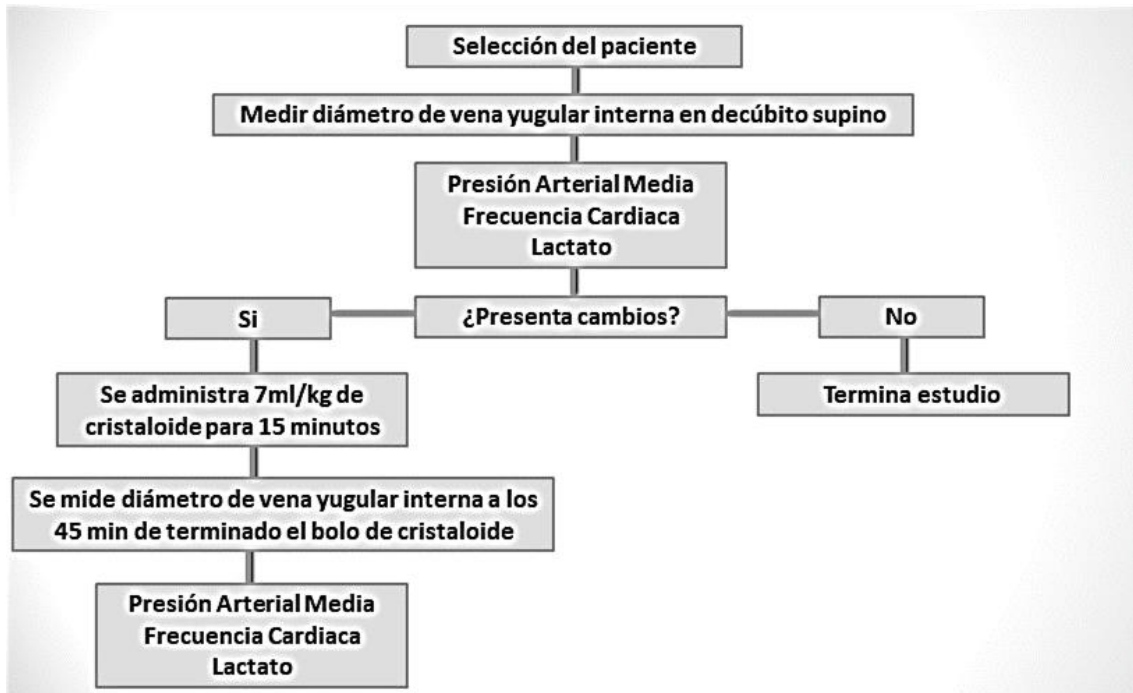


Figura 1. Diagrama de flujo del plan metodológico.

MUESTRA

Se calculó el número de tamaño de muestra con la fórmula de estimación de la media en una población la reducción del diámetro del 30% de la vena yugular con una desviación estándar de 5 y utilizando una precisión de 1 y una confianza de 95%, el cálculo fue de 96 pacientes.

$$N = \frac{(Z\alpha)^2 (\sigma)^2}{\delta^2}$$

Figura 2. Estimación de la media en una población.

Valor Z = 1.96

Sigma = 0.05

Valor d = 0.01

N = 96

Z α = distancia de la media del valor de significación propuesto.

σ = desviación estandar de la población.

δ = Precisión o magnitud del error que estamos dispuestos a aceptar.

Poder (1- β)%	Valor Z	Nivel de significación (α)	
		Una cola	Dos colas
99.0	2.33	0.01	0.02
97.5	1.96	0.025	0.05
95.0	1.64	0.05	0.1
90.0	1.28	0.1	0.2
85.0	1.04	0.15	0.3
80.0	0.84	0.2	0.4
75.0	0.67	0.25	0.5
70.0	0.52	0.3	0.6
60.0	0.25	0.4	0.8

Figura 3. Valores de poder y significancia para el cálculo de muestra.

PLAN DE ANÁLISIS

Se realizó un análisis descriptivo de las variables categóricas por medio de frecuencias y porcentajes, n (%), y en el caso de las variables continuas, se realizaron pruebas de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la distribución de los datos, los cuales se reportaron como mediana (rango intercuartil).

Para el análisis bivariado, se compararon en el tiempo los parámetros de la vena yugular interna por medio de pruebas de Wilcoxon, y las pruebas entre grupos de diferencias de parámetros por medio de pruebas de Mann-Whitney. Utilizamos correlaciones de Spearman para evaluar el grado de asociación entre el porcentaje de variabilidad del diámetro de la vena yugular interna con el porcentaje promedio de la respuesta a líquidos. El coeficiente de correlación de Spearman (ρ) se interpretó de la siguiente manera:

$r = 1$	correlación perfecta
$0,8 < r < 1$	correlación muy alta
$0,6 < r < 0,8$	correlación alta
$0,4 < r < 0,6$	correlación moderada
$0,2 < r < 0,4$	correlación baja
$0 < r < 0,2$	correlación muy baja
$r = 0$	correlación nula

Figura 4. Interpretación de los coeficientes de correlación.

Se consideró una $P < 0.05$ como estadísticamente significativa. Los datos se recopilaron y procesaron en el paquete MS Excel 2017, y se analizaron por medio del paquete IBM SPSS versión 25.

CAPÍTULO VIII. RESULTADOS

Se incluyó a 67 pacientes, 44 (65.7%) hombres y 23 (34.3%) mujeres, con una mediana de 50 años (32-65 años) y un índice de masa corporal de 27.7 kg/m² (24.6-31.1). En la tabla 1 se reportan las comorbilidades que presentaron los pacientes. El 24 (35.8%) de los pacientes tenía hipertensión arterial, 16 (23.9%) eran diabéticos, 6 (9%) hepatópatas y 5 (7.5%) padecían de alguna neoplasia.

Comorbilidad	n (%)
Hipertensión arterial	24 (35.8%)
Diabetes mellitus	16 (23.9%)
Hepatopatía	6 (9%)
Cáncer	5 (7.5%)
Cardiopatía	1 (1.5%)
Hipotiroidismo	1 (1.5%)
Enfermedad renal	1 (1.5%)
Lesión en venas ilíacas	1 (1.5%)
Neumonía	1 (1.5%)
VIH	1 (1.5%)
Poliomielitis	1 (1.5%)

Tabla 1. Comorbilidades de los pacientes

Medimos el diámetro máximo y mínimo de la yugular interna bilateral en posición decúbito supino (basal) y al elevar las piernas 45° por 30 segundos, y obtuvimos un porcentaje de variación de la yugular interna bilateral y un promedio de ambos lados (tabla 2). Al comparar el porcentaje de variación basal y tras la elevación de pierna, encontramos una disminución del porcentaje de variación bilateral y promedio ($P < 0.001$).

Yugular interna	% de variación decúbito supino	% de variación elevación de piernas	P
Derecha	14 (7.7-28.5)	9.4 (3.9-16)	<0.001
Izquierda	12.6 (7.2-23)	9.3 (3.2-16)	<0.001
Promedio	13.5 (9.3-27)	9.3 (4.8-16.5)	<0.001

Tabla 2. Comparación entre porcentaje de variación del diámetro de la yugular interna tras elevación de piernas 45° por 30 segundos

Posteriormente repetimos las mediciones de diámetro de la yugular interna tras administrar un bolo de cristaloides vía intravenosa y comparamos con las mediciones basales, encontrando una disminución del porcentaje de variación bilateral y promedio con diferencia significativa (Tabla 3).

Yugular interna	% de variación decúbito supino	% de variación bolo IV	P
Derecha	14 (7.7-28.5)	5.5 (3.1-11)	<0.001
Izquierda	12.6 (7.2-23)	6.1 (2.4-10.4)	<0.001
Promedio	13.5 (9.3-27)	6.9 (3.7-9.9)	<0.001

Tabla 3. Comparación entre porcentaje de variación del diámetro de la yugular interna tras administración de bolo de cristaloides IV

Se consideró pacientes como respondedores a líquidos a aquellos en los que se demostró un aumento de la presión arterial media (PAM) calculada mayor al 10% tras la administración de cristaloides IV con respecto a su PAM basal. Tanto en pacientes considerados respondedores, como en los no respondedores a carga de líquidos, disminuyó significativamente el porcentaje de variación del diámetro de la yugular interna (Tabla 4).

Respondedores a líquidos

Yugular interna	% de variación decúbito supino	% de variación bolo IV	P
Derecha	14 (10.0-32.5)	4.3 (2.7-9.2)	<0.001
Izquierda	15.4 (9.5-28.3)	4.7 (2.5-11.2)	0.001
Promedio	14.5 (10.3-32)	4.9 (2.8-8.2)	<0.001
No respondedores a líquidos			
Yugular interna	% de variación decúbito supino	% de variación bolo IV	P
Derecha	14 (5.6-27.2)	7.1 (4-12)	<0.001
Izquierda	11.9 (6.7-23)	6.4 (2.4-10.4)	<0.001
Promedio	13.1 (8.4-23.4)	7.0 (4.3-10.5)	<0.001

Tabla 4. Comparación de porcentaje de variación del diámetro de la yugular interna tras administración de bolo de cristaloides IV entre pacientes respondedores o no a líquidos

Calculamos la diferencia del porcentaje de variación del diámetro de la yugular interna tras la administración de cristaloides IV y basal y comparamos estas

diferencias entre pacientes respondedores y no respondedores a líquidos (tabla 5) y a pesar de que encontramos una mayor disminución del porcentaje de variación de diámetro en pacientes que respondieron a líquidos (mediana del promedio de diámetros bilateral de 12 mm vs. 5.6 mm), no observamos diferencias significativas entre grupos ($P > 0.05$).

Yugular interna	Respondedores (n=17)	No respondedores (n=43)	P
Derecha	9.8 (2.8-26.6)	6.8 (0.3-18)	0.099
Izquierda	11.3 (3.4-15.7)	5.5 (1.5-10.8)	0.192
Promedio	12 (4.5-17.2)	5.6 (2.2-11.9)	0.091

Tabla 5. Comparación de la disminución de porcentaje de variación del diámetro de la yugular interna tras administración de bolo de cristaloides IV y basal entre pacientes respondedores o no a líquidos

Realizamos un subanálisis para identificar si el porcentaje de variación del diámetro yugular interno basal es diferente entre pacientes que posteriormente

responden a líquidos o no tras la administración de un bolo de cristaloides IV (tabla 6) y no demostramos diferencias significativas ($P > 0.05$).

Yugular interna	Respondedores	No respondedores	P
Derecha	14 (5.6-27.2)	14 (10-32.5)	0.32
Izquierda	11.9 (6.7-23)	15.4 (9.5-28.3)	0.18
Promedio	13.1 (8.4-23.4)	14.5 (10.3-32)	0.29

Tabla 6. Comparación del porcentaje de variación del diámetro de la yugular interna basal entre pacientes respondedores o no a líquidos

En la figura 1 se visualiza la correlación entre el promedio del porcentaje de variación del diámetro de la vena yugular interna y el porcentaje de respuesta a líquidos tras bolo IV de cristaloides, donde se encontró un nivel de asociación bajo ($\rho = 0.262$, $P = 0.043$).

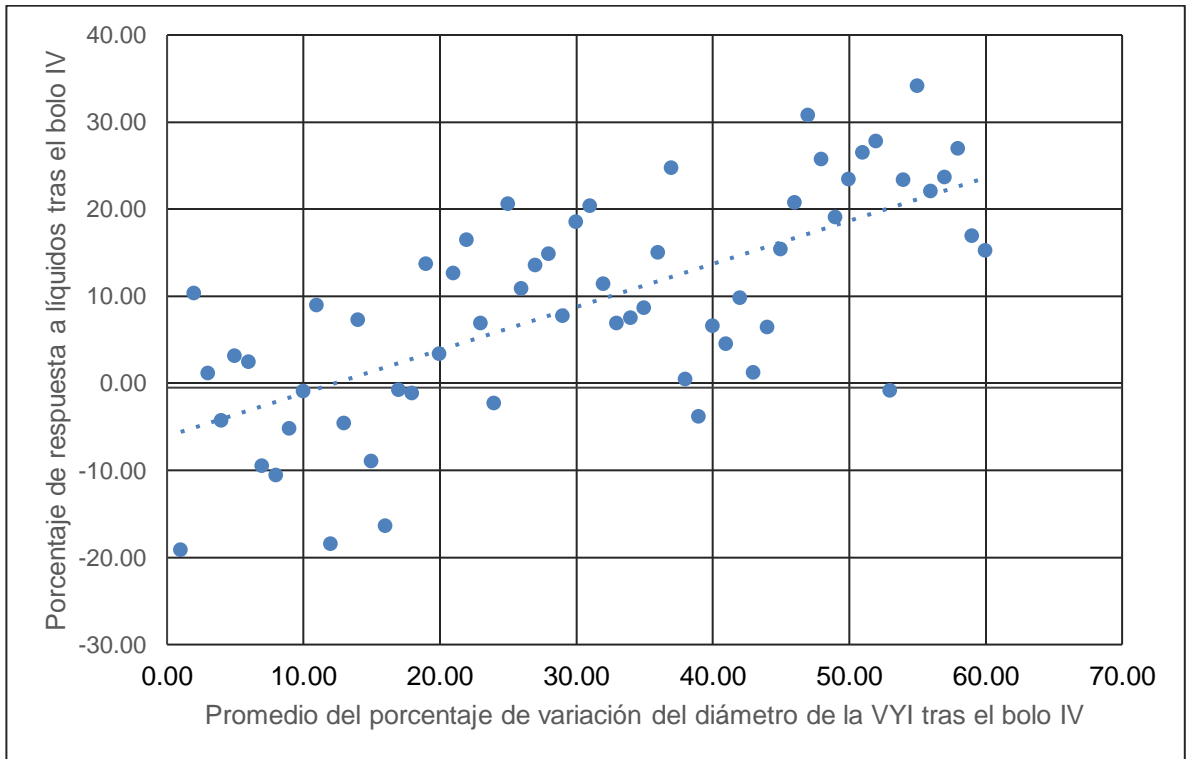


Figura 5. Correlación entre el promedio del porcentaje de variación del diámetro de la vena yugular interna y el porcentaje de respuesta a líquidos tras bolo IV de cristaloides

CAPÍTULO IX. DISCUSIÓN

El objetivo de nuestro estudio fue valorar la medición de la distensibilidad de la vena yugular interna por ultrasonido como método de identificación de hipovolemia en pacientes bajo ventilación mecánica, a través de las mediciones en decúbito, elevación de piernas (posición de Trendelenburg) y a través de la administración de un bolo intravenoso de cristaloides. Se encontró que el porcentaje de variabilidad entre el diámetro mayor y menor de la yugular interna disminuye tras la elevación de piernas, y aún más tras la administración de cristaloides. Esto sugiere que esta variabilidad efectivamente correlacionada con la respuesta a volumen.

También se encontró que todos los pacientes disminuyeron el porcentaje de variabilidad del diámetro de la yugular interna, independientemente de su respuesta a líquidos, después de identificar a aquellos que aumentaban su presión arterial media más del 10%. A pesar de que encontramos una mayor diferencia en la disminución de la variabilidad en el diámetro de la vena yugular interna en pacientes que respondieron a líquidos con una presión arterial media mayor al 10%, no fue estadísticamente diferente.

La mayoría de los pacientes críticos que son ingresados a la unidad de cuidados intensivos reciben infusión de líquidos en algún momento de su hospitalización para la expansión de volumen (16). Desafortunadamente, resulta complicada una identificación adecuada de los pacientes que deben recibir líquidos y nos fiamos

de índices de balances y de métodos invasivos para ello, así como la cantidad de líquidos que se deben administrar. La resucitación con líquidos es llevada a cabo porque se asume que el corazón opera en una porción ascendente de la curva de Frank-Starling para la respuesta precarga. Sin embargo, la resucitación con líquidos en pacientes sin respuesta a la precarga puede resultar deletéreo tras promover la aparición de cor pulmonale, edema pulmonar o edema periférico (17), por lo que resulta necesario y útil el uso de predictores de la respuesta al volumen.

Se ha visto que algunos indicadores estáticos de parámetros hemodinámicos, como son la presión venosa central y la presión de oclusión de la arteria pulmonar tienen un valor clínico reducido, comparado con otros indicadores dinámicos, como son los cambios de ventilación inducidos por presión positiva en el volumen ventricular izquierdo, presión del pulso arterial y evaluación por ultrasonido de las variaciones respiratorias en el diámetro de la vena cava inferior y superior, como marcadores que identifican de forma certera la respuesta al volumen (18-22).

Se ha descrito que los índices de colapso de la vena cava superior (cociente de la diferencia del máximo diámetro en espiración y el mínimo diámetro en inspiración al máximo diámetro con insuflación) y el índice de distensibilidad de la vena cava inferior (diferencia del máximo diámetro en inflación y mínimo diámetro a la espiración) pueden predecir la respuesta a volumen (22). Sin embargo, existen problemáticas en pacientes obesos o con ascitis, y la imagen

de vena cava superior puede limitarse debido al requerimiento de ecocardiograma transesofágico (23).

Por mucho tiempo se ha usado a la presión venosa central en la examinación física. Los cambios en el diámetro de la vena yugular pueden proporcionar información importante del volumen de sangre de los pacientes. Una de las ventajas del uso de mediciones de la yugular interna por ultrasonido es su fácil acceso, no requiere ecocardiograma transesofágico y es una técnica fácil para visualizar la vena yugular interna en tiempo real, y no se requiere de mucho entrenamiento para llevar a cabo la técnica de imagen. La diferencia con la arteria carótida es la dificultad de su compresión dada su configuración anatómica (23).

Guarracino et al (24) demostró que el uso del ultrasonido para valoración de distensibilidad de la vena yugular interna en ventilación con presión positiva puede ser útil para discriminar entre pacientes críticos respondedores de no respondedores, y sus valores predictivos aumentan cuando se añade la variación de presión de pulso. Broilo et al (11) documentó que existe correlación y buen grado de acuerdo entre la variación respiratoria de la vena cava inferior con la vena yugular interna derecha, por lo que podría considerarse como un marcador subrogado de la distensibilidad de la vena cava inferior para la evaluación de respuesta a fluidos. Akilli et al (25) incluso alude al uso de las mediciones de la vena yugular interna y el índice yugular como indicadores confiables para shock hemorrágico de clase 1. Por el otro lado, en resultados preliminares de Unluer et al (26), no se encontró correlación de la hipovolemia con el índice de colapso de

la vena yugular, pero que el uso de la medición longitudinal corregida de la vena yugular interna puede ser útil como marcador para la detección de pérdida de sangre en la cama.

En nuestro estudio se encontró una correlación baja entre el porcentaje de variación de los diámetros de la vena yugular interna con el porcentaje de aumento de la presión arterial media. Este hallazgo, junto con la falta de diferencia estadística entre las disminuciones de variación entre pacientes que respondieron o no pudiera deberse a distintos factores que tomamos en consideración, como una muestra insuficiente para determinar un valor más certero de estos marcadores, o que la presión arterial media calculada sea un indicador sensible de respuesta a líquidos de forma tan temprana.

A pesar de que se ha demostrado que el índice de distensión de la vena yugular interna puede predecir respuesta a fluidos, se conoce que tiene una certeza diagnóstica menor que la reportada en la vena cava inferior (24). Sin embargo, puede ser una prueba útil de forma aguda y no invasiva para la evaluación de la respuesta a líquidos en pacientes críticos o sometidos a cirugía debido a que hemos encontrado que la disminución del porcentaje de variabilidad es significativa ante intervenciones que propician a un aumento del volumen intravascular.

También se observó que el porcentaje de variación de diámetro de yugular interna derecha suele ser mayor que el de la izquierda. Se ha descrito acerca de

correlación entre la vena yugular interna derecha con la vena cava inferior (11), y que tanto en reposo como en posición de Trendelenberg, la vena yugular interna derecha es mayor a la izquierda (27), incluso en niños (28). En contraste con sujetos sanos, no existe un agrandamiento de la vena yugular interna derecha en pacientes con diálisis a la posición de Trendelenburg, y en estos pacientes pudiera asociarse a disfunción diastólica (29).

CAPÍTULO X. CONCLUSIÓN

El diámetro de la vena yugular interna por ultrasonido y el porcentaje de variación del diámetro de la vena yugular interna son marcadores útiles, de fácil acceso y bajo costo para la evaluación de la respuesta a fluidos en pacientes adultos bajo ventilación mecánica.

Existe una disminución en el porcentaje de variabilidad del diámetro de la vena yugular interna (que hace alusión a una buena distensión por volumen de la vena yugular interna) tras el uso de la prueba de Trendelenburg y la administración de cristaloides vía intravenosa.

Algunas limitantes de nuestro estudio, como ya se han mencionado, es que no se consiguió una muestra significativa para valorar la respuesta de la vena yugular, y que la mayoría de las presiones arteriales medias fue por calculo, en ausencia de canalización arterial, en la mayoría de los pacientes. Sin embargo, los resultados preliminares de estudio apuntan a que el porcentaje de variación disminuido con respecto al porcentaje basal de la vena yugular interna puede ser un predictor útil para la valoración de respuesta a líquidos en pacientes al postoperatorio.

CAPÍTULO XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Silva JM, de Oliveira AMRR, Nogueira FA, Vianna PM, Pereira Filho M, Dias L, et al. The effect of excess fluid balance on the mortality rate of surgical patients: a multicenter prospective study. *Critical Care* 2013;17(6):R288.
2. Beaubien-Souligny W, Bouchard J, Desjardins G, Lamarche Y, Liszkowski M, Robillard P, et al. Extracardiac Signs of Fluid Overload in the Critically Ill Cardiac Patient: A Focused Evaluation Using Bedside Ultrasound. *Canadian Journal of Cardiology* 2017; 33(1):88–100.
3. de Oliveira OH, Freitas FGR, de Ladeira RT, Fischer CH, Bafi AT, Azevedo LCP, et al. Comparison between respiratory changes in the inferior vena cava diameter and pulse pressure variation to predict fluid responsiveness in postoperative patients. *Journal of Critical Care* 2016; 34:46-9.
4. Xiao-Ting W, Hua Z, Da-Wei L, Hong-Min Z, Huai-Wu H, Yun L, et al. Changes in end-tidal CO₂ could predict fluid responsiveness in the passive leg raising test but not in the mini-fluid challenge test: A prospective and observational study. *Journal of Critical Care* 2015;30(5):1061-6.
5. Long E, Oakley E, Duke T, Babl FE. Does Respiratory Variation in Inferior Vena Cava Diameter Predict Fluid Responsiveness. *Shock* 2017;47(5):550–559.
6. Kent A, Patil P, Davila V, Bailey JK, Jones C, Evans DC, et al. Sonographic evaluation of intravascular volume status: Can internal jugular or femoral

vein collapsibility be used in the absence of IVC visualization? *Annals of Thoracic Medicine* 2015; 10(1):44-9.

7. Sobczyk D, Nycz K, Andruszkiewicz P. Bedside ultrasonographic measurement of the inferior vena cava fails to predict fluid responsiveness in the first 6 hours after cardiac surgery: A prospective case series observational study. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2015; 29(3):663-9.
8. Murthi SB, Fatima S, Menne AR, Glaser JJ, Galvagno SM, Biederman S, et al. Ultrasound assessment of volume responsiveness in critically ill surgical patients. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 2017; 82(3), 505–511.
9. Rahman NHN, Ahmad R, Kareem Mm, Mohammed MI. Ultrasonographic assessment of inferior vena cava/abdominal aorta diameter index: a new approach of assessing hypovolemic shock class 1. *International Journal of Emergency Medicine* 2016; 9(1):8
10. 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. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva* 2015; 27(3): 205–211.
11. Zhang X, Feng J, Zhu P, Luan H, Wu Y, Zhao Z. Ultrasonographic measurements of the inferior vena cava variation as a predictor of fluid responsiveness in patients undergoing anesthesia for surgery. *Journal of Surgical Research* 2016; 204(1): 118–122.

12. Furukawa S, Nakagawa T, Sakaguchi I, Nishi K. The diameter of the internal jugular vein studied by autopsy. *Romanian Journal of Legal Medicine* 2010; 18(2):125–128.
 13. Westphal GA, De Freitas FGR. Jugular vein distensibility, a noninvasive parameter of fluid responsiveness? *Revista Brasileira de Terapia Intensiva* 2015; 27(3):190–192.
 14. Lu N, Xi X, Jiang L, Yang D, Yin K. Exploring the best predictors of fluid responsiveness in patients with septic shock. *American Journal of Emergency Medicine* 2017;35(9):1258–1261.
 15. Esper RC, Velasco RT, Talamantes YG, Aguirre EG. 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): 105–12.
 16. Vincent JL. Issues in contemporary fluid management. *Crit Care*. 2000;4 Suppl 2:S1-2.
 17. Katz AM: Earnest Henry Starling, his processors, and the “Law of the Heart”. *Circulation*. 2002, 106: 2986-2992. 10.1161/01.CIR.0000040594.96123.55.
-
18. Preisman S, Kogan S, Berkenstadt H, Perel A: Predicting fluid responsiveness in patients undergoing cardiac surgery; functional hemodynamic parameters including the Respiratory Systolic Variation Test and static preload indicators. *Br J Anaesth*. 2005, 95: 746-755. 10.1093/bja/aei262.

19. Osman D, Ridel C, Ray P, Monnet X, Anguel N, Richard C, Teboul JL: Cardiac filling pressures are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge. *Crit Care Med.* 2007, 35: 64-68. 10.1097/01.CCM.0000249851.94101.4F.
20. Michard F, Boussat S, Chemla D, Anguel N, Mercat A, Lecarpentier Y, Richard C, Pinsky MR, Teboul JL: 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: 134-138. 10.1164/ajrccm.162.1.9903035.
21. Barbier C, Loubieres Y, Schmidt C, Hayon J, Ricome JL, Jordin F, Veillard-Baron A: Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. *Intensive Care Med.* 2004, 30: 1740-1746.
22. Veillard-Baron A, Chergni K, Rabiller A, Peyrouset O, Page B, Beanchet A, Jordin F: Superior vena cava collapsibility as a change of volume status in ventilated septic patients. *Intensive Care Med.* 2004, 30: 1734-1739.
23. Lipton B. Estimation of central venous pressure by ultrasound of the internal jugular vein. *Am J Emerg Med* 2000;18(4):432-4.
24. Guarracino F, Ferro B, Forfori F, Bertini P, Magliacano L, Pinsky MR. Jugular vein distensibility predicts fluid responsiveness in septic patients. *Critical Care* 2014;18:647.
25. Akilli NB, Cander B, Dundar ZD, Koylu R. A new parameter for the diagnosis of hemorrhagic shock: jugular index. *Journal of Critical Care* 2012;27(5):520.e13-530.e18.

26. Unluer EE, Kara PH. Ultrasonography of jugular vein as a marker of hypovolemia in healthy volunteers. *Am J Emer Med* 2013;31(1):173-7.
27. Lee JG, Park HB, Shin HY, Kim JD, Yu SB, Kim DS, et al. Effect of Trendelenburg position on right and left internal jugular vein cross-sectional area. *Korean J Anesthesiol* 2014;67(5):205-9.
28. Dincyurek GN, Mogol EB, Turker G, Yavascaoglu B, Gurbet A, Kaya FN, et al. The effects of the Trendelenburg position and the Valsalva manoeuvre on internal jugular vein diameter and placement in children. *Singapore Med J.* 2015; 56(8):468-71.
29. Wu HL, Ting CK, Chen CY, Cheng HW, Chan KH, Chang WK, et al. No enlargement of the right internal jugular vein of the dialysis patients in the Trendelenburg position. *J Chin Med Assoc* 2013;76(7):401-6.

CAPÍTULO XI. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Nacido en Monterrey, Nuevo León, a temprana edad encontré el gusto por la medicina, por lo que me decidí a ingresar a la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Nuevo León, donde cursé mis 6 años de estudio. Posteriormente cursé el Servicio Social, donde reafirmé mi gusto por hacerme cargo de los pacientes en situaciones complicadas, por lo que en el año 2015 y gracias al apoyo de mi esposa, presenté mi examen de aspirantes a Residencias Médicas, el cual aprobé satisfactoriamente, fui aceptado en el Hospital Universitario donde he aprendido más de lo que algún momento imaginé.