



BUAP

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Facultad de
Medicina

Hospital General de la Zona Norte "Bicentenario de la
Independencia"

Instituto Mexicano del Seguro Social para el Bienestar
(IMSS-BIENESTAR)

"Índice de colapsabilidad de la vena yugular interna versus
elevación pasiva de piernas evaluando respuesta a volumen en
choque hipovolémico"

Tesis para obtener diploma en especialidad de:
Medicina de Urgencias

Presenta:
Dr. Pedro Osimar Juárez Pérez

Asesor Experto:
Dr. Norberto Martínez Luna

Asesor Metodológico:
Dr. Jesús Martínez Ramos



Cuatro Veces Heroica Puebla de Zaragoza, Enero 2025

Índice

Contenido	Página
I. Resumen	1
II. Introducción	2
II. Antecedentes generales	3
II. Antecedentes específicos	7
III. Justificación y planteamiento del problema	15
IV. Objetivos	17
V.1 General	17
V.2 Especifico	17
VI. Material y métodos	19
VII. Resultados	27
VIII. Discusión	32
IX. Conclusiones	34
XII. Bibliografía	35
XI. Anexo	39

1. RESUMEN

Título: Índice de colapsabilidad de la vena yugular interna versus elevación pasiva de piernas evaluando respuesta a volumen en choque hipovolémico.

Antecedentes: El choque hipovolémico es una condición crítica que requiere una rápida y precisa evaluación de la respuesta a la reanimación con líquidos. La predicción adecuada de la respuesta a volumen es crucial para optimizar el manejo hemodinámico y evitar la sobrecarga de líquidos. Tanto el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna (ICVYI) como la elevación pasiva de piernas (EPP) son métodos no invasivos propuestos para predecir la respuesta a volumen. Sin embargo, su eficacia comparativa en el contexto específico del choque hipovolémico no ha sido completamente establecida.

Objetivo: Evaluar si el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna medido antes y después de la elevación pasiva de piernas predice respuesta a volumen en pacientes con choque hipovolémico.

Materiales y Métodos: Se realizó un estudio transversal, prospectivo, observacional, pacientes adultos con diagnóstico de choque hipovolémico ingresados al Servicio de Urgencias del Hospital General Zona Norte Puebla. Se midió el ICVYI mediante ultrasonografía modo B y se realizó la prueba de EPP midiendo al término de nuevo el ICVYI. Se elaboró un muestreo no probabilístico de casos consecutivos. Se midieron los diámetros anteroposteriores de las venas yugular interna, vena cava inferior y vena cava inferior. La respuesta a los líquidos se definió como un aumento del 8 % en el volumen sistólico calculado con el análisis del contorno del pulso arterial después de una maniobra pasiva de elevación de la pierna. Se calcularon la sensibilidad, especificidad, valores predictivos y curvas ROC para evaluar la capacidad del ICVYI tras la EPP para predecir respuesta a volumen.

Recursos humanos e infraestructura: Se cuenta con los recursos humanos, materiales, informáticos y de infraestructura para realizar el proyecto en el Hospital General de Zona Norte Puebla. **Experiencia del grupo:** Los investigadores cuentan con amplia experiencia en investigación y en tema a estudiar. **Tiempo a realizarse:** 3 meses a partir de la aceptación por el comité local de Investigación y comité de Ética.

1. INTRODUCCIÓN

El choque hipovolémico es una emergencia médica frecuente, con una mortalidad que puede alcanzar el 30-40% en casos severos. La reanimación con líquidos es una intervención crítica, pero la sobrecarga de volumen puede llevar a complicaciones graves como edema pulmonar, prolongación de la ventilación mecánica y aumento de la mortalidad. La identificación precisa de los pacientes que responderán a la administración de volumen es fundamental para optimizar el manejo y mejorar los resultados clínicos.

La respuesta a los fluidos, la capacidad del gasto cardíaco de aumentar en respuesta a una infusión de fluidos se utiliza comúnmente para evaluar el estado de los fluidos intravasculares en pacientes con enfermedades críticas. La administración excesiva de volumen puede ser tan perjudicial como la hipovolemia persistente. Los métodos tradicionales para evaluar la respuesta a volumen, como la presión venosa central, han demostrado limitaciones significativas por lo que ya no se usa la PVC como predictor de volumen estático para valorar respuesta a volumen (1,2).

El índice de colapsabilidad de la vena yugular interna, ICVYI, y la elevación pasiva de piernas (EPP), son métodos no invasivos propuestos para predecir la respuesta a volumen. El ICVYI se basa en la medición ultrasonográfica de los cambios en el diámetro de la vena yugular interna durante el ciclo respiratorio. (3,4).

Aunque ambos métodos han sido estudiados en diversos contextos clínicos, su eficacia específica en choque hipovolémico se desconoce. Además, la definición de "respondedor a volumen" varía entre estudios, lo que dificulta la comparación directa de resultados (5,6).

2. ANTECEDENTES

2.1. GENERALES

2.1.1. Definición y causas de choque hipovolémico

El shock se define como un estado de hipoperfusión tisular global, que conduce a hipoxia y disfunción celular. Este se clasifica generalmente en cuatro tipos según la etiología: shock distributivo o séptico, shock hipovolémico, shock cardiogénico y shock obstructivo (7).

El shock hipovolémico es una afección potencialmente mortal que consiste en una insuficiencia circulatoria debida a una pérdida efectiva de volumen intravascular (líquidos o sangre), es decir, una pérdida crítica del volumen sanguíneo circulante efectivo con hipoperfusión sistémica. Esta pérdida efectiva de volumen circulatorio conduce a una hipoperfusión e hipoxia tisulares. Si no se trata, el shock hipovolémico puede provocar una lesión isquémica de órganos vitales, lo que lleva a una insuficiencia multiorgánica (8).

Sus causas son por pérdidas repentinas de sangre o líquidos dentro del cuerpo. Las causas clínicas más comunes del shock hipovolémico son hemorragia, vómitos, diarrea, quemaduras graves y sudoración excesiva (9). Por lo tanto, el shock hipovolémico se puede dividir en hemorrágico y no hemorrágico. El shock hemorrágico se debe a una reducción aguda del volumen intravascular efectivo debido a una hemorragia. Por el contrario, el no hemorrágico se debe a una reducción del volumen intravascular efectivo debido a la pérdida de líquidos corporales (10,11).

La lesión traumática es, con mucho, la causa más común de shock hemorrágico. Otras causas de shock hemorrágico incluyen el gastrointestinal, el genitourinario y el sangrado por intervención quirúrgica. El shock hipovolémico no hemorrágico puede deberse a una de las siguientes etiologías (10,11):

- *Pérdidas gastrointestinales*: la causa principal del shock hipovolémico es el tracto gastrointestinal. El tracto gastrointestinal suele secretar entre 3 y 6 litros de líquido gástrico al día que contienen enzimas digestivas, bilis, iones, agua y moco. Sin embargo, la mayor parte de este líquido se reabsorbe y

solo se pierden entre 100 y 200 ml en las heces. La depleción de volumen se produce cuando la secreción gastrointestinal supera la reabsorbida. Esta pérdida de líquido se produce en presencia de vómitos intratables, diarrea, obstrucción intestinal o drenaje externo a través de estomas o fístulas(12).

- *Pérdidas renales*: Las pérdidas renales de sal y líquido pueden provocar un shock hipovolémico. Los riñones suelen excretar sodio y agua de forma que se corresponda con la ingesta. El tratamiento con diuréticos y la diuresis osmótica por hiperglucemia pueden provocar una pérdida renal excesiva de sodio y volumen. Además, varias enfermedades tubulares e intersticiales que no se tratan en este artículo provocan nefropatía por pérdida de sal grave(13).
- *Pérdidas cutáneas*: Pacientes con una barrera cutánea alterada por quemaduras u otras lesiones cutáneas también pueden experimentar pérdidas significativas de líquido que conducen a un shock hipovolémico(14).
- *Secuestro del tercer espacio*: el secuestro de líquido ocurre cuando el líquido intravascular sale del compartimento intersticial, lo que conduce a una depleción efectiva del volumen intravascular y a un shock hipovolémico. El secuestro del líquido en el tercer espacio puede ocurrir en caso de obstrucción intestinal, pancreatitis, quemaduras, posoperatorio, obstrucción de un sistema venoso principal o cualquier otra condición patológica que resulte en una respuesta inflamatoria masiva(15).

2.1.2. Epidemiología de choque hipovolémico

En un estudio se encontró que la incidencia de shock fue de 7.7/1000 visitas; en donde todos los pacientes tenían ≥ 1 fallo orgánico y 47.3% mostraron al menos 3 fallos orgánicos. 67.8% presentaron shock séptico, 26.1% shock hipovolémico, 2.9% shock cardiogénico, 2.5% shock distributivo, 0.6% shock obstructivo y 0.1% shock neurogénico. Entre los pacientes que recibieron fluidoterapia en el servicio de urgencias, las soluciones cristaloides siguieron siendo el fluido de elección para los pacientes en todos los grupos. La noradrenalina fue el vasopresor aplicado con

mayor frecuencia. Mientras tanto, las tasas generales de mortalidad por todas las causas a los 7 y 28 días fueron del 7.9% y el 15.6%, respectivamente (16).

En EE. UU., las lesiones traumáticas son la principal causa de muerte entre las personas de 1 a 44 años. En estos pacientes, la hemorragia causa muchas de las muertes, representando casi el 40% de las muertes en un estudio. La hemorragia persistente progresa a un shock hipovolémico, que ocurre cuando hay un desajuste entre el aporte y el consumo sistémico de oxígeno. A nivel celular, esta disocia resulta en un cambio del metabolismo aeróbico al anaeróbico. Sobreviene acidosis láctica y, si no se controla, puede seguir una falla orgánica multisistémica y la muerte. Esta etapa del shock hipovolémico es a menudo irreversible, con tasas de mortalidad de entre el 30% y el 90% dependiendo del número de sistemas orgánicos afectados (17).

Si bien los traumatismos afectan a todos los grupos demográficos, afectan desproporcionadamente a los jóvenes: el 40% de las lesiones se producen en personas de entre 20 y 39 años. De este 40%, la mayor incidencia se produjo en el grupo de edad de entre 20 y 24 años. La preponderancia de los casos de shock hemorrágico resultantes de traumatismos es alta. Durante un año, un centro de traumatología informó que el 62.2% de las transfusiones masivas se producen en el contexto de un traumatismo. Los casos restantes se dividen entre cirugía cardiovascular, cuidados intensivos, cardiología, obstetricia y cirugía general, y los traumatismos utilizan más del 75% de los productos sanguíneos (18–20).

2.1.3. Tratamiento de choque hipovolémico y proporción de respondedores y no respondedores a volumen

2.1.3.1. Tratamiento de choque hipovolémico

El tratamiento de la hipovolemia y el choque hipovolémico implica evaluar y tratar la causa subyacente, identificar los trastornos electrolíticos y acido-básicos, y evaluar y tratar el déficit de volumen, todo lo cual influye en la elección del líquido y la velocidad a la que debe administrarse. Los médicos deben identificar la etiología que contribuye a la hipovolemia para que las terapias puedan dirigirse a la causa

subyacente de la pérdida de volumen. Las terapias pueden incluir antieméticos para tratar los vómitos, suspensión de diuréticos o control del sangrado (21–24).

El análisis bioquímico alertará al médico sobre alteraciones electrolíticas (hiponatremia o hipernatremia, hipocalcemia o hiperpotasemia) y acido-básicas (alcalosis por contracción, acidosis metabólica) que pueden afectar la elección del líquido de reemplazo y la velocidad de reposición. En algunos casos, puede ser necesario realizar una gasometría arterial si se sospecha una alteración acido-básica mixta. La evaluación clínica implica la estimación del peso corporal antes y después del déficit, la evaluación de parámetros clínicos y de laboratorio, como la presión arterial, la presión venosa yugular, la concentración de sodio en la orina, la producción de orina, el lactato y, si no se ha producido sangrado, el hematocrito. La evaluación ecográfica del colapso de la vena cava inferior durante la inspiración puede ser útil en algunas situaciones. La evaluación del déficit de volumen se analiza por separado (21–24).

Finalmente, se realiza la elección de líquido de reemplazo. Las tres clases principales de líquidos de reemplazo son (21–24):

- *Soluciones cristaloides*: soluciones salinas, soluciones tamponadas (Ringer lactato, Plasma-Lyte, solución salina tamponada con bicarbonato al 0.45 por ciento).
- *Soluciones que contienen coloides*: soluciones de albúmina, almidón hiperoncótico, dextrano, gelatina.
- Productos sanguíneos: concentrados de glóbulos rojos o sustitutos de la sangre.

La elección del líquido de reemplazo depende en parte del tipo de líquido que se ha perdido. Por ejemplo, los componentes sanguíneos están indicados en pacientes que están sangrando. Los cristaloides isotónicos son generalmente preferidos para el tratamiento de pacientes con depleción grave de volumen no debida a sangrado (21–24).

Para el choque hemorrágico el pilar de la terapia para pacientes con depleción de volumen intravascular debido a sangrado es el reemplazo de la pérdida de volumen con productos sanguíneos, típicamente glóbulos rojos concentrados.

Los pacientes pueden recibir reemplazo de líquidos, generalmente con cristaloides, mientras esperan que los productos sanguíneos sean entregados a la cabecera del paciente. Los líquidos de reanimación acelulares que transportan oxígeno pueden ser una alternativa cuando no se dispone de transfusión sanguínea de inmediato o cuando los pacientes rechazan los productos sanguíneos (21–24).

Para el choque no hemorrágico se pueden utilizar cristaloides isotónicos o casi isotónicos (soluciones salinas al 0.9% con o sin dextrosa), cristaloides tamponados (Ringer lactato, Plasma-Lyte, solución salina al 0.45% tamponada con bicarbonato) y soluciones que contengan coloides (solución de albúmina, almidón hiperoncótico, dextrano, gelatina) para reemplazar eficazmente el déficit de líquido extracelular (21–24).

a. ESPECÍFICOS

1. Choque hipovolémico:

Es una condición de emergencia potencialmente mortal que ocurre por una pérdida crítica del volumen sanguíneo circulante efectivo con hipoperfusión sistémica. Es una insuficiencia circulatoria causada por una pérdida de volumen intravascular, que puede ser sangre o líquidos(43).

Es un estado de hipoperfusión tisular global, que conduce a hipoxia y disfunción celular. El shock generalmente se clasifica en cuatro tipos según la etiología: shock distributivo (SD), shock hipovolémico (SH), shock cardiogénico (SC) y shock obstructivo (SO)(44).

2. Índice de colapsabilidad de la vena yugular interna (IJV-CI):

Es una técnica no invasiva que estima el volumen intravascular y la presión venosa central (PVC) en pacientes: se calcula restando el diámetro mínimo de IJV del diámetro máximo de IJV, y luego dividiendo ese número por el diámetro máximo de IJV y multiplicando por 100. El índice de la vena yugular interna se puede utilizar para evaluar el estado de los líquidos e identificar pacientes hipovolémicos. La CI de la vena yugular interna se mide mediante ultrasonidos. La vena yugular interna se mide en reposo, durante la inspiración y durante la compresión manual. El IC de la vena yugular interna se correlaciona con otros parámetros fisiológicos, como la frecuencia cardíaca, la frecuencia respiratoria, la presión arterial sistólica y la PVC(45).

3. Elevación pasiva de piernas:

La maniobra de elevación pasiva de piernas (EPP) se promueve a menudo como un método para predecir la respuesta al volumen mediante un aumento reversible del retorno venoso. Se ha demostrado que la elevación pasiva de piernas conserva un alto rendimiento diagnóstico (para identificar la respuesta al volumen) en varios entornos clínicos y grupos de pacientes y que los cambios inducidos por la elevación pasiva de piernas en el gasto cardíaco predicen de manera muy confiable la respuesta del gasto cardíaco a la expansión de volumen en adultos con insuficiencia circulatoria (46). La EPP moviliza la sangre del territorio esplácnico y

de las extremidades inferiores y aumenta significativamente la presión sistémica media, la presión ascendente del retorno venoso sistémico. También aumenta la precarga cardíaca y permite la evaluación de la respuesta a la precarga de ambos ventrículos(47).

2.1.3.2. Proporción de respondedores y no respondedores a administración de líquidos

Alrededor del 50% de los pacientes hemodinámicamente inestables responden a una dosis de líquidos aumentando el volumen sistólico y el gasto cardíaco. Aunque restaurar y reemplazar el volumen intravascular durante el shock es esencial, una base de evidencia creciente sugiere que la administración innecesaria de líquidos es perjudicial y conlleva un mayor riesgo de falla multiorgánica. Por lo tanto, es crucial durante la fase de reanimación de todos los pacientes en estado crítico determinar cuándo dejar de administrar líquidos y cuándo comenzar la desescalada(25,26).

El protocolo ROSE, o concepto ROSE, es un modelo de terapia de fluidos que describe las fases de la enfermedad de un paciente y cómo deben administrarse los fluidos, el cual consta de cuatro fases que son: 1) La resucitación que consiste en la administración agresiva de líquidos para restablecer la circulación. 2) El mejoramiento en la que existe un equilibrio hídrico neutro para garantizar la perfusión tisular. 3) Estabilización en la que se mantiene el equilibrio neutral o negativo y 4) La evacuación en la que los diuréticos y albúmina para lograr balance negativo y “des-resucitación” en pacientes estables con sobrecarga hídrica(27).

El protocolo ROSE es un enfoque dinámico de la fluidoterapia que tiene como objetivo maximizar los beneficios y minimizar los daños. Los líquidos se administran según el estado del paciente y se evalúan mediante diversas evaluaciones, como las técnicas de provocación con líquidos(28).

2.1.4. Criterios para respuesta a volumen

En la actualidad, solo la visualización in vivo de la microcirculación periférica y la monitorización continua del gasto cardíaco mediante ecocardiografía transtorácica (ETT) pueden contribuir a la evaluación clínica para predecir el grado de compensación o descompensación (29–33).

La observación clínica del shock es la que se utiliza comúnmente, midiendo la presión sistólica como variable directa del gasto cardíaco y correlacionándola con el cuadro clínico general. Cuando el aumento del gasto cardíaco o en el volumen sistólico es $\geq 10\%$ tras la administración intravenosa de un mini fluid challenge de 100 cc porque es más seguro y tienes menos margen de sobrecarga de volumen se considera que el individuo es respondedor a volumen (17–21).

Por otro lado, la reserva cardíaca es la cantidad máxima de sangre que se puede bombear por encima del nivel normal de referencia durante el ejercicio o para la compensación de déficits dentro de límites fisiológicos. Cuanto menor sea o llegue a ser la reserva funcional miocárdica, es decir, la parte sana del miocardio capaz de responder a las variaciones del retorno venoso durante la diástole con un aumento de la contractilidad según la ley de Frank-Starling, mayores serán las probabilidades de un shock tras la falla de la bomba (29–33).

Una respuesta serial directa del gasto cardíaco a la carga de líquidos sería convenientemente el parámetro más confiable que se podría usar para medir la reserva cardíaca/circulatoria, debido a su relación directa con el retorno venoso (29–33).

Un cambio en el gradiente de presión del retorno venoso, definido como la diferencia entre la presión de llenado sistémica media (PMSF) y la presión venosa central (PVC) luego de una prueba de líquidos, se observa en los pacientes que responden, pero no en los que no responden. En los pacientes que no responden, el aumento de la PMSF se traduce únicamente en un aumento de la PVC. En aquellos que responden, el cambio máximo en el gasto cardíaco se observa 1 minuto después de completar la prueba de fluidos (29–33).

La PMSF es la medida de la presión cuando no hay flujo en los vasos, como en un paro circulatorio. Los volúmenes intravasculares se dividen en “volumen de estrés” y “volumen de no estrés” con referencia a la tensión de la pared de los vasos.

El volumen de no estrés llena los vasos, pero no genera presión. El volumen de estrés causa un estiramiento en las paredes de los vasos y aumenta la presión dentro de los vasos. Si se administra una prueba de fluidos efectiva, aumentará, al menos transitoriamente, el volumen de estrés y causará un aumento de la PMSF. Esto aumenta la precarga cardíaca, lo que en última instancia aumenta el gasto cardiaco en los pacientes que responden a la precarga de acuerdo con el principio de Frank-Starling (29–33).

El principio de Frank-Starling, también conocido como mecanismo de Frank-Starling, es un principio fisiológico que explica cómo responde el corazón a los cambios en el retorno venoso. Cuando las cámaras del corazón se llenan de más sangre, el corazón se estira y se contrae con más fuerza, bombeando más sangre al cuerpo. La fuerza de contracción de una fibra muscular cardíaca es proporcional a la longitud inicial del sarcómero, también conocida como precarga. El volumen sistólico del ventrículo izquierdo aumenta a medida que aumenta el volumen telediastólico del ventrículo izquierdo, hasta que se alcanza la precarga óptima. En este punto, el volumen sistólico permanece relativamente constante(34).

2.1.5. Definición del Índice de Colapsabilidad de la Vena Yugular Interna (IC-VJI)

El índice de colapsabilidad de la vena yugular interna (IC- VJI) es una medida que se utiliza para evaluar el estado de volumen intravascular y la presión venosa central (PVC) en pacientes, especialmente en contextos críticos como en unidades de cuidados intensivos. Este índice se calcula mediante el ultrasonido, observando los cambios en el diámetro de la vena yugular interna durante el ciclo respiratorio (35).

El IC-VJI mide la diferencia entre el diámetro máximo de la vena yugular interna durante la inspiración y el diámetro mínimo durante la espiración. Este cambio en el diámetro refleja la variabilidad en la presión intratorácica y puede ser indicativo del estado de volumen del paciente (35).

El IC-VJI se calcula utilizando la siguiente fórmula: Índice de viscosidad de la ionización (%), siendo el [(diámetro máximo de la IJV - diámetro mínimo de la IJV)

/diámetro máximo de la IJV]*100. La vena yugular interna es una vena superficial que se puede utilizar para evaluar el estado del volumen intravascular. La vena yugular interna también se puede utilizar para estimar aproximadamente la presión en la aurícula derecha observando las pulsaciones y su altura en la vena. El fluido responde si se obtuvo un aumento en el IC-VJI $\geq 15\%$ después de la maniobra PLR, y no responde si el IC-VJI fue $< 15\%$.

2.1.6. Procedimiento para la medición del Índice de Colapsabilidad de la Vena Yugular Interna (IC-VJI)

2. Posicionamiento del Paciente:

- a. Coloque al paciente en decúbito supino con el cuello ligeramente extendido y girado hacia el lado opuesto del examen (35–37).

3. Localización de la Vena Yugular Interna:

- a. Utilice un transductor lineal de ultrasonido para localizar la vena yugular interna en el cuello. La vena yugular interna se encuentra en el triángulo cervical anterior, que está delimitado por la clavícula, el músculo esternocleidomastoideo y la arteria carótida. La vena yugular interna suele estar situada superficial y lateral a la arteria carótida (35–37).

4. Medición del Diámetro

- a. Se realizan las mediciones durante la inspiración, cuando el diámetro es máximo y durante la espiración, cuando el diámetro es mínimo (35–37).

5. Cálculo del Índice de Colapsabilidad:

- a. Para calcular el índice de colapsabilidad se calcula la siguiente fórmula (35–37):

$$IC - VJI = \frac{(\text{Diámetro máximo} - \text{diámetro mínimo de la vena yugular interna})}{\text{Diámetro máximo de la vena yugular interna}} \times 100$$

2.1.7. Estudios originales previos sobre predicción de respuesta a volumen mediante cambios en el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna con la elevación pasiva de piernas en choque hipovolémico

Horejsek y cols. evaluaron la precisión diagnóstica de IC- VJI como predictor de la respuesta a los líquidos en pacientes con respiración espontánea después de una cirugía cardíaca. En este estudio se inscribieron 54 pacientes con respiración espontánea el primer día posoperatorio después de un injerto de derivación de la arteria coronaria. Se recogieron datos hemodinámicos junto con una evaluación ecográfica simultánea de la IC- VJI al inicio y después de la EPP. El índice cardíaco continuo (IC), el volumen sistólico (VS) y la variación del volumen sistólico (VSV) se evaluaron y la respuesta a los líquidos se definió como un aumento del IC $\geq 10\%$ después de la EPP. Entre los resultados se encontró que 31.5% fueron pacientes que respondieron a los líquidos. Los pacientes que respondieron mostraron diámetros inspiratorios y espiratorios significativamente menores de la vena yugular interna al inicio, pero IC- VJI fue comparable ($P = 0.7$). Utilizando el punto de corte del 20%, IC- VJI predijo la respuesta a los líquidos con una sensibilidad del 76.5% y una especificidad del 38.9% (AUCROC 0.55). Se concluyó que, en pacientes con respiración espontánea después de la revascularización coronaria quirúrgica, IC- VJI no predijo la respuesta a los líquidos (38).

Iizuka y cols. evaluaron la utilidad de IC- VJI y las venas subclavias (VSC) en comparación con la IC- VJI en pacientes que recibían ventilación con soporte de presión. Se inscribió prospectivamente a 27 pacientes que recibían ventilación con soporte de presión cuando la administración de bolo de líquido estaba clínicamente indicada. La respuesta a los líquidos se definió como un aumento del 8% en el volumen sistólico calculado con el análisis del contorno del pulso arterial después de una maniobra pasiva de elevación de la pierna. Los autores encontraron que el AUCROC de IC- VJI derecha fue de 0.88, mientras que el AUCROC para el IC- VJI izquierda fue de 0.57. Estos resultados sugieren que IC- VJI es un predictor útil de la respuesta a los líquidos en pacientes que reciben ventilación con soporte de presión (39).

En otro estudio realizado por Xie y cols. se investigó el efecto de diferentes grados de EPP en el área transversal de la vena yugular interna y en la tasa de éxito de la canulación de esta vena en pacientes que esperan una cirugía torácica. Se inscribieron en este estudio 82 pacientes que fueron asignados aleatoriamente en 3 grupos: 0°, 30° y 50°. El área transversal promedio de la vena yugular interna derecha en posición supina, posición EPP de 30° y posición EPP de 50° fue de $1.39 \pm 0.63 \text{ cm}^2$, $1.65 \pm 0.73 \text{ cm}^2$ y $1.68 \pm 0.71 \text{ cm}^2$, respectivamente. Estos resultados mostraron aumentos graduales en el área transversal de la vena yugular interna de 18.5% (EPP de 30°) y 20.2% (EPP de 50°) en comparación con la posición supina ($P = 0.045$ y 0.025 , respectivamente. Sin embargo, solo el tiempo de ayuno tuvo un impacto significativo en el aumento del área transversal de la vena yugular interna derecha en diferentes ángulos de EPP ($P = 0.026$). Las tasas de éxito de la cateterización de la vena yugular interna en ángulos de 0°, 30° y 50° fueron 84.3, 88 y 92%, respectivamente; sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los tres grupos ($P = 0.674$). Se concluyó que EPP aumenta el área transversal de la vena yugular interna derecha, especialmente en pacientes con tiempos de ayuno prolongados antes de la cirugía torácica (40).

Yang y cols. tuvieron como objetivo identificar predictores específicos de la hipotensión inducida por anestesia general midiendo el diámetro de la vena subclavia en posición supina versus EPP. En este estudio se inscribieron 107 pacientes que se sometieron a cirugía laparoscópica ginecológica electiva bajo anestesia general. La hipotensión se definió como una presión arterial media (PAM) por debajo de 60 mmHg o más del 30% por debajo del valor basal. Los pacientes se dividieron en dos grupos según la presencia (Grupo H) o ausencia (Grupo N) de hipotensión postanestésica. Se observó que 25.2% pacientes experimentaron hipotensión. El AUCROC de diámetro de la vena subclavia fue de 0.75 ($P < 0.001$). La razón de probabilidades (OR) de diámetro de la vena subclavia fue de 1.18 ($P < 0.001$) para predecir el desarrollo de hipotensión. Por lo tanto, el diámetro de la vena subclavia tiene valor predictivo de hipotensión después de anestesia general (41).

Ma G et al., evaluaron la variabilidad de la vena yugular interna predice la respuesta a los líquidos en pacientes quirúrgicos cardíacos con ventilación

mecánica, obteniendo como resultado que el 50% de los pacientes respondieron a los líquidos. Los respondedores presentaron mayor IJVV, IVCV y variación del volumen sistólico (SVV) en comparación con los no respondedores al inicio ($P < 0,05$). La relación entre IJVV y SVV estuvo moderadamente correlacionada ($r = 0,51$, $P < 0,01$). Las áreas bajo las curvas ROC para predecir la respuesta a los líquidos fueron 0,88 (IC 0,78-0,94) para IJVV en comparación con 0,83 (IC 0,72-0,91), 0,97 (IC 0,89-0,99), 0,91 (IC 0,82-0,97) para IVCV, SVV y el aumento del volumen sistólico en respuesta a una prueba PLR, respectivamente(42).

JUSTIFICACIÓN

Magnitud e impacto. El choque hipovolémico es una emergencia médica frecuente, con una mortalidad que puede alcanzar el 30-40% en casos severos. La reanimación con líquidos es una intervención crítica, pero la sobrecarga de volumen puede llevar a complicaciones graves como edema pulmonar, prolongación de la ventilación mecánica y aumento de la mortalidad. La identificación precisa de los pacientes que responderán a la administración de volumen es fundamental para optimizar el manejo y mejorar los resultados clínicos.

Trascendencia. La comparación del ICVYI y la EPP para predecir la respuesta a volumen en choque hipovolémico es relevante por varias razones: primero, permitirá determinar qué método es más preciso y confiable en este contexto específico, mejorando la toma de decisiones clínicas. Segundo, podría llevar a la implementación de protocolos más efectivos para la reanimación con líquidos en choque hipovolémico. Tercero, contribuirá al conocimiento científico sobre la evaluación hemodinámica no invasiva en cuidados críticos. Y cuarto, potencialmente reducirá las complicaciones asociadas a la sobrecarga de volumen y mejorará los resultados clínicos de los pacientes.

Factibilidad. El estudio es viable dado que utiliza técnicas no invasivas y equipamiento habitualmente disponible en unidades de cuidados intensivos. No requiere intervenciones adicionales de riesgo ni inversión significativa en recursos.

6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La corrección de la hipovolemia es de suma importancia durante los cuidados críticos posoperatorios de los pacientes de cirugía cardíaca. Sin embargo, su corrección debe guiarse cuidadosamente para evitar una expansión innecesaria del volumen. Se ha demostrado que las variaciones cíclicas inducidas por la ventilación mecánica en el diámetro de la vena cava son predictores precisos de la respuesta a los líquidos. La hipovolemia puede provocar una perfusión inadecuada de los órganos, mientras que la sobrecarga de líquidos puede provocar complicaciones posoperatorias como insuficiencia cardíaca congestiva o edema pulmonar.

Es imperativo predecir la respuesta del paciente a los líquidos antes de la expansión de volumen. La ecografía no invasiva y en el punto de atención parece cumplir los criterios de una herramienta ideal en la cabecera del paciente para la evaluación del estado de los líquidos.

La medición del cambio de diámetro de la vena yugular interna se logra fácilmente con ultrasonido con un entrenamiento mínimo, ya que este enfoque se utiliza con frecuencia para la cateterización de la vena central guiada por ultrasonido; teniendo una sensibilidad de 91,43% y una especificidad de 82,86% en pacientes quirúrgicos cardíacos ventilados mecánicamente.

La variabilidad de la vena yugular interna (VYI) se ha estudiado en varios estudios, pero su confiabilidad no ha sido bien confirmada en pacientes que acuden a los servicios de urgencias. El objetivo de este estudio fue evaluar la confiabilidad de la VYI, tal como se visualiza por ultrasonido, para predecir la respuesta a los fluidos en pacientes atendidos en el área de urgencias adultos.

7. OBJETIVOS

a. OBJETIVO GENERAL

Identificar el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna pre y post elevación pasiva de piernas predice respuesta a volumen en pacientes con choque hipovolémico.

b. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el perfil demográfico, antropométrico de los pacientes incluidos y la etiología del choque hipovolémico.
- Identificar la frecuencia cardiaca y presión arterial basales.
- Determinar el Índice de colapsabilidad de la vena yugular interna (IJV-CI) previo a la elevación pasiva de piernas y posterior a la elevación pasiva de piernas.
- Determinar el volumen sistólico previo a la elevación pasiva de piernas, posterior a la elevación pasiva de piernas y posterior a la administración de volumen.
- Determinar la frecuencia de respondedores teóricos de volumen, y la frecuencia de respondedores reales a volumen.
- Determinar el área bajo la curva de los respondedores teóricos de volumen para predecir respuesta a volumen.
- Identificar el punto de corte del índice de colapsabilidad de la vena yugular para predecir respuesta a volumen.

HIPÓTESIS

Hipótesis alterna (H1)

El índice de colapsabilidad de la vena yugular interna pre y post elevación pasiva de piernas predice significativamente la respuesta a volumen en pacientes con choque hipovolémico.

Hipótesis nula (H0)

El índice de colapsabilidad de la vena yugular interna pre y post elevación pasiva de piernas no predice significativamente la respuesta a volumen en pacientes con choque hipovolémico.

8. MATERIAL Y MÉTODOS

El diseño del estudio fue transversal, prospectivo, observacional, unicéntrico y homodémico con diagnóstico de choque hipovolémico ingresados al Servicio de Urgencias del Hospital General Zona Norte Puebla en el periodo septiembre a noviembre 2024. Se midió el ICVYI mediante ultrasonografía modo B y se realizó la prueba de EPP midiendo al término de nuevo el ICVYI. Se elaboró un muestreo no probabilístico de casos consecutivos. Se midieron los diámetros anteroposteriores de las venas yugular interna, vena cava inferior y vena cava inferior. La respuesta a los líquidos se definió como un aumento del 8 % en el volumen sistólico calculado con el análisis del contorno del pulso arterial después de una maniobra pasiva de elevación de la pierna. Se calcularon la sensibilidad, especificidad, valores predictivos y curvas ROC para evaluar la capacidad del ICVYI tras la EPP para predecir respuesta a volumen.

Criterios de inclusión

- Pacientes usuarios del servicio de urgencias de los servicios de salud IMSS bienestar de 18 años a 75 años de edad.
- Pacientes que cuenten con diagnóstico de choque hipovolémico y que ingresaron al Servicio de Urgencias del Hospital General Zona Norte Puebla
- Paciente o familiar responsable que acepten la participación del paciente mediante la firma de consentimiento informado al estudio.

Criterios de exclusión

- Paciente con diagnóstico de choque cardiogénico, distributivo y obstructivo

Criterios de eliminación

- Cuestionarios o expedientes incompletos
- Paciente referido a otra unidad.
- Paciente con egreso voluntario.
- Paciente que falleció en las primeras 24 horas de estancia.

Técnicas y procedimientos

1. Este estudio fue sometido a revisión por los Comités de Bioética en Investigación e Investigación del Hospital General Zona Norte Puebla.

2. Tras su aprobación se invitó a familiares de pacientes con participar a pacientes mayores de 18 años y ambos géneros con diagnóstico de choque hipovolémico y cumplan con los criterios de selección. Si aceptaban la participación del paciente, se les pidió firmar carta de consentimiento informado para participar en el estudio.

3. Posteriormente, se midió el ICVYI basal mediante ultrasonografía, luego se realizó la prueba de EPP antes y se volvió a medir el ICVYI. Se administraron 100 CC (FLUID CHALLENGE) y se evaluó la respuesta hemodinámica, considerando como criterio de respuesta a volumen un aumento $\geq 10\%$ en el gasto cardíaco o en el volumen sistólico tras la administración de volumen.

4. Se registró además información clínica de interés de los pacientes para realizar un análisis estadístico en el programa SPSS v.26, calcular sensibilidad, especificidad, valores predictivos y curvas ROC para evaluar la capacidad del ICVYI pre y post- EPP para predecir respuesta a volumen.

Plan de Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realizará en el programa SPSS v.25 para Mac, y consistirá en una parte descriptiva y otra inferencial. Con la prueba Kolmogorov-Smirnov se evaluará la distribución de los datos.

Para el análisis descriptivo de los resultados se utilizarán frecuencias absolutas y porcentajes para variables cualitativas; para las variables cuantitativas se utilizarán medias o medianas con desviaciones estándar o rango intercuartilar según la distribución de los datos.

Se realizarán curvas ROC para determinar la capacidad del índice de colapsabilidad para predecir respuesta a volumen. También, se estimarán la sensibilidad y especificidad del mejor punto de corte del ICVYI para predecir respuesta a volumen. Una $p < 0.05$ se considerará significativa.

Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Unidades de Medición	Tipo de Variable
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento	Edad del paciente al momento de la consulta.	Años	Cuantitativa discreta
Sexo	Características físicas y sexuales que distinguen al hombre de la mujer y permiten denominar al individuo como masculino o femenino.	Clasificación del paciente en masculino o femenino al momento de la evaluación	Masculino Femenino	Cualitativa nominal
IMC	Medida que relaciona el peso y la estatura del cuerpo humano	Estimación del índice de masa corporal durante el estudio.	Kg/m ²	Cuantitativa continua
Etiología del choque hipovolémico	Causa subyacente del choque hipovolémico	Identificación de la causa del choque hipovolémico ocurrido durante el estudio.	Hemorragia Deshidratación severa Quemaduras extensas Pérdida de fluido en el tercer espacio Trastornos endocrinos Otra	Cualitativa nominal
Frecuencia cardíaca basal	Número de latidos del corazón por minuto en reposo	Medición de la frecuencia cardíaca estimada durante el estudio clínico antes de cualquier intervención.	Latidos por minuto (lpm)	Cuantitativa discreta
Presión arterial media	Promedio ponderado de la presión arterial en un ciclo cardíaco completo	Medición de la presión arterial media durante el estudio clínico.	mmHg	Cuantitativa continua

Índice de colapsabilidad de la vena yugular interna (IJV-CI)	Variación en el diámetro de la vena yugular interna durante el ciclo respiratorio	Medición del IJV-CI antes y después de la elevación pasiva de piernas, durante el estudio mediante ultrasonografía.	%	Cuantitativa continua
Volumen sistólico	Cantidad de sangre expulsada por el ventrículo izquierdo del corazón en cada contracción	Medición del volumen sistólico registrado antes y después de la elevación pasiva de piernas, mediante técnicas no invasivas. Se medirá previo a la elevación pasiva de piernas	mL	Cuantitativa continua
Volumen sistólico post-administración de volumen	Cantidad de sangre expulsada por el ventrículo izquierdo del corazón en cada contracción después de administrar volumen	Medición del volumen sistólico post-administración de volumen estimado durante el estudio.	mL	Cuantitativa continua
Respuesta a volumen	Cambio en el volumen sistólico o gasto cardíaco después de la administración de volumen	Evaluación de si el paciente es respondedor o no. Criterio: Elevación de más del 10% del volumen sistólico o del gasto cardíaco tras la administración de volumen	Sí No	Cualitativa dicotómica

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta el cronograma de actividades.

Cronograma de actividades															
	Enero 2024			Abril 2024			Mayo 2024 – Junio 2024			Julio 2024 – Agosto 2024			Septiembre 2024		
1.- Búsqueda bibliográfica	R	R	R												
2.- Diseño del protocolo				R	R	R									
3.- Aprobación del protocolo							R	R	R						
4.- Ejecución del protocolo y recolección de datos										R	R	R			
5.- Análisis de datos y elaboración de tesis													R	R	R

R= Realizado

P= Pendiente

ASPECTOS ÉTICOS

El presente proyecto de investigación se someterá a evaluación por los Comités Locales de Investigación y Bioética en Salud para su valoración y aceptación.

Este estudio se realizará en seres humanos y prevalecerá el criterio de respeto a su dignidad y la protección de sus derechos considerando el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de investigación para la salud en su artículo 17, ya que esta investigación se califica **con riesgo mínimo** puesto que se realizarán al paciente evaluaciones ultrasonográficas para medir el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna, un proceso inocuo que no incrementa el riesgo del paciente.

Este proyecto también se apega a los siguientes documentos y declaraciones:

-Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Que establece los Principios Éticos para las investigaciones Médicas en Seres Humano, adaptada por la 8° Asamblea Médica Mundial, Helsinki Finlandia en junio de 1964. Así como a la última enmienda hecha por la última en la Asamblea General en octubre 2013, y a la Declaración de Taipei sobre las consideraciones éticas sobre las bases de datos de salud y los biobancos que complementa oficialmente a la Declaración de Helsinki desde el 2016; de acuerdo a lo reportado por la Asamblea Médica Mundial.

-Declaración de Ginebra de la Asociación Médica Mundial que vincula al médico con la necesidad de “velar solícitamente y ante todo por la salud del paciente”.

-Código de Nuremberg. Que en su primera disposición señala “es absolutamente esencial el consentimiento informado o voluntario del sujeto humano”. Aquí lo llevaremos a cabo al obtener el consentimiento informado de los sujetos de estudio quienes aceptan participar de forma libre, sin presiones y de igual forma pueden retirarse cuando así lo decidan.

No se expondrá a riesgos ni daños innecesarios al participante y se requerirá firma de carta de consentimiento informado para incluir al paciente en el estudio. Para obtener el consentimiento, se explicará al paciente en qué consiste el estudio, los riesgos, beneficios de participar, así como el objetivo y justificación del estudio. De

la misma manera, se le mencionará que no habrá repercusión negativa alguna en caso de que no quiera participar.

Habrá completo respeto de los principios bioéticos de Beauchamp y Childress, que incluyen: respeto, beneficencia, no maleficencia y justicia.

- La autonomía tiene que ver con el respeto a la autodecisión, autodeterminación, al respecto de la privacidad de los pacientes y a proteger la confidencial de los datos.
- El principio de beneficencia aplica para nuestro estudio dado que, la finalidad del estudio es prevenir el daño, eliminar el daño o hacer el bien a otros.
- El principio de no maleficencia consiste, la obligación de no infringir daño intencionadamente, no causar dolor o sufrimiento, no matar, ni incapacitar, no ofender y en no dañar sus intereses.
- Con respecto de principio de justicia, que consiste en «dar a cada uno lo suyo», es decir a dar el tratamiento equitativo y apropiado a la luz de lo que es debido a una persona, de forma imparcial, equitativa y apropiada; en este estudio todos pacientes podrán ser incluidos con la misma probabilidad.

Se apegó al correcto resguardo de los datos y se mantendrá absoluta confidencialidad de estos. Esto de acuerdo a la Ley Federal de Protección de Datos Personales, a la NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico (apartados 5.4, 5.5 y 5.7).

RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD

Recursos materiales

- Se requiere de impresora, hojas, copias, lápices, borradores y carpetas.
- Se requiere acceso a expedientes y una computadora portátil con SPSS.

Recursos humanos

- Investigador principal: Pedro Osimar Juárez Pérez- Residente de Urgencias
- **Tutor de Tesis: Dr. Jesús Martínez Ramos**

Recursos financieros

La papelería será proporcionada por los investigadores y no se requiere inversión financiera adicional por parte de la institución, ya que se emplearán los recursos con los que se cuenta actualmente.

Factibilidad

Este estudio se puede llevar a cabo porque se tiene el acceso a pacientes en volumen suficiente, se requiere de inversión mínima, y se tiene la capacidad técnica para llevarlo a cabo.

9. RESULTADOS

Se estudió un total de 60 expedientes de pacientes admitidos en el servicio de urgencia con diagnóstico de choque hipovolémico del Hospital general, zona norte en Puebla, México. Se encontró una mediana de la edad de 39 años en los pacientes participantes (ver tabla 1) y el sexo que se presentó con mayor frecuencia, fue el sexo masculino que correspondió al 51.67% de los pacientes registrados. (Ver tabla 2).

Tabla 1. Mediana de la edad de los pacientes

N=60		
Variables	Mediana	RIC
Edad	39	19.5

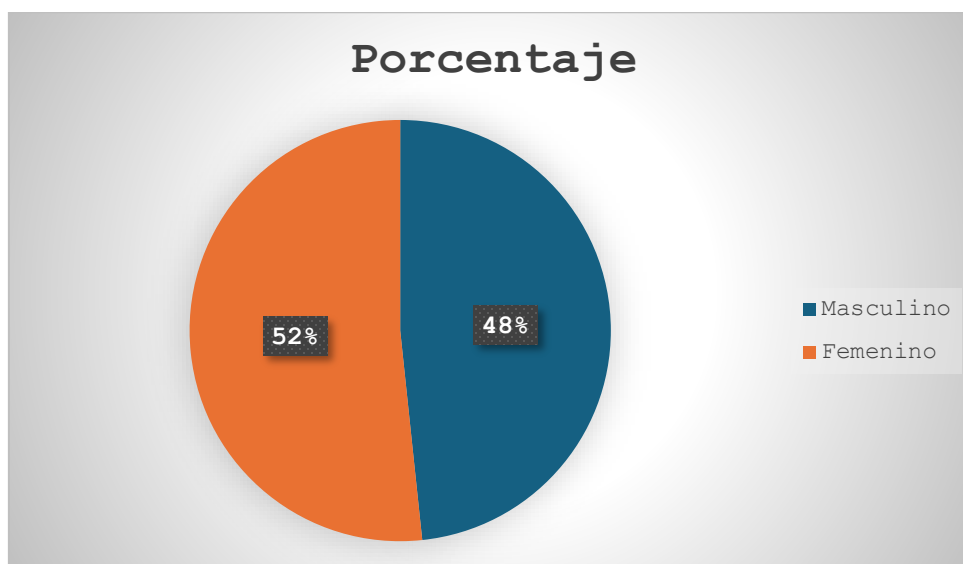
Fuente: Predicción de respuesta a volumen mediante el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna pre y post- elevación pasiva de piernas en choque hipovolémico.

Tabla 2. Sexo de los pacientes

N=60				
Sexo	Frecuencia	Porcentaje	IC 95%	
			Inferior	Superior
Femenino	29	48.33	35.69	60.97
Masculino	31	51.67	39.03	64.31

Fuente: Predicción de respuesta a volumen mediante el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna pre y post- elevación pasiva de piernas en choque hipovolémico.

Gráfica 1. Sexo de los pacientes



El índice de masa corporal correspondió a una mediana de 28.2 kg sobre metros al cuadrado (Ver tabla 3). En cuanto a las diferentes etiologías del choque se encontró que aquella más frecuente fue la etiología hemorrágica en el 46.67% de los pacientes, seguido de los trastornos endocrinos en el 45% de los pacientes. (Ver tabla 4).

Tabla 3. IMC de los pacientes

N=60		
Variabes	Mediana	RIC
IMC	28.2	8.6

Fuente: Predicción de respuesta a volumen mediante el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna pre y post- elevación pasiva de piernas en choque hipovolémico.

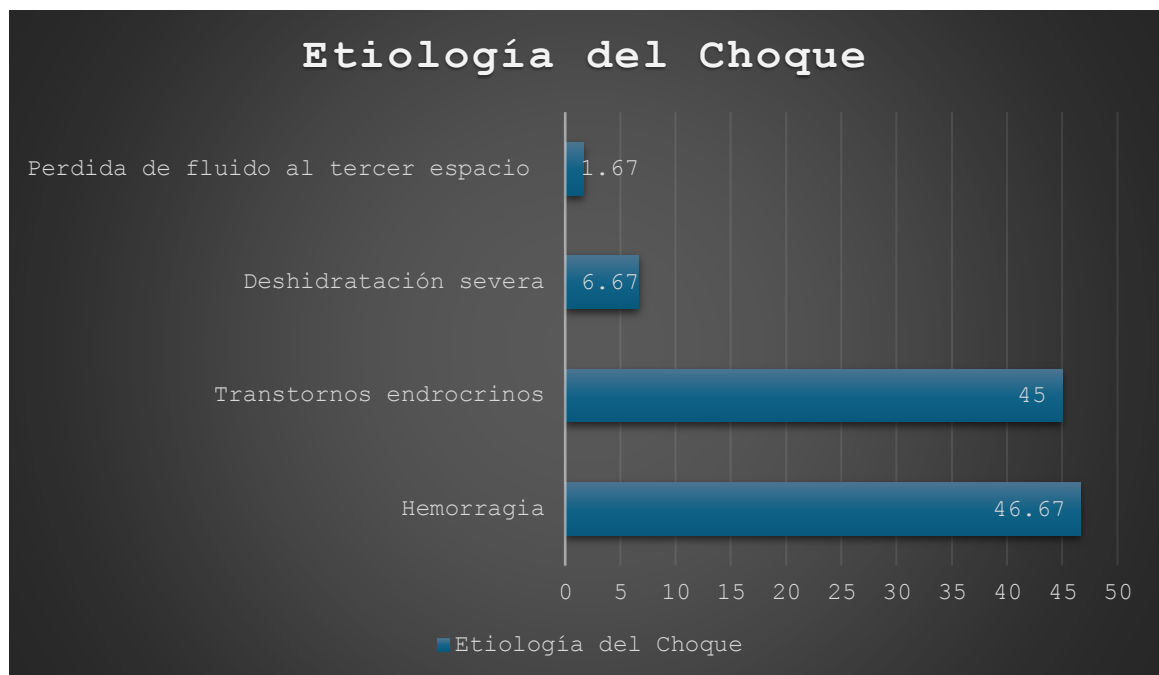
Tabla 4. Frecuencia de etiología del choque

N=60

Estado civil	Frecuencia	Porcentaje	IC 95%	
			Inferior	Superior
Hemorragia	28	46.67	34.05	59.29
Transtornos endocrinos	27	45.00	32.41	57.59
Deshidratación severa	4	6.67	0.36	12.98
Perdida de fluido al tercer espacio	1	1.67	0	4.91

Fuente: Predicción de respuesta a volumen mediante el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna pre y post- elevación pasiva de piernas en choque hipovolémico.

Gráfica 2. Etiología del choque



La frecuencia cardiaca basal de los pacientes puede 108.5 lpm, la presión arterial media fue de 62 mmHg, en cuanto al IJVCi la mediana de la medición fue de 40%, con un volumen sistólico pre-administración de volumen de 60.5 ml y un volumen posterior de 67.5 ml. (Ver tabla 5). El 60% de los pacientes presentaron respuesta a la administración de volumen durante el estudio. (Ver tabla 6).

Tabla 5. Parámetros cardiacos y volúmenes para la medición del IJVCi

N=60

Variables	Mediana	RIC
FC basal	108.5	19
PAM	62	3
IJVCi	40	22.70
Volumen sistólico pre	60.5	10.5
Volumen sistólico post	67.5	14

Fuente: Predicción de respuesta a volumen mediante el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna pre y post- elevación pasiva de piernas en choque hipovolémico.

Tabla 6. Respuesta a volumen

N=60

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje	IC 95%	
			Inferior	Superior
Sí	36	60.00	47.60	72.40
No	24	40.00	27.60	52.40

Fuente: Predicción de respuesta a volumen mediante el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna pre y post- elevación pasiva de piernas en choque hipovolémico.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al utilizar el IJVCi como un proyector de la respuesta a volumen en pacientes con choque hipovolémico, se encontró un área bajo la curva de 0.26, determinando a través del

índice de Youden, un valor mayor o igual que 39.02 de IJVCÍ como el mejor punto de discriminación con una sensibilidad del 50% y una especificidad del 21.05% para la predicción de respuesta a volumen. (Ver tabla 7 y figura 1).

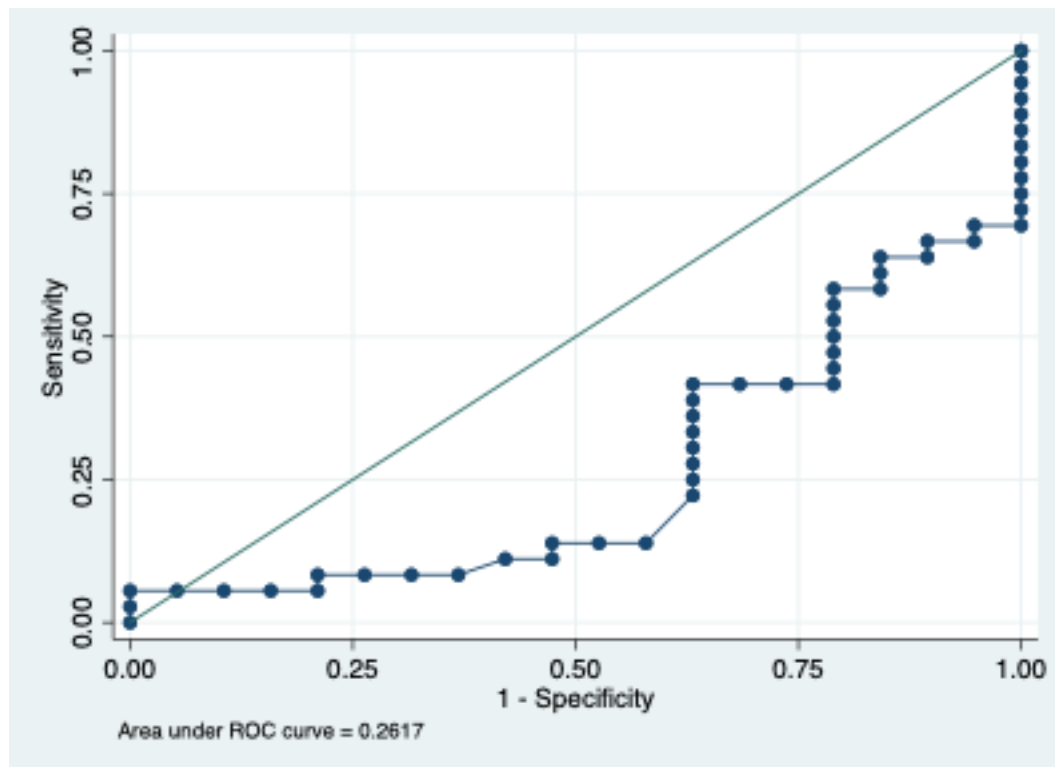
Tabla 7. IJVCÍ como predictor del éxito de respuesta al volumen

N=60

Variables	Mediana	U	P	AUC
IJVCÍ	40	1.9	0.553	0.26

Fuente: Predicción de respuesta a volumen mediante el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna pre y post- elevación pasiva de piernas en choque hipovolémico.

Figura 1. Curva ROC del IJVCÍ como predictor del éxito de respuesta al volumen



Fuente: Predicción de respuesta a volumen mediante el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna pre y post- elevación pasiva de piernas en choque hipovolémico.

10. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue predecir la respuesta a volumen mediante el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna pre y post- elevación pasiva de piernas en choque hipovolémico como un indicador simple, encontrándose que la mediana de la edad fue de 39 años, afectando más frecuentemente al sexo masculino en un 51.67%. El choque hipovolémico puede ocurrir cuando una persona pierde más del 15 al 20% de su volumen sanguíneo. Dentro de las características más frecuentes encontrados en los pacientes con choque hipovolémico son el sexo masculino, edades entre los 40 a 50 años, antecedente de sangrado interno o externo y puede ser causado por lesiones traumáticas, cirugía, un aneurisma roto o problemas gastrointestinales. Además de pérdida de líquidos puede ser causada por vómitos, diarrea, quemaduras, pancreatitis o sudoración excesiva(43,48). En los resultados se obtuvo que la causa más frecuente del choque hipovolémico fue la presencia de hemorragias, seguidos de los trastornos endocrinos. Cabe destacar que el hospital es de referencia por lo que la variabilidad de los pacientes ingresados tiene diverso diagnóstico.

Al realizar las mediciones de la frecuencia cardiaca basal de los pacientes fue de 108.5 lpm, con una la presión arterial media fue de 62 mmHg, en cuanto al IJVCi la mediana de la medición fue de 40%, con un volumen sistólico pre-administración de volumen de 60.5 ml y un volumen posterior de 67.5 ml. Se encontró además que el 60% de los pacientes presentaron respuesta a la administración de volumen durante el estudio. Estos resultados son similares a los reportados por Erol et al., en el que evaluaron la ecografía de la vena yugular como marcador de hipovolemia, en la que los resultados preliminares revelaron que las LL de cIJV y el índice de colapso de IJV no estaban bien correlacionados (Coeficiente de correlación ρ de Spearman, 0,257; $r = 0,128$)(49).

Así mismo al comparar la estimación ecográfica del índice de colapsabilidad de la vena yugular interna (VYI) con el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior (VCI) y la presión venosa central (PVC), por Jassim et al., obtuvieron como resultado que las correlaciones entre CVP y IYV-CI (índice de colapsabilidad) a 0° fueron $r = -0,484$ ($P = 0,0001$). El índice de colapsabilidad de la vena yugular interna,

especialmente a una elevación de la cabecera de 30°, se puede utilizar como un enfoque de primera línea para la evaluación no invasiva en la cama del paciente del estado de la PVC/líquidos en pacientes críticos(45).

Las limitaciones de este estudio es que al tener un diseño de medidas repetidas para nuestro estudio utilizando solo un participante. Si bien esto puede introducir cierto sesgo, la consistencia de los resultados puede implicar una mejor validez externa. Además, en estudios futuros se debe realizar una comparación con mediciones venosas centrales invasivas para validar externamente este método.

11. CONCLUSION

La vena yugular se ha utilizado como indicador de PVC en el examen físico durante muchos años. Los cambios en el diámetro de la vena yugular pueden proporcionar información valiosa sobre el volumen sanguíneo del paciente.

De acuerdo con los resultados, no se encontró que el índice de colapso de la vena yugular interna sea un parámetro útil para la evaluación de hipovolemia, la LL de la vena yugular interna es un marcador más valioso para la detección de pérdida de sangre en la cama del paciente. El IJVCi no fue estadísticamente significativo como un predictor de la respuesta a volumen en pacientes con choque hipovolémico. Por lo que al no realizar mediciones seriadas del diámetro y el área de la vena yugular, no pudimos evaluar los cambios a lo largo del tiempo, destacando que este dato podría influir en nuestros hallazgos.

Es importante destacar que la medición del diámetro de la vena yugular es una técnica no invasiva y de fácil aprendizaje que se puede aplicar con facilidad para el paciente que no se puede movilizar o se encuentra en estado crítico, sin provocar ninguna dificultad en pacientes obesos y con distensión por gases, como ocurre en la vena cava.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. Bonanno FG. Management of Hemorrhagic Shock: Physiology Approach, Timing and Strategies. *J Clin Med* [Internet]. 2023 Jan 1 [cited 2024 Jul 25];12(1):260. Available from: /pmc/articles/PMC9821021/
2. Kashani K, Omer T, Shaw AD. The Intensivist's Perspective of Shock, Volume Management, and Hemodynamic Monitoring. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology* [Internet]. 2022 May 1 [cited 2024 Jul 25];17(5):706–16. Available from: https://journals.lww.com/cjasn/fulltext/2022/05000/the_intensivist_s_perspective_of_shock,_volume.13.aspx
3. Jassim HM, Naushad VA, Khatib MY, Chandra P, Abuhmaira MM, Koya SH, et al. IJV collapsibility index vs IVC collapsibility index by point of care ultrasound for estimation of CVP: a comparative study with direct estimation of CVP. *Open Access Emerg Med* [Internet]. 2019 [cited 2024 Jul 25];11:65. Available from: /pmc/articles/PMC6452797/
4. Iizuka Y, Nomura T, Sanui M, Mochida Y, Aomatsu A, Lefor AK. Collapsibility of the Right Internal Jugular Vein Predicts Responsiveness to Fluid Administration in Patients Receiving Pressure Support Ventilation: A Prospective Cohort Study. *J Clin Med Res* [Internet]. 2020 [cited 2024 Jul 25];12(3):150. Available from: /pmc/articles/PMC7092757/
5. Simon A. Sepsis: Therapieerfolg durch “surviving Sepsis Guidelines” vorhersagbar? *Anesthesiologie Intensivmedizin Notfallmedizin Schmerztherapie* [Internet]. 2020 Apr 15 [cited 2024 Jul 25];55(1):8–9. Available from: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-019-2414-9>
6. Ramasco F, Nieves-Alonso J, García-Villabona E, Vallejo C, Kattan E, Méndez R. Challenges in Septic Shock: From New Hemodynamics to Blood Purification Therapies. *J Pers Med* [Internet]. 2024 Feb 1 [cited 2024 Jul 25];14(2). Available from: /pmc/articles/PMC10890552/
7. Blumlein D, Griffiths I. Shock: aetiology, pathophysiology and management. *British Journal of Nursing*. 2022 Apr 21;31(8):422–8.
8. Taghavi S, Nassar AK, Askari R. Hypovolemic Shock. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
9. Shagana JA, Dhanraj M, Jain AR, Osa TN. Hypovolemic shock-A review. *Drug Invention Today*. 2018;10(7):1102–5.
10. Cannon JW. Hemorrhagic Shock. *New England Journal of Medicine*. 2018 Jan 25;378(4):370–9.
11. Gitz Holler J, Jensen HK, Henriksen DP, Rasmussen LM, Mikkelsen S, Pedersen C, et al. Etiology of Shock in the Emergency Department: A 12-Year Population-Based Cohort Study. *Shock*. 2019 Jan;51(1):60–7.
12. Geevarghese M, Patel K, Gulati A, Ranjan AK. Role of adrenergic receptors in shock. *Front Physiol*. 2023 Jan 16;14.
13. Gitz Holler J, Jensen HK, Henriksen DP, Rasmussen LM, Mikkelsen S, Pedersen C, et al. Etiology of Shock in the Emergency Department: A 12-Year Population-Based Cohort Study. *Shock* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2024 Oct 5];51(1):60. Available from: /pmc/articles/PMC6282680/




14. Ding G. Efficacy of immediate versus delayed renal replacement therapy in septic patients undergoing continuous renal replacement therapy. *Am J Transl Res.* 2024;16(8):3646–53.
15. Oczkowski S, Alshamsi F, Belley-Cote E, Centofanti JE, Moller MH, Nunnally ME, et al. Surviving Sepsis Campaign Guidelines 2021: highlights for the practicing clinician. *Pol Arch Intern Med [Internet].* 2022 Aug 22 [cited 2024 Oct 5];132(7–8). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35791800/>
16. Phungoen P, Piyapaisarn S, Ienghong K, Kotruchin P, Mitsungrern T, Apiratwarakul K. Shock in the Emergency Department: Incidence, Etiology, and Mortality. *Journal of the Medical Association of Thailand.* 2020;103.
17. Suresh MR, Chung KK, Schiller AM, Holley AB, Howard JT, Convertino VA. Unmasking the Hypovolemic Shock Continuum: The Compensatory Reserve. *J Intensive Care Med.* 2019 Sep;34(9):696–706.
18. Hooper N, Armstrong TJ. Hemorrhagic Shock. In: *StatPearls [Internet].* Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
19. Erdman MO, Chardavoigne P, Olympia RP. School Nurses on the Front Lines of Medicine: The Approach to a Student With Severe Traumatic Bleeding. *NASN School Nurse.* 2019 Sep 28;34(5):280–6.
20. Owattanapanich N, Chittawatnarat K, Benyakorn T, Sirikun J. Risks and benefits of hypotensive resuscitation in patients with traumatic hemorrhagic shock: a meta-analysis. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2018 Dec 17;26(1):107.
21. Jones TJ, Bhattacharya B, Davis KA. Hypovolemic Shock. In: *Textbook of Emergency General Surgery.* Cham: Springer International Publishing; 2023. p. 137–46.
22. Ballas J, Roberts S. Hypovolemic Shock. In: *Critical Care Obstetrics.* Wiley; 2024. p. 585–602.
23. Mandel J, Palevsky PM. Treatment of severe hypovolemia or hypovolemic shock in adults. *Uptodate Jun.* 2023;
24. López CF, Pérez RBGR, Tapia IEX. Choque hipovolémico. *An Med Asoc Med Hosp ABC.* 2018;63(1):48–54.
25. Gordon D, Spiegel R. Fluid Resuscitation. *Emerg Med Clin North Am.* 2020 Nov;38(4):783–93.
26. Kashani K, Omer T, Shaw AD. The Intensivist’s Perspective of Shock, Volume Management, and Hemodynamic Monitoring. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology.* 2022 May;17(5):706–16.
27. Agustina AY, Wisudarti alcarina FR, Widodo U. Fluid Management for Critically Ill Patients, Based on the ROSE Concept, an Old Method but Effective Enough. *Journal of Anaesthesia and Pain.* 2024;5(1):8–14.
28. Malbrain MLNG, Langer T, Annane D, Gattinoni L, Elbers P, Hahn RG, et al. Intravenous fluid therapy in the perioperative and critical care setting: Executive summary of the International Fluid Academy (IFA). *Ann Intensive Care [Internet].* 2020 Dec 1 [cited 2024 Oct 5];10(1). Available from: </pmc/articles/PMC7245999/>
29. Jozwiak M, Mercado P, Teboul JL, Benmalek A, Gimenez J, Dépret F, et al. What is the lowest change in cardiac output that transthoracic echocardiography can detect? *Crit Care.* 2019 Dec 11;23(1):116.

30. Olivieri PP, Patel R, Kolb S, Fatima S, Galvagno SM, Haase DJ, et al. Echo is a good, not perfect, measure of cardiac output in critically ill surgical patients. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2019 Aug;87(2):379–85.
31. Pacagnella RC, Borovac-Pinheiro A. Assessing and managing hypovolemic shock in puerperal women. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2019 Nov;61:89–105.
32. Gupta S, Sankar J. Advances in Shock Management and Fluid Resuscitation in Children. *Indian J Pediatr*. 2023 Jan 30;
33. Bonanno FG. Management of Hemorrhagic Shock: Physiology Approach, Timing and Strategies. *J Clin Med*. 2022 Dec 29;12(1):260.
34. Delicce A V., Makaryus AN. Physiology, Frank Starling Law. StatPearls [Internet]. 2023 Jan 30 [cited 2024 Oct 5]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470295/>
35. Bilgili B. The value of internal jugular vein collapsibility index in sepsis. *Turkish Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2016;
36. Chawang H, Kaeley N, Bhardwaj B, Chauhan U, Baid H, Asokan R, et al. Ultrasound-guided estimation of internal jugular vein collapsibility index in patients with shock in emergency department. *Turk J Emerg Med*. 2022;22(4):206.
37. Parikh R, Spring M, Weinberg J, Reardon CC, Farber HW. Use of ultrasound-measured internal jugular vein collapsibility index to determine static intracardiac pressures in patients with presumed pulmonary hypertension. *Ann Intensive Care*. 2019 Dec 28;9(1):124.
38. Horejsek J, Balík M, Kunstýř J, Michálek P, Kopecký P, Brožek T, et al. Internal jugular vein collapsibility does not predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients after cardiac surgery. *J Clin Monit Comput*. 2023 Dec 12;37(6):1563–71.
39. Iizuka Y, Nomura T, Sanui M, Mochida Y, Aomatsu A, Lefor AK. Collapsibility of the Right Internal Jugular Vein Predicts Responsiveness to Fluid Administration in Patients Receiving Pressure Support Ventilation: A Prospective Cohort Study. *J Clin Med Res*. 2020;12(3):150–6.
40. Xie S, Yu Q, Li T, Xu M, Wu J, Li Y. Comparison of the effect of different degrees of passive leg raising on the internal jugular vein cross-sectional area in patients before thoracic surgery. *BMC Anesthesiol*. 2019 Dec 17;19(1):78.
41. Yang L, Long B, Zhou M, Yu X, Xue X, Xie M, et al. Pre-anesthesia ultrasound monitoring of subclavian vein diameter changes induced by modified passive leg raising can predict the occurrence of hypotension after general anesthesia: a prospective observational study. *BMC Anesthesiol*. 2023 Jan 30;23(1):35.
42. Ma G guang, Hao G wei, Yang X mei, Zhu D ming, Liu L, Liu H, et al. Internal jugular vein variability predicts fluid responsiveness in cardiac surgical patients with mechanical ventilation. *Ann Intensive Care* [Internet]. 2018;8(1):1–9. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13613-017-0347-5>
43. Taghavi S, Nassar A k., Askari R. Hypovolemic Shock. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing [Internet]. 2023 Jun 5 [cited 2024 Oct 5]; Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513297/>
44. Gitz Holler J, Jensen HK, Henriksen DP, Rasmussen LM, Mikkelsen S, Pedersen C, et al. Etiology of Shock in the Emergency Department: A 12-Year

- Population-Based Cohort Study. Shock [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2024 Oct 5];51(1):60. Available from: /pmc/articles/PMC6282680/
45. Jassim HM, Naushad VA, Khatib MY, Chandra P, Abuhmaira MM, Koya SH, et al. IJV collapsibility index vs IVC collapsibility index by point of care ultrasound for estimation of CVP: A comparative study with direct estimation of CVP. Open Access Emergency Medicine. 2019;11(1):65–75.
 46. Monnet X, Lai C, Teboul JL. How I personalize fluid therapy in septic shock? Crit Care. 2023 Mar 24;27(1):123.
 47. Alvarado-Sánchez JI. The passive leg raising test (PLR). Colombian Journal of Anesthesiology [Internet]. 2015 Jul 1 [cited 2024 Oct 5];43(3):214–8. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-colombian-journal-anesthesiology-342-articulo-the-passive-leg-raising-test-S2256208715000255>
 48. Asfaw KG, Adugna AG, Mekonen NM, Leulseged TW, Merahi MK, Kejela S, et al. Incidence of Mortality and Predictors Among Patients with Shock Managed in the Emergency Room of a Large Tertiary Referral Hospital in Ethiopia. medRxiv [Internet]. 2024;1–20. Available from: <https://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&id=L2030783855&from=export%0Ahttp://dx.doi.org/10.1101/2024.02.10.24302628>
 49. Unluer EE, Kara PH. Ultrasonography of jugular vein as a marker of hypovolemia in healthy volunteers. Am J Emerg Med. 2013 Jan 1;31(1):173–7.

13.ANEXOS

Anexo 1: Autorización impresión de tesis por Comité de Investigación del HGZNP "BI"




COMITÉ DE INVESTIGACIÓN DEL HGZNP "BI"
ASUNTO: AUTORIZACION IMPRESIÓN DE TESIS

DRA. LIS ROSALES BÁEZ
SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO FMBUAP
P R E S E N T E.

Por Medio del presente, hago de su conocimiento que el C. Pedro Osimar Juárez Pérez del tercer año de la Especialidad de Medicina de Urgencias, realizó su Tesis con título: "INDICE DE COLAPSABILIDAD DE LA VENA YUGULAR INTERNA VERSUS ELEVACIÓN PASIVA DE PIERNAS EVALUANDO RESPUESTA A VOLUMEN EN CHOQUE HIPOVOLÉMICO" realizado en el Hospital General Zona Norte de Puebla, "Bicentenario de la Independencia", bajo la dirección del Dr. Norberto Martínez Luna y Dr. Jesús Martínez Ramos, ha sido revisada en su contenido y estructura, por lo que se autoriza para su impresión.

Sin más por el momento y agradeciendo su apoyo, le envío un cordial saludo.

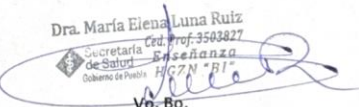
ATENTAMENTE
H. PUEBLA DE ZARAGOZA A 12 DE DICIEMBRE DE 2024
"SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCIÓN"



DRA. MARIANA LEE MIGUEL SARDANETA
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN
HGZNP "BI"

Dr. Norberto Martínez Luna
MEDICINA DE URGENCIAS
Céd. ep. 7674673

DR. NORBERTO MARTÍNEZ LUNA
ASESOR EXPERTO



Dra. María Elena Luna Ruiz
Céd. Prof. 3503827
Secretaría de Educación
Gobierno de Puebla
HGZNP "BI"


Vo. Bo.

DRA. MARIA ELENA LUNA RUIZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN
DEL HGZNP "BI"

Dr. Jesús Martínez Ramos
Medicina de Urgencias, Medicina de Resucitación
Jefatura de Urgencias
Céd. Prof. 0857492
IMSS Céd. Esp. 10213904

DR. JESÚS MARTÍNEZ RAMOS
ASESOR METODOLÓGICO

Calle 88 Fuente y 7 Nte. Infonavit San Pedro CP. 72230, Puebla, Puebla. Tel: (222) 367 9284 direccionhgznorte.asep@puebla.gob.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO

Anexo 2: Carta de consentimiento informado

Lugar	Fecha: (Día/Mes/Año)
	__/__/__
Número de registro institucional	
Nombre del investigador principal	
Nombre de la persona que participará en la Investigación:	
<p>A través de este documento que forma parte del proceso para la obtención del consentimiento informado, me gustaría invitarlo a participar en la investigación titulada:</p> <p>“Predicción de respuesta a volumen mediante el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna pre y post- elevación pasiva de piernas en choque hipovolémico”</p> <p>Antes de decidir, necesita entender por qué se está realizando esta investigación y en qué consistirá su participación. Por favor tómese el tiempo que usted necesite, para leer la siguiente información cuidadosamente y pregunte cualquier cosa que no comprenda. Si usted lo desea puede consultar con personas de su confianza (Familiar y/o Médico tratante) sobre la presente investigación.</p>	
¿Dónde se llevará a cabo esta investigación?	
<p>Esta investigación se llevará a cabo en las instalaciones de _____ ubicado en _____.</p>	
Justificación y objetivo del estudio:	
<p>Cuando alguien tiene un choque hipovolémico, significa que su cuerpo no tiene suficiente sangre o líquidos, lo que puede ser muy peligroso. Saber si una persona responderá bien a recibir más líquidos (volumen) es crucial para su tratamiento. Actualmente, usamos varias técnicas para predecir esto, pero algunas son complicadas o no siempre efectivas. En este estudio, queremos ver si medir cómo cambia el tamaño de la vena yugular interna antes y después de elevar las piernas del paciente puede ser una manera simple y efectiva de predecir si necesitan más líquidos.</p> <p>Nuestro objetivo es determinar si el índice de colapsabilidad de la vena yugular interna, medido antes y después de elevar las piernas, puede predecir de manera confiable si un paciente en choque hipovolémico responderá positivamente a la administración de volumen.</p>	
Procedimientos:	
Si acepta participar para este procedimiento, se le pedirá su autorización para medir con un ultrasonido el ancho de una vena que usted tiene en el cuello al inspirar y al expirar.	
Posibles riesgos y molestias de formar parte de esta investigación:	Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:
Usted no presentará algún problema por participar en este estudio.	Optimizar el manejo y mejorar los resultados clínicos.
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	
En caso de que detectemos que su calidad de vida está alterada, le propondremos información y tratamiento para mejorar su calidad de vida.	
Se le informa que los gastos relacionados con esta investigación que se originen a partir del momento en que, voluntariamente, acepta participar en la misma, no serán pagados por Usted. En el	

caso de que existan gastos adicionales originados por el desarrollo de esta investigación, serán cubiertos por el presupuesto de esta.
Es importante comentarle que los gastos y/o cuotas que se generen como paciente del _____ que no tengan ninguna relación con la presente Investigación, deberán ser pagados por Usted.

Participación o retiro:

Se le informa que usted tiene el derecho, en cualquier momento y sin necesidad de dar explicación de dejar de participar en la presente investigación, sin que esto disminuya la atención y calidad o se creen prejuicios para continuar con sus tratamientos y la atención que como paciente se le otorga. Únicamente tendrá que avisar a alguno de los investigadores su decisión.

Término de la investigación:

Los resultados, de manera anónima, podrán ser publicados en revistas de investigación científica o podrán ser presentados en congresos.
Es posible que sus _____ (muestras, datos no personales, información médica o genética) pueden ser usadas para otros proyectos de investigación relacionados, previa revisión y aprobación por los Comités de Investigación y de Ética en Investigación.

Aclaraciones:

- a) Su decisión de participar en la presente Investigación es **completamente voluntaria**.
- b) En el transcurso de la Investigación, usted podrá solicitar información actualizada sobre la misma, al investigador responsable.
- c) La información obtenida en esta investigación, utilizada para la identificación de cada participante será mantenida con estricta confidencialidad, conforme la normatividad vigente.
- d) Se le garantiza que usted recibirá respuesta a cualquier pregunta, duda o aclaración acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios u otros asuntos relacionados con la presente investigación.
- e) Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado.

FIRMA DE CONSENTIMIENTO

Yo, _____, manifiesto que fui informado (a) del propósito, procedimientos y tiempo de participación y en pleno uso de mis facultades, es mi voluntad participar en esta investigación.
No omito manifestar que he sido informado(a) clara, precisa y ampliamente, respecto de los procedimientos que implica esta investigación, así como de los riesgos a los que estaré expuesto ya que dicho procedimiento es considerado de _____ riesgo.

NOMBRE Y FIRMA DEL PARTICIPANTE

NOMBRE Y FIRMA DEL INVESTIGADOR PRINCIPAL

TESTIGOS

NOMBRE Y FIRMA

NOMBRE Y FIRMA

PARENTESCO: _____

PARENTESCO:

DOMICILIO:

DOMICILIO:

Nota: Los datos personales contenidos en la presente Carta de Consentimiento Informado, serán protegidos conforme a lo dispuesto en las Leyes Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública, General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados y demás normatividad aplicable en la materia.