



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS
Hospital Bautista
Tesis para optar al título de Especialista en Radiología

TEMA

**Utilidad de la ecografía de vena cava inferior en la respuesta a líquidos en
pacientes de cuidados intensivo del Hospital Bautista. Período enero 2019
a diciembre del 2020**

Autor: Dr. Eddy Marcelo Vega Medina.
Médico residente de radiología e imagen del Hospital Bautista.

Asesor Clínico: Dra. Marlen Mireya Cordero Vargas.
Médico de base de Radiología del Hospital Bautista.

Asesor Metodológico: PhD. Martha Elena Mendieta
Biotecnología médica.

Managua, marzo 2021

Opinión del Tutor

La presente tesis para optar al grado de radiólogo estudia las mediciones del índice de la vena cava por ultrasonido a través de las medidas de Colapsabilidad en diferentes patologías buscando predecir la respuesta a líquidos de una muestra de pacientes críticos del Hospital Bautista.

El presente estudio realizado por el Dr. Eddy Marcelo Vega Medina pretende integrar y estandarizar la técnica de vena cava inferior en el tratamiento de pacientes de la unidad de cuidado intensivos del Hospital Bautista al evidenciar que es una alternativa de fácil aplicación, económica y no invasiva en la evaluación de sobrehidrataciones. Es una técnica de gran aceptación en el ámbito internacional y es de vital interés de ámbito nacional para controlar los cuadros de sobrehidratación que agravan más el cuadro de los pacientes críticos. Esta técnica también requiere de un trabajo en equipo y una sinergia constante con el médico intensivista para potencializar la efectividad de los recursos y salvaguardar la vida de los pacientes.

He leído y revisado la tesis monográfica realizada por el Dr. Vega Medina cuyo tema es “Utilidad de la ecografía de vena cava inferior en la respuesta a líquidos en pacientes de cuidados intensivo del Hospital Bautista. Período enero 2019 a diciembre del 2020”, según mi criterio, el estudio es relevante y fortalece las referencias bibliográficas de estudios nacionales, cumpliendo además con las normas investigativas para su presentación.

Dra. Marlen Mireya Cordero Vargas

Médico Radiólogo

Código MINSa: 2347

Resumen

Se realiza este estudio con el objetivo de determinar la utilidad de la vena cava inferior en los pacientes de cuidados intensivos del Hospital Bautista en el período comprendido entre enero del 2019 hasta diciembre del 2020, empleando un trabajo de tipo observacional, de tipo relacional, según Piura 2006, correlacional según Fernández y Hernández 2006.

La aplicación de los estudios de imagen dentro de la unidad de cuidados intensivo está dirigida a auxiliar al clínico en el diagnóstico, tratamiento, pronóstico y predicción útil para los pacientes críticos.

A través de esta tesis, se pretende estudiar la hidratación a la que fueron sometidos una muestra de los pacientes de la unidad de cuidado intensivo del Hospital Bautista y hacer la correlación con Colapsabilidad de la técnica de la vena cava inferior para obtener un predictor que evite la sobre hidratación de los pacientes en sus diferentes patologías de ingreso y ayude a que los pacientes se recuperen mediante la administración de las cantidades correctas de líquidos.

Contenido

Opinión del Tutor	1
Contenido.....	3
Introducción	6
Antecedentes.....	8
Justificación	14
Planteamiento del problema	16
Objetivos.....	18
Objetivo general:	18
Objetivos específicos	18
Marco teórico.....	19
Unidad de cuidados intensivos y la ecografía.....	19
Terapia de líquido en la unidad de cuidados intensivos (UCI).....	20
Tipos de líquidos utilizados en la UCI	22
Monitorización del paciente crítico con tratamiento de líquidos.....	35
Monitorización Hemodinámica	36
Control de la respuesta al volumen.....	38
Vena cava inferior.....	39
Vena Cava Inferior y el efecto de Starling	40
Presión dentro de la Vena Cava Inferior (CVI)	41

Presión intraabdominal (PIA).....	42
Estudios ecográficos de la VCI.....	44
Medición de la VCI	46
Relación de la VCI con la PVC	47
VCI como parámetro estático	48
VCI como parámetro dinámico	48
VCI en pacientes con ventilación espontánea.....	49
Interpretación de resultados	49
Limitantes y desventajas de la medida del índice de colapsabilidad VCI.....	51
Diseño Metodológico.....	52
Tipo de estudio	52
Área de estudio	52
Universo.....	52
Muestra y técnica de muestreo	52
Criterios de selección.....	53
Criterios de Inclusión:.....	53
Criterios de Exclusión:	53
Lista de Variables	53
Matriz de operacionalización de variables (MOVI)	55
Fuente de información	59

Método e instrumentos de recolección de la información	59
Procesamiento y análisis estadístico de los datos	60
Consideraciones éticas.....	62
Resultados.....	63
Resultados 2 - Ecografía en la medición del IC de la VCI en la respuesta a líquidos	71
Resultados 3 – IC de la VCI y la PVC en la respuesta al volumen de pacientes críticamente enfermos.....	74
Resultado 4 - Correlación entre el IC de la VCI y la respuesta a líquidos administrado durante la hospitalización de pacientes en estudio.	78
Discusión de resultados	81
Conclusiones.....	87
Recomendaciones	88
A los médicos radiólogos.....	88
Referencias	90
Abreviaturas.....	93
ANEXOS	95
Anexo 1.....	95
Anexo 2 – Tablas	98
Anexo 3.....	103

Introducción

La técnica de ultrasonografía como herramienta diagnóstica bondadosa y no invasiva es parte de la metodología diagnóstica. Es versátil y de gran utilidad en todas las especialidades médicas, incluyendo en la vigilancia del paciente crítico, en las últimas décadas, se ha evolucionado desde el paradigma tradicional de la ecografía esporádica realizada en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) por radiólogos y cardiólogos, hacia convertirse en la técnica de vigilancia y evaluación continua en el paciente crítico en lugar de imagen complementaria.

En los países europeos, así como en Inglaterra y Estados Unidos, los médicos intensivistas están solicitando esta técnica de rutina, como parte terapéutica al incorporar su uso de forma protocolizada al ingreso del paciente en la unidad de cuidados intensivos y como una herramienta de monitorización hemodinámica para la estimación de la precarga y de la volemia del paciente inestable. Su carácter no invasivo hace de la ecografía un método ideal para el paciente crítico en diferentes situaciones clínicas. Siendo así la ecografía de rastreo (ER) también conocida como ecografía clínica, ecografía junto al paciente, forma parte del examen clínico de los pacientes graves, convirtiéndose en el estetoscopio del siglo XXI y también llamado el “tercer ojo” de los clínicos intensivistas y anestesiólogos.

La evaluación ecográfica inicial de un paciente crítico incluye la caracterización de la insuficiencia respiratoria o el shock, orientando su tratamiento. Se valora la variación del diámetro de la vena cava inferior, la existencia de derrame pericárdico, la función ventricular derecha e izquierda, la presencia de congestión pulmonar, consolidaciones pulmonares o derrame pleural, la presencia de ascitis, el estado de la vesícula biliar, la morfología de los riñones, la integridad de la pared de la aorta abdominal y la presencia o no de trombosis venosa profunda en las extremidades inferiores.

Dentro de la sala de la UCI, el paciente crítico presenta diferentes etiologías y en el estado de shock que se caracterizan por presentar fallo circulatorio sistémico. En los pacientes en estas condiciones es preciso estimar adecuadamente la volemia para realizar una correcta reposición del volumen y evitar una respuesta hídrica no deseada, especialmente cuando existen múltiples comorbilidades, como la insuficiencia cardíaca congestiva. Existen diversas determinaciones clínicas que permiten estimar la volemia, como la evaluación de los signos vitales, los marcadores bioquímicos de metabolismo y la medición de la presión venosa central. Sin embargo, algunos de estos presentan una baja sensibilidad debido a mecanismos fisiológicos de compensación. En el último tiempo ha comenzado a utilizarse cada vez más la medición ecográfica del calibre de la vena cava inferior (VCI) durante el ciclo respiratorio y su variabilidad, como herramienta para calcular la volemia y guiar la fluidoterapia en pacientes hemodinámicamente inestables y ventilados, así como aquellos que no estén ventilados, pero si en estado crítico.

La terapia del líquido se puede utilizar para el aumento del volumen sistólico (que indica la capacidad de respuesta), si el mayor volumen de precarga no aporta el beneficio esperado este puede llegar hacer perjudicial en el paciente, es aquí donde la medición del índice de la vena cava viene hacer de utilidad clínica, para ser una guía en el uso de los líquidos evaluar la respuesta de volumen y evitar el exceso de volumen intravenoso.

Esta investigación se orienta en la utilización de la ecografía para la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior, como predictor de la respuesta a volumen en pacientes de la unidad de cuidados intensivos del Hospital Bautista. Para evitar riesgo de sobrehidratación.

Antecedentes

Internacionales

El manejo de líquidos es crucial en el tratamiento de pacientes enfermos, particularmente para aquellos con alteraciones hemodinámicas.

Según Zhang et al., 2014, la evidencia acumulada sugiere que la hipovolemia o la sobrecarga de líquidos pueden conducir a resultados clínicos deficientes, incluida la ventilación mecánica prolongada, mayor mortalidad, disfunción renal y deterioro en oxigenación. Por tanto, muchos investigadores han explorado técnicas fiables o biomarcadores con el objetivo de predecir la respuesta hídrica en los pacientes críticamente enfermos. El objetivo del fluido en la reanimación es mantener una perfusión tisular suficiente evitando al mismo tiempo un edema intersticial significativo.

El principio de Frank-Starling establece que cuanto mayor es el volumen de sangre que ingresa al corazón durante la diástole, mayor es el volumen de sangre expulsado durante la sístole (Saks et al., 2006). Este principio es uno de los que se debe tener en cuenta dado que se basa en la respuesta de fluido, y es uno de los parámetros más fiables para la toma de decisión sobre si se puede o no administrar líquido adicional. Existen otros parámetros, que se han evaluado como la presión venosa central, la variación de la presión del pulso y la variación del volumen sistólico con respecto a su utilidad en la gestión de fluidos, utilizando capacidad de respuesta de fluidos como estándar de referencia. (Zhang et al., 2014)

Una de las preocupaciones en la actualidad, es que el paciente crítico en la terapia de reanimación es basado en la aplicación agresiva de líquidos cuando se conoce que solamente el 50% responderá positivamente a dicha estrategia. Existen diferentes métodos tradicionales para evaluar el estado de los líquidos, como los signos vitales y el examen físico, sin embargo, estos no identifican de forma fiable la respuesta a esta terapia.

Es por esta razón se ha venido buscando una forma rápida y fiable de medir la respuesta de líquido en el paciente, principalmente aquellos en estado crítico sea iniciado con la introduciendo de la atención de la UCI, la medición de la vena cava inferior por ecografía, técnica rápida, fiable, no invasiva y económica para el sistema sanitario. (Keith, 2017)

Los métodos invasivos, tales como el catéter Swan-Ganz (capaz de medir directamente presión de cuña) y métodos no invasivos, como periféricos se desarrollaron análisis de ondas de pulso arterial. Sin embargo, estos métodos no son completamente capaces de predecir la respuesta a los fluidos, especialmente en ciertas circunstancias, como las arritmias, en pacientes que respiran espontáneamente. Entre ellos la ecocardiografía transtorácica (ETT) es probablemente el método más utilizado actualmente para evaluar la capacidad de respuesta del fluido. Sin embargo, esta herramienta puede determinar el efecto del aumento en el volumen circulante solo una vez que sea administrada la carga de líquidos previa al examen.

En una publicación científica realizada por Orso et al., 2020 realizó un estudio sobre la respuesta de fluidos en pacientes críticos, los cuales revisó un total de 208 casos de diferentes artículos publicados, en el cual se evalúa el diámetro de la VCI o del “índice caval” parece ser un método bien estudiado. Sin embargo, afirma que obtuvo resultados extremadamente discordantes según la literatura. Donde la mayoría de los estudios de índice de cava fueron cualitativamente altos, pero algunos se encontraron riesgos de sesgo en la selección de pacientes (selección de cardíacos, quirúrgicos u otras categorías de pacientes es una posible fuente de heterogeneidad), flujo y tiempo (algunos estudios no declarar el retraso entre la administración de líquidos y la VCI evaluación) y la elección de la referencia estándar. Por lo que aún no confirma que el índice de la vena cava sea buena predictora de líquidos.

Según Corl et al., 2017 en un estudio observacional prospectiva que realizaron en el área de emergencia y unidades de cuidados intensivos médicos (UCI) de dos hospitales académicos urbanos para adultos en los Estados Unidos, durante el año 2014 hasta julio de 2016, trabajaron con pacientes que respiran espontáneamente con signos de insuficiencia circulatoria aguda ingresados en la UCI. Los pacientes en fase de reanimación con característica clínica como hipotensión (presión arterial sistólica <90 mmHg, o una presión arterial media < 65 mmHg durante ≥ 30 min) son considerados pacientes críticos; por disminución de la diuresis ($<0,5$ ml / kg / h); taquicardia persistente (corazón velocidad ≥ 120 bpm durante ≥ 30 min); y marcadores séricos que sugieran órgano hipoperfusión (acidosis con un pH sérico < 7.3 o ácido láctico >2 meq / L).

Identificando los pacientes les realizaron las mediciones de la colapsabilidad de la vena cava inferior (cIVC) por ultrasonido para determinar la capacidad el cIVC, antes y después de suministrar líquidos intravenosos, esto para identificar la respuesta a estos en los pacientes críticamente enfermos con respiración espontáneamente. Los resultados que obtuvieron fue el cIVC de 3 cm caudal desde la aurícula derecha y la unión IVC usando ultrasonido de punto medio (POCUS). La respuesta a los líquidos la definieron como un aumento de aquellos que presentaron valores mayores o iguales al 10% ($\geq 10\%$) en el índice cardíaco después de un bolo de FIV de 500 mL; con las mediciones del cIVC compararon la capacidad de respuesta de los fluidos y se identificaron un valor óptimo de cIVC. De los pacientes que estudiaron (124), el 49% dieron respuesta al líquido, y que en la cIVC pudo detectarse la capacidad de respuesta a los fluidos: AUC =0,84 [0,76, 0,91]. El punto de corte óptimo para cIVC se identificó como 25% (LR + 4.56 [2.72, 7.66], LR- 0.16 [0.08, 0,31]). Un cIVC del 25% produjo una tasa de clasificación errónea menor (16,1%) para determinar

la capacidad de respuesta del fluido que los valores de corte sugeridos anteriormente del 40% (34,7%). (Corl et al., 2017)

En conclusión éstos investigadores llegan a confirmar que la colapsabilidad de la VCI, medida por ultrasonido en el punto de atención, funciona bien para distinguir a los que responden a los líquidos de los que no responden, y puede usarse para guiar la reanimación de la FIV entre los pacientes críticamente enfermos que respiran espontáneamente.

Aunque aún se sigue el debate de tomar como referencia el cIVC como predictor de sobre hidratación en los pacientes principalmente a los de cuidado intensivo, el uso de la ecografía para medición de la vena cava, está siendo implementada en diferentes países, por eso el crecimiento de las publicaciones realizadas en este tema, con la firme convicción que hay que encontrar otra vía de medición de volumen para evitar técnicas poco confiables o invasivas, riesgosas que puedan aumentar la gravedad del paciente UCI.

Nacionales

El interés de controlar los cuadros hipovolémicos, así como también la sobre hidratación intravenosa en el paciente UCI, es de interés internacional, así como también es una necesidad del médico intensivista en el país, quienes se han comenzado a investigar en la posibilidad de implementar el monitoreo de la vena cava por ultrasonido en pacientes críticos.

El primer estudio realizado sobre este tema es de Martínez, 2017, del Hospital Escuela Roberto Calderón Gutiérrez, el cual trabajo con 20 pacientes de cuidados intensivos, en estado shock, a quienes se les realiza examen ecográfico para determinar la capacidad de

respuesta del fluido frente a la carga hídrica suministrada, evaluando el diámetro de la vena cava en aquellos que se les aplicó líquido intravenoso. A pesar de que el trabajo no presenta mediciones y valoraciones de cada paciente afirma que la correlación entre el índice de distensibilidad (ID) y los niveles de PVC y la carga total de volumen, indicando que este índice contribuye con alta precisión y seguridad a la evaluación de la respuesta a volumen bajo ventilación mecánica. También concluye que la medición tanto del índice de colapsabilidad o de distensibilidad en pacientes en ventilación espontánea o mecánica asociada a una prueba de elevación pasiva de los miembros inferiores, identificó en grupo de estudio que más de 1/3 de los casos que continuaban recibiendo volumen tenía baja probabilidad de responder a cargas adicionales de volumen. Frente a la carencia de evidencia de las conclusiones de trabajo solamente se toma como referencia de antecedentes de los primeros trabajos sobre este tema.

En una segunda tesis titulada “Correlación de los índices de distensibilidad de la vena yugular interna (VYI) y vena cava inferior (VCI) en pacientes críticos en ventilación mecánica de tres hospitales generales de Managua, de Octubre al 30 de noviembre del 2018”, realizado también en el Hospital Escuela Roberto Calderón Gutiérrez, se valoró a 21 pacientes procedentes de 3 hospitales de Managua, en quienes se les determinó por ecografía los índices de distensibilidad de la vena cava inferior y de la yugular interna.

Según Gómez, 2018, el propósito de su estudio fue proponer la medición de la yugular interna como medición de la respuesta de volumen a los pacientes críticos dado que la evaluación imagenológica de la VIC puede dificultarse en algunos pacientes, por razones de obesidad o por distensión abdominal y ascitis, podría requerir de imágenes de VCS con ecocardiografía transesofágica, limitando con esto su aplicación. Para este fin hace una

correlación entre el IVC y la medida de la yugular interna, técnica que considera puede ser un método de cabecera simple y prometedor para la evaluación de la capacidad de respuesta de los fluidos. Al final, concluye que no existen diferencias significativas entre las determinaciones de los índices de distensibilidad para la VCI y VYI. También afirma una correlación positiva fuerte $>90\%$; $p 0.7$ entre los índices de distensibilidad de la VCI y de la VYI. Por lo tanto, propone que la determinación de la distensibilidad de la VYI es un marcador fiable de la distensibilidad de la VCI.

Aunque en este trabajo no se presentan los resultados, ni las evidencias estadísticas de las mediciones y correlaciones, es un hecho que el Hospital Escuela Roberto Calderón Gutiérrez, llevan la vanguardia en el interés del control de la respuesta a fluidos, principalmente en los pacientes bajo terapia líquida, en la unidad de cuidados intensivos.

En esta investigación se pretende estudiar la repuesta de líquidos en los pacientes críticos, a través de las mediciones de la vena cava por ultrasonido, una técnica no invasiva, con menos riesgo de infecciones, versátil, y con efectividad diagnóstica, para evitar respuesta no grata a la terapia hídrica como la sobre hidratación y el posible incremento de la mortalidad se da principalmente en pacientes con múltiples comorbilidades como el shock séptico y síndrome de distrés respiratorio agudo, derivado del aumento del agua extravascular.

Justificación

La evaluación por ultrasonido de la vena cava inferior (VCI) se ha posicionado como una técnica no invasiva, segura, de fácil ejecución a disposición del enfermo y el personal del hospital que proporciona de manera indirecta datos sobre el estado de volumen intravascular efectivo, esta respuesta a la administración de líquidos provee datos hemodinámicos del ventrículo derecho y se relaciona de manera dinámica con las presiones intratorácicas. Es una herramienta que permite el abordaje de pacientes críticamente enfermos es de gran utilidad ya que identifica sensibilidad a la precarga, de tal manera que conforma una guía fundamental en la toma de decisiones.

La sobrehidratación en el paciente crítico no es inocua; el edema agudo de pulmón se puede presentar como complicación durante la resucitación y en etapas más tardías puede desarrollarse el síndrome de distrés respiratorio del adulto. En efecto, la cirugía, sepsis, trauma, pancreatitis, hemorragia severa, entre otras patologías, activan la liberación de péptidos vasoactivos y la producción de citoquinas y otros mediadores de la inflamación que estimulan los macrófagos, monocitos, células musculares lisas y endoteliales a producir óxido nítrico, un potente vasodilatador endógeno. Esta respuesta vasodilatadora induciría el mantenimiento de la retención hidrosalina aún cuando el paciente presente manifestaciones clínicas de excesos del agua y sodio corporal, lo que conduce al paciente crítico a la congestión de los órganos que conllevan a la insuficiencia orgánica y un mayor riesgo de muerte.

Integrar dentro del Hospital Bautista una alternativa rápida y económica en el control del paciente UCI permitiría aumentar la calidad en el servicio que se brinda a los pacientes y lo más relevantes, salvar la vida de éstos, con menos gastos de insumos, así como la pronta respuesta al intensivista en el seguimiento de sus pacientes.

La metodología de la medición del IVC no es complicada, ni invasiva, solamente se requiere de un ultrasonido portátil, y la experiencia del radiólogo, que en sinergia con el médico intensivista potencializaría la efectividad de los recursos utilizados en la UCI.

Promover las investigaciones sobre la actualización ampliada de las bondades de la ecografía, permite mejorar la atención del paciente y en la utilización del ultrasonido en las salas de medicina intensiva, con la intención no solamente del control hemodinámico, sino del monitoreo completo según la complejidad de salud de cada paciente.

Es más que justificada la necesidad de realizar un estudio sobre la respuesta de líquidos en pacientes críticos, a través de las medidas de la vena cava por ultrasonido, requerimos ver en primer plano si es efectiva o no, y cuanto apoya al intensivista en su toma de decisión. Este es un primer estudio o primera fase, para llegar a los estudios de validación de la técnica y poder implementarla en cuidados intensivos.

Planteamiento del problema

Caracterización

En las unidades de cuidados intensivos, se requiere del seguimiento consecutivo de los estados hemodinámicos de los pacientes, principalmente en estados de shock, para esto se utilizan una serie de técnicas o métodos, que en su mayoría no son fiables y en algunos casos son invasivos como el catéter venoso central y este tipo de técnica en estados críticos de salud viene a aumentar la gravedad del paciente, por lo que se propone en esta investigación la utilización de la ecografía para la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior, como predictor de la repuesta a líquidos, siendo una técnica efectiva, económica y de rápidos resultados y lo más importante, no invasiva para el paciente con múltiples morbilidades.

Delimitación

En el Hospital Bautista se requieren estrategias innovadoras frente a las complicaciones de los pacientes de cuidados intensivos, técnicas de diagnósticos rápidas, fiables y de gran facilidad, que permitan la evaluación de las sobrehidrataciones o de la volemia sin necesidad de técnicas invasivas y riesgosas, que conlleven al paciente a un estado crítico más grave.

Formulación:

Ante lo planteado en la delimitación y caracterización se hace la siguiente pregunta

¿Cuál es la utilidad de la ecografía de vena cava inferior en la respuesta a líquido en pacientes de cuidados intensivo del Hospital Bautista en el período de enero 2019 a diciembre del 2020?

Preguntas de Sistematización

¿Cuáles son las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes internados en cuidados intensivos que forman parte del estudio?

¿Cuál es la importancia de la ecografía en la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior en la respuesta a líquidos en los pacientes de la unidad de cuidados intensivos?

¿Cuál es la relación del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior y la presión venosa central en la respuesta al volumen de los pacientes críticamente enfermos?

¿Como es la correlación entre el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior y la respuesta a líquidos administrado durante la hospitalización de los pacientes en estudio?

Objetivos

Objetivo general:

Analizar por ecografía el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior en la respuesta a volumen en pacientes de cuidados intensivo del Hospital Bautista en el período enero 2019 a diciembre del 2020

Objetivos específicos

1. Describir las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes internados en cuidados intensivos que forman parte del estudio.
2. Describir la importancia de la ecografía en la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior en la respuesta a líquidos en los pacientes de la unidad de cuidados intensivos.
3. Relacionar el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior y la presión venosa central en la respuesta al volumen de los pacientes críticamente enfermos.
4. Establecer la correlación entre el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior y la respuesta a líquidos administrado durante la hospitalización de los pacientes en estudio.

Marco teórico

Unidad de cuidados intensivos y la ecografía

En países como España, Estados Unidos y Argentina están implementando en el servicio de cuidados intensivos, la utilización de la ecografía en el seguimiento y monitoreo continuo del paciente crítico, lo que llaman “ecografía a pie de cama”, no solamente para control de volemia o sobre hidratación, sino que para todo tipo de necesidad de imagen en el paciente.

Generalmente los pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI), se presenta por diferentes causas, una de las cosas que más se controla es su estabilidad hemodinámica, independientemente de la causa clínica que lo lleva a un estado crítico.

Este control hemodinámico en la ventilación espontánea o ventilación asistida, se le aplican métodos de control, que pueden ser invasivos o no invasivos, con el objetivo de mantener registrado y monitorizado la estimación de la volemia intravascular y la respuesta al volumen. Se ha demostrado que la precisión de la PVC para predecir la respuesta a la administración de fluidos intravenosos no es fiable, pero si existen en la actualidad otras técnicas más confiables como: (Thung Chen, 2018)

- Variación respiratoria del VS del VI $\geq 10\%$ (control continuo del GC).
- Variación respiratoria de la presión de pulso $\geq 13\%$ (requiere monitorización invasiva de la presión arterial).
- Amplitud de la señal pletismográfica en la pulsioximetría e índice de variabilidad
- Variación respiratoria del diámetro de la vena cava inferior (VCI).
- Test de elevación pasiva de miembros inferiores (PLR).

Todo paciente con ventilación espontánea e hipovolemia presentan valores elevados de la variación del volumen sistólico (VVS), que disminuye al iniciar un tratamiento con fluidos, con un aumento concomitante de la PA y del GC. En el caso de los pacientes con ventilación espontánea (VE) con shock séptico se ha evidenciado que valores de VVS mayores o iguales del 17% son capaces de predecir la precarga-dependencia con un valor predictivo positivo (VPP) del 100% y un valor predictivo negativo (VPN) del 82% ($p = 0.03$), lo cual pone de manifiesto la utilidad de estos parámetros dinámicos en pacientes no ventilados. Sin embargo, son demasiado complejos para su uso en urgencias y están reservados para pacientes con inestabilidad hemodinámica en las unidades de cuidados críticos. (Thung Chen, 2018)(Fraire Félix, 2020)

El control hemodinámico o la terapia de resucitación en el paciente crítico se estabiliza con la fluidoterapia, que demanda conocimientos básicos sobre este tipo de fármacos, dado que los líquidos utilizados vienen hacer preparados de agua con pequeñas moléculas que atraviesan la pared endotelial.

Terapia de líquido en la unidad de cuidados intensivos (UCI)

La administración de estas soluciones en el paciente crítico generalmente se hace en las primeras horas de la emergencia hemodinámica y puede realizarse en días de estancia, dado que durante las mismas es cuando se lleva a cabo la reanimación del paciente principalmente en shock o hipotensión de cualquier etiología.

El cuidado del paciente críticamente enfermo requiere de abordajes con diagnóstico lo más inmediato posible, con el fin del tratamiento dirigido de la patología subyacente mientras se apoya la función de los órganos y se evita el daño iatrogénico. El soporte de los

órganos en los pacientes críticos es la optimización de la función cardiovascular. Lo que ha permitido una amplia gama de extensas investigaciones en el área de la medicina intensivista y la hemodinámica y lógicamente la intervención de fluidos. Los científicos más reconocidos en este tema son Frank, Starling, entre otros.

Según Liang T, 2014, los fundamentos de la función cardiovascular se pueden simplificar en tres componentes como son: la precarga, la contractilidad y la poscarga de los ventrículos cardíacos. Suponiendo una distensibilidad ventricular constante, frecuencia cardíaca y poscarga, un aumento en la precarga por la administración de líquidos da como resultado un aumento en el volumen diastólico final ventricular. Esto aumenta la contractilidad ventricular y el volumen sistólico, por lo tanto, aumenta el gasto cardíaco. Al paciente cuyo gasto cardíaco responde de esta manera se describen como "sensibles a los líquidos". Sin embargo, esta relación entre contractilidad y VSE no es lineal y disminuye con el aumento de EDV, lo que resulta en estados de "intolerancia o falta de respuesta a los líquidos".

La importancia de la terapia con líquidos generalmente por vía intravenosa tiene como prioridad:

- a. Conservar un volumen sanguíneo eficaz y constante
- b. Mantener la presión osmótica plasmática normal y equilibrar las composiciones iónicas en los órganos.
- c. Conserva la presión normal de iones hidrógenos en el organismo.

Aunque no existe una guía estándar del uso de la fluidoterapia por la gran variabilidad de las enfermedades a nivel nacional, pero si hay documentos sobre el manejo de la administración de los líquidos en dependencia del tipo de enfermedad o condición del paciente. Lo principal que se debe tener en cuenta al momento de usar la fluidoterapia es

conocer la distribución de los líquidos corporales y la fisiopatología de los desequilibrios hidroelectrolíticos y ácido-base, esto permitirá hacer una terapia acorde al caso clínico en seguimiento. Para evitar la sobre hidratación que pueda generar alteraciones hidroelectrolíticas o la sobrecarga hídrica que conlleva a la insuficiencia cardíaca, edema agudo de pulmón o edema cerebral. Hay que tener en cuenta que los fluidos se comportan como fármacos y tienen efecto tóxico acumulativo y requieren de una guía y estrategia para la dosificación óptima, por lo que las pruebas clínicas, biomarcadores y estudios de imagen pueden orientar el manejo particular e individual del paciente crítico.

La respuesta al volumen viene hacer la base de este estudio, sí el paciente responde positivamente al volumen administrado, se debe controlar la dosis inmediatamente después de la estabilización hemodinámica en la reanimación y evitar la sobrehidratación, y en esta parte es que entra la medición de la vena cava inferior, a través de la colapsabilidad de esta frente al exceso del volumen.

Tipos de líquidos utilizados en la UCI

Para el manejo con terapia hídrica para administrar en el paciente existen normas generales, principalmente en los casos del paciente crítico donde se debe:

- a) Ajustar el tipo de líquido y la cantidad a suministrar en dependencia del caso clínico del paciente.
- b) Se dosifica el líquido elegido en dependencia del déficit calculado según excreción líquida del paciente.
- c) Ajustar con mayor atención en situaciones de insuficiencia cardíaca, insuficiencia renal aguda e insuficiencia hepática.
- d) Mantener durante la administración la monitorización de la fluidoterapia porque las soluciones intravenosas utilizadas implican riesgos en el aumento de la probabilidad de muerte en los pacientes críticos, por lo tanto, la evolución hemodinámica continua es vital. (Asensio & Cano, 2017)

La fluidoterapia usa dos grupos de líquidos en la reanimación del paciente y estos son los cristaloides y los coloides, ambos estabilizadores hemodinámicos que se eligen en dependencia de la condición crítica de salud del paciente, dado que pueden representar riesgo de complicaciones graves al no hacer una elección con conocimiento previo. En la Tabla 1 se presenta cuáles son las soluciones que conforman cada grupo y su osmolalidad. Es importante para esta investigación presentar la importancia de los fluidos y la respuesta al volumen aplicado al paciente crítico en estudio.

También existen otros tipos de líquidos y vasopresores utilizados en el control de los estados de shock y la sepsis de los pacientes críticos, entre estos se encuentran: las aminas y la transfusión sanguínea.

Cada uno de estos contribuyen en la respuesta a la terapia hídrica y deben de tomarse en cuenta al momento de aumentar la carga hídrica con otras soluciones para evitar que el paciente no genere una respuesta negativa al volumen administrado.

a) Las aminas en el paciente crítico

Con respecto a las aminas su uso en las unidades de cuidados intensivos es la de vasopresores, de elección para regular la presión arterial, e inotrópicos, que mejoran la función miocárdica. Para el manejo hemodinámico del shock mantiene el aporte de oxígeno por encima de un umbral crítico y al aumentar la presión arterial media a niveles que se permitan una apropiada distribución del volumen cardíaco para lograr una adecuada perfusión orgánica. La terapéutica con drogas vasoactivas en el tratamiento de los estados de shock tiene por objetivo aumentar la disponibilidad de oxígeno o aumentar la presión de perfusión orgánica, o ambas. (Lovesio, 2006)

Existe una variedad importante de estas aminas y los más utilizados son los adrenérgicos (Ver Tabla 1), quienes activan a los receptores α adrenérgicos, β adrenérgicos y dopaminérgicos, quienes contribuyen a restaurar y mantener la oxigenación tisular adecuada, dado que, en el paciente crítico, la hipoxia tisular juega un rol importante en la disfunción orgánica múltiple, la que se convierte en causa de muerte en el paciente crítico.

Tabla 1.

Efectos relativos de las drogas vasoactivas sobre los receptores adrenérgicos.

Droga	Dosis típica	β-1	β-2	α
Isoproterenol	0,01-0,1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$	+++	+++	0
Norepinefrina	0,05-1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$	++	0	+++
Epinefrina	0,05-2 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$	+++	++	+++
Fenilefrina	0,5-5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$	0	0	+++
Dopamina	1-5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$	+	+	+
Dopamina	5-20 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$	++	+	++
Dobutamina	2,5-20 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$	+++	+	+

Nota: 0: sin efecto; +: efecto mínimo; ++, efecto moderado; +++, efecto sustancial.

Información adaptada de (Lovesio, 2006)

De esta lista de drogas vasoactivas en la UCI del Hospital Bautista se utilizan con más frecuencia la norepinefrina en los casos de shock hipovolémico, sepsis y posquirúrgicos, y en el caso del uso de dobutamina se usa en las cardiopatías.

La norepinefrina es un vasopresor potente como puede verse en la Tabla 1, produce vasoconstricción periférica con un aumento de la presión arterial, pero a expensa del volumen minuto cardíaco, amentando la poscarga y por ende el trabajo miocárdico, y la norepinefrina puede precipitar insuficiencia cardíaca aguda, isquemia de miocardio y edema pulmonar. Por esta razón, está recomendada en pacientes severamente hipotensos, especialmente cuando la dopamina no es suficientemente eficaz. La dosis sugerida puede ser en rango y varía entre

0,05-2 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$, cantidad suficiente para pasar de una presión arterial media de 65 a 85 mm Hg.

En el caso de la dobutamina, se usa en adición de agentes vasopresores, y en esta situación se comprueba un aumento del índice cardíaco de la disponibilidad de oxígeno y de la captación del mismo. Puede aumentar brevemente la presión arterial en pacientes con volumen minuto cardíaco bajo, pero un descenso en la presión arterial puede ser evidencia de una hipovolemia residual. Es una droga inotrópica considerada un estándar de oro en el tratamiento del shock séptico.

Según Rhodes, 2004 señala que si durante las primeras seis horas de resucitación de la sepsis severa o el shock séptico, no se logra una saturación venosa central de oxígeno (ScvO_2) del 70% con una presión venosa central de 8-12 mm Hg, se debe administrar glóbulos concentrados para obtener un hematocrito de $\geq 30\%$ o administrar una infusión de dobutamina, hasta un máximo de 20 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$, para lograr este objetivo.

b) Transfusión sanguínea

En el caso de la transfusión sanguínea se usa en la estabilidad hemodinámica, trastornos de la coagulación, la perfusión hística y la capacidad de transporte de oxígeno. Las prioridades de la transfusión en el paciente crítico es la reposición sanguínea por pérdidas para tratar la anemia. La pérdida de volumen del espacio vascular tiene un margen de seguridad pequeño. Por lo cual la disminución del volumen sanguíneo produce un descenso en el retorno venoso ocasionando un menor llenado del ventrículo derecho. Esto provoca una inmediata estimulación de los barorreceptores, la activación del sistema renina -angiotensina y liberación de hormonas hipofisarias y suprarrenales. Esta respuesta fisiológica es inmediata y provoca una vasoconstricción venular y arteriolar, produciendo un paso de líquido del espacio intersticial, al espacio vascular. (Valdés Garcés et al., 2020)

En esta situación el flujo de sangre a los tejidos no esenciales como piel, músculo, pulmones, riñones y páncreas se reduce selectivamente. Pérdidas de hasta un 15% pueden ser compensadas con este mecanismo, aunque a costa de una reducción del gasto cardíaco. Pérdidas del 15-30% del volumen producen taquicardia, pulso filiforme y una importante reducción del gasto cardíaco. Pérdidas superiores desencadenan con rapidez, hipotensión, compromiso de la circulación cerebral, depresión cerebral y cardíaca y el paciente muere. La volemia tiene poco margen de seguridad y debe ser una repuesta con prontitud al 100%. Ahora bien, para reponer volumen no es necesario recurrir a los derivados sanguíneos, ya que, los coloides y cristaloides artificiales son tanto o más eficaces que la sangre o sus componentes, incluida la albúmina. (Valdés Garcés et al., 2020)

Hoy en día para reponer volumen se considera poner en la primera línea la transfusión sanguínea y sus derivados, ya que, los coloides y cristaloides artificiales ya que los cristaloides no transportan oxígeno, en el uso de líquido claramente debe ser minimizado en una relación 1.1.1 glóbulos rojos, plasma y plaquetas en el caso de paciente traumáticos y postquirúrgicos. (Malbrain et al. 2020). En caso de otras patologías se considera el uso de cristaloides como primera línea frente a las transfusiones y derivados de la sangre. La elección entre cristaloides y coloides como se hace ver en la Tabla 2, se debe realizar considerando diferentes características clínicas y gravedad del caso para hacer la elección correcta del líquido a administrar y en dependencia de la etiología las dosis recomendadas, con principal atención en los shock y sepsis en la UCI. La pérdida de volemia lleva aparejada la del líquido intersticial por lo que se deben utilizar tanto unos como otros.

En la revisión bibliográfica sobre la administración de líquidos coloides y cristaloides, se observó que no existe una normativa estándar de administración de volumen para el paciente crítico, debido a las diferentes etiologías de este grupo de paciente y cada una

determinantes en la elección de la solución y a su dosificación, pero sí cada país crea para enfermedades específicas como por ejemplo para shock séptico, shock por dengue, entre otros proponen el manejo del paciente crítico con líquidos, para evitar en este la sobrehidratación y sus complicaciones. En la Tabla 2 (página 30) se resumen algunas de estas recomendaciones y sus contraindicaciones.

Como se puede observar en la Tabla 2, al final las soluciones cristaloides, su finalidad es mantener el equilibrio hidroelectrolítico, expansores de volumen relacionadas de forma directa con las concentraciones de sodio y el 50% de la solución infundida tarda aproximadamente 15 minutos en abandonar el espacio intravascular. Por lo que favorecen el equilibrio hemodinámico del paciente crítico. En el caso de las soluciones coloides, son expansores plasmáticos y aumentan la osmolaridad plasmática donde retiene agua en el espacio intravascular, produciendo expansión de volumen plasmático y a su vez, se da una hemodilución, favoreciendo la perfusión tisular. Las soluciones coloides tienen un efecto hemodinámico más duraderos y rápidos, que las soluciones cristaloides, por esta razón se indican en sangrados activos, pérdidas proteicas o bien se utilizan como plan B en caso las soluciones salinas que no logran la expansión plasmática esperada. (Asensio & Cano, 2017), (Muñoz et al., 2009), (Gonzalez-Chávez, 2019)

En Nicaragua existe la Normativa # 147-Manejo clínico del dengue, MINSa-2018, en la cual se recomienda la cantidad de líquidos a administrar en las diferentes fases evolutivas del dengue, en los casos de gravedad en estado de choques indica el tipo de líquido a suministrar y la cantidad por hora según el peso del paciente, haciendo énfasis en el control hemodinámico y los signos clínicos y bioquímicos del paciente con dengue en UCI, ver

referencia (Ministerio de Salud/Nicaragua, 2018) y (*Centers for Disease control and prevention*, 2015). La meta es reducir la mortalidad en la UCI.

Tabla 2.*Características de generales de los fluidos Cristaloides y Coloides*

Clasificación de solución	Subclasificación	Composición del preparado	Recomendaciones de uso	Contraindicaciones	Administración recomendada en paciente crítico
<i>Soluciones Cristaloides</i>					
Cristaloides Hipotónicas	Hiposalino	NaCl al 0.45%	Ideal para el aporte de agua libre de glucosa. Generalmente utilizados en pediatría. Útil en el tratamiento inicial de las hipernatremias graves y en el coma hiperosmolar diabético con hipernatremia.	No se evidencio contraindicaciones	
Cristaloides Isoosmóticos	Solución fisiológica	NaCl al 0.90%	Expansor de volumen Para estabilizar infundir 3-4 veces el volumen de perdidas calculado para control hemodinámico Indicada en la reposición de electrolitos y líquidos	Contraindicada en cardiópatas e hipertensos Sobre hidratación genera acidosis hiperclorimicas	Se recomienda en Fase de rescate: 20-30 ml/kg, primeras 24 h Fase de optimización: 5 y 15 ml/kg, de 24 a 72 h Fase de estabilización: 5 a 7 mL/Kg, de 72 a 96 h Fase de desresucitación: Remoción de fluidos espontánea o con diuréticos En choque por dengue grave. 10 mL7Kg/h, sí responde bien se baja la dosis a 7-5 ml/kg/hora por 4 a 6 horas, con vigilancia horaria y dinámica - 5 -3 ml/kg/hora por 4 a 6 horas, con vigilancia horaria y dinámica. - 3- 2 ml/kg/hora por 4 a 6 horas, con vigilancia horaria y dinámica Normativa ·147-MINSA- Nicaragua-2018

	Solución de Ringer	Solución electrolítica	Contiene Ca ⁺ y K ⁺ , en vez de Na ⁺ Repone electrolitos		
	Solución de Ringer-Lactato	Composición similar a la del plasma	Contiene menos Cl ⁻ , sustituido por el lactato Es menos ácido que el suero salino. Concentraciones de Cl ⁻ y Na ⁺ , similares al plasma. Expansor de volumen.	En concentraciones superiores a 3 mmol/L de lactato provoca hepatopatía o una disminución de la perfusión hepática que puede disminuir el aclaramiento de lactato y aumenta el daño cerebral.	15 ml/kg/h por una hora. - Normativa ·147-MINSA-Nicaragua-2018
	Solución glucosada	Glucosa al 5%	No es un expansor de volumen Es una solución hipotónica Indicado en casos de deshidratación hipertónica. Genera energía en períodos cortos de tiempo		
Cristaloides Isoosmóticos	Solución glucosalina isoosmótica	35 gramos de glucosa (140 kcal), 60 mEq de sodio y 60 mEq de cloro.	Excelente hidratante, para cubrir demanda de agua y electrolitos.		En cuadros diarreicos agudos se recomienda 2 a 3 L+40 mEq KCl+ pérdidas
Cristaloides Hipertónicas	Solución salina hipertónica		No supera las concentraciones de Na ⁺ plasmático de 160 y osmolaridad de 350 mOsm/L respectivamente	Contraindicado en cardiópata, hipertensos y estados adematosos. Monitorizar continuamente	Se recomienda al 7,5% con una osmolaridad de 2400mOsm/L
	Solución glucosada	Glucosa 10-20-40%	Aporte de energía Movilizan Na ⁺ desde la célula al espacio extracelular y al K ⁺ en sentido contrario	Aumenta el riesgo de edema cerebral.	En hipo glicemia se recomienda Glucosa 5%, 500mL x 6 h y para Glucosa 10%, 500 mL x 12 h

			Disminuyen el tamaño de volumen celular por extracción de líquido desde el espacio intracelular hasta el compartimento extracelular		
Soluciones alcalinizantes	Bicarbonato sódico	1/6 M	Ligeramente hipertónica Se indican en situaciones que exista o se produzca una acidosis metabólica		
	Bicarbonato sódico	1M	Corrección de acidosis	No indicado de inicio en maniobras de RCP avanzada - Considerar tras 3 ciclos de RCP en FV / TVSP y DEM	Ritmo de Perfusión: (100 ml / hora) - 1ª hora: 1/6 del déficit calculado - 12 horas: ½ del déficit calculado
Soluciones acidificantes	Cloruro amonio	1/6 M	Solución isotónica Indicada en alcalosis hipoclorémicas	Contraindicada en pacientes con insuficiencia renal y hepática	Dosis recomendada infusión de 150mL/h máximo.
Soluciones Coloides					
Coloides naturales	Albumina	5%, 20%, 25%	Gran expansor de volumen plasmático En 2 min el espacio intravascular Indicadas en hipovolemia (Shock y quemaduras) Hipoproteïnemia (malnutrición)	Aumenta el riesgo de sangrado Constituyen riesgo de infección.	-25 gr: ↑ Volemia 400 cc - A los 2 min. alcanza espacio intravascular - Vida media 4 - 16 horas - Carece de factores de coagulación
	Dextranos	dextrano 40 dextrano 70	Olisacáridos de síntesis bacteriana Reducen la viscosidad sanguínea y la agregación	No debe administrarse más de 20 ml/kg/día	Dosis recomendadas de 20mL/kg/día

			celular, por lo que mejoran la microcirculación en los estados de shock e hiperviscosidad		
Coloides artificiales	Hidroxietil-almidón	Se prepara a partir de amilopectina mediante la introducción de grupos hidroxietil éter en sus residuos de glucosa. https://www.uninet.edu/tratado/c060206.html	Indicadas en caso de hipovolemia debido a hemorragia aguda de 24 horas. Desarrollan presión isooncótica respecto al plasma https://www.saludyfarmacos.org/lang/es/boletin-farmacos/boletines/feb2014/p2014014/	Se confirma que no deben ser utilizadas en pacientes con sepsis, críticos y quemados. Aumenta el riesgo renal grave. Monitoreo constante de la función renal	Dosis recomendadas de 20mL/kg/día
Coloides artificiales	Derivados de la gelatina	Gelatinas modificadas con puentes de urea solución de polipéptidos al 3.5 %	Polipéptidos de mayor poder expansor Eficiencia volémica de 1-2 horas	Pueden producir reacciones anafilácticas por efecto histamínico Fuente de nitrógenos a tener en cuenta en pacientes renales	
	Manitol	Manitol 20%	Diurético osmótico que favorece el paso de agua desde el tejido cerebral al espacio vascular Efecto a los 15 minutos de la infusión y con duración de varias horas	Indicado en hipertensión intracraneal. Reducción de la presión intraocular	Se recomiendan 250-500 ml/día a razón de 30-50 gotas/minuto, en adultos y jóvenes Dosis diaria máxima: 1,5 g manitol/kg de peso corporal

Nota: Elaborado y adoptando la información de (Ministerio de Salud/Nicaragua, 2018); (Asensio & Cano, 2017); (Gonzalez-Chávez, 2019); (Asensio & Cano, 2017), (Muñoz et al., 2009),
https://cima.aemps.es/cima/dochtml/ft/42569/FT_42569.html; <https://www.saludyfarmacos.org/lang/es/boletin-farmacos/boletines/feb2014/p2014014/>

Lo que se pretende en todo momento es la no sobrehidratación, que, por múltiples estudios, se asocia a un incremento en la morbilidad y mortalidad de los pacientes críticamente enfermos. (Ver Tabla 3) En quienes cursan con insuficiencia renal aguda asociada a sepsis, el uso de líquidos endovenosos a un volumen continuo no incrementa la recuperación de la función renal, más bien se asocia a un deterioro de la parte pulmonar con alteraciones en la oxigenación y perfusión. Por esta razón se recomienda la monitorización constante, principalmente durante la reanimación del paciente, el control de los signos clínicos del paciente y su respuesta al volumen ya sea positiva o negativa permiten la toma de decisiones importantes ya sea para cambio de líquidos o dosificaciones diferentes en las primeras horas de reanimación.

La respuesta al volumen viene hacer la base de este estudio, si el paciente responde positivamente al volumen administrado, se debe controlar la dosis inmediatamente después de la estabilización hemodinámica en la reanimación y evitar la sobrehidratación, y en esta parte es que entra la medición de la vena cava inferior, a través de la colapsabilidad de esta frente al exceso del volumen.

Tabla 3.
Complicaciones generadas por sobrehidratación.

Sistema/órgano	Complicación	Factor de riesgo modificable	Mecanismo fisiopatológico
Sistema nervioso central	Delirio	Hipernatremia	Carga excesiva de sodio Incapacidad renal para eliminar exceso de sodio
Renal/metabólico	Incremento de la falla renal	Elevación de la presión venosa central	Edema renal
	Empeoramiento de lesión renal	Soluciones balanceadas	Vasoconstricción renal inducida por cloro/solución parecido al DIF del plasma
Respiratorio	Agravamiento de la academia Intercambio de gases deficiente	Soluciones no balanceadas Retención hídrica Aumento de la presión venosa central	Edema pulmonar
Gastrointestinal	Alteraciones de los mecanismos de la pared torácica Aumento de la frecuencia respiratoria Íleo	Retención hídrica Aumento de la presión venosa central	Edema intestinal
	Congestión hepática Aumento de la presión intraabdominal		Congestión hepática Edema visceral
Hemostasia	Aumento del sangrado	Soluciones no balanceadas	Acidosis asociada a carga de cloro
Cicatrización Hemodinámico	Mala cicatrización Disminución del flujo en la microcirculación	Retención de líquidos Elevación de la presión venosa central	Edema local Disminución de la presión de perfusión

DIF = Diferencia de iones fuertes.

Nota: Adoptada de (Carrillo-Esper et al., 2017)

Para evitar todas estas complicaciones que contribuyen a la mortalidad del paciente crítico, se exige la monitorización y su respuesta al líquido a través del control de: a) Signos clínicos; b) Parámetros bioquímicos por laboratorio clínico; c) Monitorización invasiva. Ver

Tabla 4.

Monitorización del paciente crítico con tratamiento de líquidos**Tabla 4.**

Monitorización del paciente crítico con tratamiento de líquidos (cada hora, cada 2 – 4 horas, etc.)

Métodos no invasivos

- Tensión arterial
- Frecuencia cardíaca
- Frecuencia respiratoria
- Temperatura
- Nivel del estado de alerta (Escala de Coma de Glasgow)
- Diuresis

Signos de hipervolemia:

- Ingurgitación yugular
- Crepitantes basales
- Aparición de tercer ruido cardíaco
- Edemas, etc.

Signos de hipovolemia:

- Sequedad de piel y mucosas
- Pliegue cutáneo (+)
- Ausencia / debilidad pulsos distales, etc.

Parámetros bioquímicos

- Biometría hemática
- Glucosa, urea, creatinina, sodio, potasio, cloro, magnesio, calcio.
- Gasometría arterial
- Relación N ureico / creatinina
- Osmolaridad plasmática

Los datos de más valor son los iones séricos y la osmolaridad.

Monitorización invasiva

Parámetros hemodinámicos:

- Presión venosa central
- Presión capilar pulmonar de enclavamiento
- Saturación de Hemoglobina de sangre venosa mixta SO₂
- Gasto cardíaco
- Aporte de oxígeno (DO₂)
- Consumo de oxígeno (VO₂)

Nota: Adaptado de (Merchán Camacho & Palacios Ruíz, 2019)

Monitorización Hemodinámica

Todos estos controles contribuyen en el control del paciente crítico, pero para efectos de esta investigación se centra la atención en la monitorización hemodinámica la cual es controlada con herramientas que permiten obtener información acerca de la fisiopatología cardiocirculatoria, lo cual ayuda a realizar el diagnóstico y guiar la terapéutica en situaciones de inestabilidad hemodinámica, con variables que dan salida a nuestro estudio como es la Presión Venosa Central (PVC) y media que se relacionan con la colapsabilidad de la vena cava inferior. Para esta monitorización se pueden utilizar métodos invasivos y no invasivos.

Se puede decir que de los métodos no invasivos se encuentra la monitorización de multiparámetros de la frecuencia cardíaca (FC), la frecuencia respiratoria (FR) y el color, el estado de la piel, la saturación de oxígeno (SO₂), la presión arterial (TA) y la Escala de coma de Glasgow (GCS) principalmente. Así como también se utilizan técnicas o métodos completamente invasivos, y altamente riesgosos entre los cuales se reconocen la medición de la diuresis, los catéteres arteriales y los sistemas de mediciones centrales y las determinaciones analíticas sanguíneas (creatinina, urea, hemograma, pH, lactato). (Thung

Chen, 2018). Los parámetros de monitorización hemodinámica que se toman en cuenta se presentan en la Tabla 1. En cuanto a los métodos no invasivos ver Tabla 4.

Tabla 5. Parámetros de monitoreo hemodinámico utilizados en cuidados intensivos. (Thung Chen, 2018)

Parámetro	Rango	Fórmula
Índice de cambio de la presión intraventricular (dP/dt)	0.8-1.7	Aproximación para valoración de la contractilidad.
Gasto cardíaco (GC)	4-8 L/min	(Frecuencia Cardíaca x Volumen Sistólico)
Índice cardíaco (IC)	2.5 - 3.5 L/min/m ²	(Gasto Cardíaco/Superficie Corporal)
Índice de resistencia vascular sistémica (IRVS)	1500 - 2500 dynas/sec cm ²	Valoración de la poscarga y de la respuesta a vasopresores
Índice volumen sistólico (IVS)	33 - 47 mL/lat/m ²	(Volumen Sistólico/Superficie Corporal)
Presión capilar pulmonar (PCP)	4 - 12 mmHg	De forma indirecta estima la presión Aurícula Izquierda y precarga Ventrículo Izquierdo.
Presión arterial pulmonar (PAP)	9 - 19 mmHg	Mide la poscarga pulmonar
Presión arterial media (PAM)	70 - 105 mmHg	[(2xPOST-Presion Arterial Diastólica) + (POST-Presión Arterial Sistólica)] / 3.
Presión venosa centra (PVC)	1 - 6 mmHg	Presión Arterial Diastólica que valora la función del VD y la precarga del VD.
Variación de la presión del pulso (VP)	Sí la ventilación mecánica y volumen corriente > 8mL/kg: variación de la presión del pulso > 15% si la ventilación espontanea + Valsalva variación de la presión del pulso > 50%	Variación entre dos valores. Valora la precarga y la respuesta a volumen.
Volumen sistólico (VS)	60-100 mL/lat	Pi (Diámetro TS Ventrículo Izquierdo/2) ² x VTI x FC
Variación volumen sistólico (VVS)	<10%	Variación entre dos valores. valora la precarga y la respuesta a volumen.

Lo que se pretende es llegar a metas de presión principalmente en el paciente con shock séptico, durante las primeras seis horas de reanimación: (Aguilar, 2018)

- a. Presión venosa central 8-12 mmHg
- b. Presión arterial media ≥ 65 mmHg
- c. Gasto urinario ≥ 0.5 mL/kg/h d.
- d. Saturación venosa central (vena cava superior) o saturación venosa mixta de oxígeno 70 o 65% respectivamente (grado 1C)
- e. En pacientes con lactato elevado dirigir la reanimación para normalizar el lactato (2C).

Para lograr estas metas se inicia con las cargas de líquidos, dentro de la UCI del Hospital Bautista en general se inicia con solución fisiología 0.90% dado que la característica del paciente así lo amerita.

Control de la respuesta al volumen

El control de la respuesta de líquido puede darse a través de la PVC o bien PAM, o bien por todo lo descrito en la Tabla 4, también existen evidencias físicas en el paciente, como temperatura corporal fría, ojeras, distensión del abdomen, entre otros. En el caso de las mediciones con métodos no invasivos se consideran no fiables y para los métodos invasivos vienen hacer agresivos para el paciente, esto sin tomar en cuenta que, para la medición de la PVC, en diferentes estudios se ha considerado inexacta para controlar la sobrehidratación, por esta razón en la actualidad se sugiere la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava por ecografía.

La medición de la vena cava inferior (VCI) y sus derivadas, tanto de manera estática como dinámica, se ha convertido en un parámetro para medir el estado de la volemia y la

posible respuesta o no a fluidos. El conocimiento sobre la fisiología del comportamiento de la VCI permite comprender el fin de interpretar correctamente los valores que se puedan encontrar al momento de las mediciones, una buena medición favorece la toma de decisión clínicas más adecuadas en beneficio del paciente. Se debe tener presente que la VCI no se colapsa, ni se distiende por arte de magia, sino que obedece a los mismos principios biofísicos que la presión venenosa central (PVC).

La ecografía de la VCI es un método útil para realizar un seguimiento visual de los cambios dinámicos cualitativos de la PVC respecto a la presión intraabdominal (PIA). Cuando la PVC cae por debajo de la PIA, la VCI tenderá al colapso y cuando la PVC se eleva por encima de la PIA, la VCI tenderá a distenderse, tanto como lo permita su colapsabilidad (Pérez Cateriano & Pasco Ulloa, 2018). Para realizar la ecografía se requiere conocer la estructura de la vena cava inferior, en el siguiente acápite se presenta su estructura y funcionalidad, así como su colapsabilidad frente a la sobre hidratación.

Vena cava inferior

Es el sistema de drenaje vascular venoso que recolecta la sangre de los miembros inferiores, la mayor parte del dorso, la pared abdominal y las vísceras abdominales/pélvicas. La sangre de las vísceras pasa a través del sistema venoso porta y del hígado antes de entrar en la vena cava inferior a través de las venas hepáticas. (Moore K, 2013).

La vena cava inferior se forma anterior a la vértebra L5 por la unión de las venas ilíacas comunes, esta unión tiene lugar 2,5 cm a la derecha del plano medio, inferior a

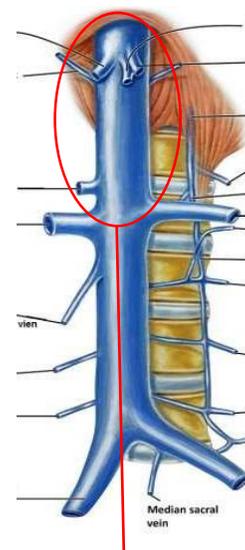


Figura 1. Posición anatómica de la Vena Cava inferior
Fuente: Hussein A Algahtani

la bifurcación de la aorta. La vena cava inferior asciende por el lado derecho de los cuerpos vertebrales lumbares y abandona el abdomen pasando a través del foramen de la vena cava en el diafragma a nivel de T8, para una longitud de 20 cm y casi un 50% pasa por debajo del hígado.

Vena Cava Inferior y el efecto de Starling

La Ley de Frank-Starling, significa que la fuerza de contracción aumenta a medida que el corazón es llenado con mayor volumen de sangre y ello es consecuencia directa del efecto que tiene el incremento de carga sobre la fibra muscular. Sabatier et al. 2012.

La VCI se colapsa debido a que funciona como un resistor de *Starling* (cuando la presión dentro de un tubo distensible cae por debajo de la presión fuera del tubo). El colapso depende, entonces, de dos presiones en competencia (JE, 2014).

1. La presión dentro de la VCI, que está relacionada con la Presión de la Vena Cava (PVC), es decir, con la presión en la Aurícula Derecha (AD), siempre y cuando no haya ninguna obstrucción en la cava.
2. La Presión Intraabdominal (PIA).

El colapso de la VCI se producirá por una disminución (a), un aumento de (b), o una combinación de ambos (c) y en dependencia de la forma de respiración del paciente (d).

Si queremos detallar aún más los factores involucrados en el colapso, en ventilación espontánea, de la VCI, podríamos mencionar cuatro variables independientes.

- a) La caída inspiratoria de la presión intratorácica.
- b) El aumento inspiratorio de la PIA.

- c) El cambio inspiratorio de la función cardíaca y el retorno venoso que en conjunto determinan la presión dentro de la VCI.
- d) La forma de respiración del paciente (por ejemplo, diafragmática frente a torácica).

Presión dentro de la Vena Cava Inferior (CVI)

La presión dentro de la VCI disminuye con la inspiración espontánea debido a que la AD es una estructura de pared delgada y complaciente y la presión en su interior cae con la presión pleural durante el esfuerzo inspiratorio espontáneo. Esta caída de la PVC es transmitida a la VCI. El grado en que la PVC cae durante la inspiración espontánea depende de tres variables que compiten entre sí (JE, 2014).

- La caída en la presión pleural.
- La función del retorno venoso.
- La función cardíaca.

La presión dentro de la AD durante la inspiración espontánea se verá influida por la presión pleural que tiende a disminuir la PVC, el retorno venoso de la parte inferior del cuerpo que tiende a aumentar la PVC y la función cardíaca, que, al expulsar la sangre del tórax, también tiende a disminuir la PVC. (Bench, 2012).

La presión a la que esto ocurre es la PVC. Una caída en la presión pleural se representa desplazando la curva de la función cardíaca hacia la izquierda con respecto a la curva del retorno venoso. PIT: presión intratorácica. PVC: presión venosa central. PSM: presión sistémica media de llenado. A pesar de lo que se pueda creer, esta caída inspiratoria del valor de la PVC no nos dice nada acerca del estado del volumen de un paciente (es decir, si el paciente es o no normovolémico) o de la respuesta al volumen (si el paciente va a aumentar su gasto cardíaco con la administración de líquidos) (Corl K, 2012). La razón es que la PVC

depende de la intersección del retorno venoso y la función cardíaca, dos fenómenos fisiológicos cada uno con múltiples determinantes.

La respuesta al volumen está determinada por la distancia entre el punto de funcionamiento del sistema cardiovascular y la meseta de la curva de la función cardíaca. Debido a la pendiente de la curva de la función cardíaca es difícil saber con certeza qué valor de PVC va a caer sobre la meseta, especialmente en pacientes con anomalías de la función cardíaca como es el caso de muchos de los pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) (Magder S, 2007).

Presión intraabdominal (PIA)

En cuanto a la PIA, tanto la presión positiva al final de la espiración (PEEP), hipertensión intraabdominal y el patrón de respiración, afectan el grado de presurización abdominal, por lo que el colapso de la VCI se puede ver alterado.

El colapso inspiratorio de la VCI dice que la PVC está cayendo por debajo de la PIA. Si no hay una presurización patológica o iatrogénica del abdomen (por ejemplo, PEEP, auto-PEEP, ascitis), y la inspiración no es forzada (por ejemplo, disnea, respiración a través de un tubo endotraqueal), entonces el colapso de la VCI nos dice que la PVC es baja. El clínico debe entonces entender que una PVC baja puede ser el resultado de hipovolemia, aumento de la resistencia al retorno venoso (por ejemplo, uso de alfa agonistas), complican a venosa alta (por ejemplo, uso de venodilatadores, sepsis), función cardíaca hiperdinámica (por ejemplo, aumento del tono adrenérgico). (Pérez Cateriano & Pasco Ulloa, 2018)

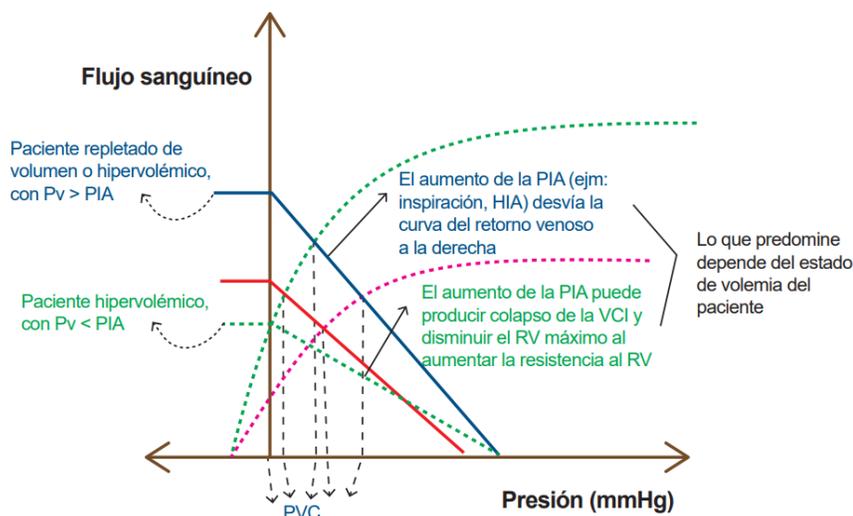
Así, en la práctica clínica podemos tener un paciente resistente al fluido, pero con una VCI "inapropiadamente" colapsable en las siguientes circunstancias (JE., 2016):

1. El paciente está inspirando en exceso.
2. La PIA está anormalmente elevada (por ejemplo, ascitis, hipertensión intraabdominal).
3. Cuando la curva de retorno venoso se cruza con la meseta de la curva de la función cardíaca a un nivel relativamente bajo de presión intraluminal.

Esta última situación se producirá cuando tanto el retorno venoso al corazón sea bajo y la función cardíaca esté relativamente deteriorada; por ejemplo, un paciente con el tono venoso disminuido (por ejemplo, cirrosis, sepsis, insuficiencia suprarrenal, medicamentos venodilatadores) y con mala función cardíaca (por ejemplo, cardiomiopatía relacionada con el alcohol).

Perez Cateriano & Pasco Ulloa hacen ver este comportamiento a través de una curva donde explican el retorno venoso, representado en la Figura 2, por la línea roja, la que corresponde al andamiaje de un paciente "normal". La curva de retorno venoso azul representa lo que ocurriría con un aumento de la PIA y la curva de retorno venoso punteada verde lo que ocurriría sí se colapsa la VCI por el aumento de la PIA. La curva de función cardíaca punteada verde corresponde a un paciente "normal" y la morada punteada a un paciente con la función deprimida. Con este gráfico hacen notar como se modifica la PVC por los diferentes factores y no sólo por el cambio en la volemia. PVC: presión venosa central. PIA: presión intraabdominal. HIA: hipertensión intraabdominal. VCI: vena cava inferior. RV: retorno venoso. PIV: presión intravascular.

Figura 2.
Diagrama de Guyton



Nota: Figura adaptada de (Pérez Cateriano & Pasco Ulloa, 2018)

Mejor forma de explicar la relación de las presiones con la vena cava no podría obtenerse. Por otro lado, el autor presenta otro determinante de gran importancia, que a menudo es ignorado, es qué tan positiva es la presión intratorácica (tanto si se aplica de manera invasiva o no invasiva, o se produce patológicamente - por ejemplo, auto PEEP), lo cual altera el retorno venoso. La presurización de la parte superior del abdomen por la aplicación de presión telespiratoria hará que el colapso de la VCI se produzca con mayor facilidad cuando el paciente realice una inspiración. En consecuencia, esto podría resultar que el colapso de la VCI sea un "falso positivo" en un paciente no respondedor a fluidos. (Rey Sartori et al., 2020)

Estudios ecográficos de la VCI

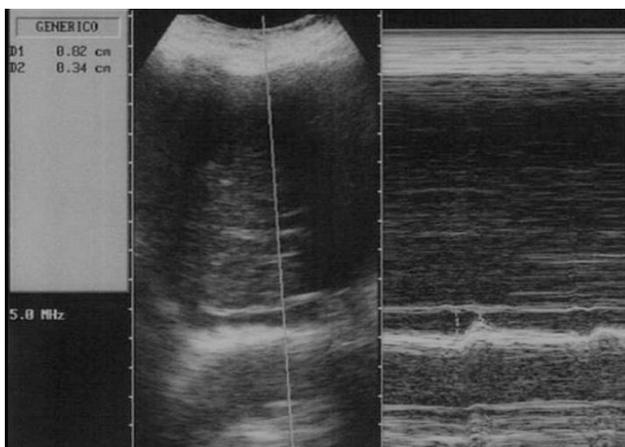
En el estudio ecográfico se inicia por corte un longitudinal subxifoideo con un transductor convexo en modo B para visualizar la vena cava inferior. El cursor se coloca en

modo M aproximadamente a 3 cm de la aurícula derecha, y se genera un registro en función del tiempo del diámetro de la Vena Cava Inferior (VCI). Luego, se procede a medir el diámetro máximo y el mínimo en un solo ciclo respiratorio (en inspiración y espiración, respectivamente) y se calcula la variación, expresada en porcentaje de acuerdo con a la fórmula: $\text{variabilidad} = \frac{\text{diámetro (D) máximo de VCI} - \text{D mínimo}}{\text{D máximo}}$. (Iturbide, 2017).

Esta misma técnica se utiliza dentro del Hospital Bautista, con mediciones en modo M y modo B, calculando con la misma fórmula, el índice de colapsabilidad de la VCI de los pacientes con ventilación espontánea.

Figura 2.

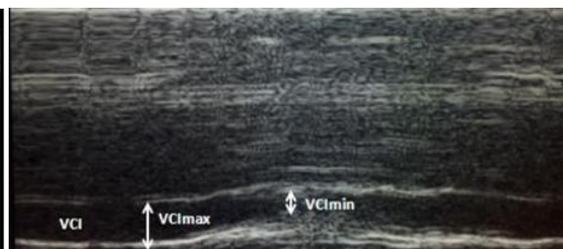
Corte longitudinal de la vena cava inferior con aplicación de modo M visualiza una variabilidad de calibre de aproximadamente el 50% con el ciclo respiratorio. El paciente recibió reposición de volumen.



Nota: Revista Argentina de radiología, autor: I. Iturbide et al. 2017

Figura 3.

Modo ecográfico M para la medición del diámetro máximo de vena cava inferior (VCI_{max}) y el mínimo (VCI_{min}).



Nota: Figura adaptada de Curbelo G, 2018.

Medición de la VCI

El índice de vena cava inferior es una de las medidas que permite estimar el volumen intravascular a través de la medición ultrasonográfica de la colapsabilidad del diámetro de la VCI, que en condiciones fisiológicas varía con los movimientos respiratorios.

Para realizar las medidas del índice de la VCI generalmente se usa un transductor de baja frecuencia (Phased Array) que corresponde a un rango de frecuencia entre 3,5 y 5 MHz. El punto de referencia anatómico para su medición es la ventana subxifoidea y visualización de 4 cámaras cardíacas, en orientación lateral para identificar el ventrículo y la aurícula derecha, posteriormente, se deberá girar el transductor en un Angulo de 90° para obtener una imagen longitudinal y a medida que el transductor se dirige hacia la columna vertebral, se observará la convergencia de la VCI con la aurícula derecha; una vez localizada la VCI, se orienta el transductor hacia los miembros inferiores en busca de la confluencia de las venas hepáticas. (Montenegro et al., 2009)

Este mismo autor señala que se han realizado estudios que trabajan y coinciden en que la medida debe realizarse a 3 cm de la unión con la aurícula derecha. Otros métodos hacen referencia a la unión con las venas hepáticas o muy cerca de estas. Se recomienda la realización de una evaluación del índice y el diámetro de la VCI de 0,5 a 3 cm de la aurícula derecha. Montenegro, et al. 2009 realizaron mediciones del grado de colapsabilidad en diferentes puntos de la VCI en personas sanas, siendo mayor a nivel de la unión de la vena renal izquierda a 2 cm de la confluencia con las venas hepáticas, lo que sugiere que este punto podría utilizarse como un parámetro más fiable en determinar el estado volumétrico de los pacientes.

Para calcular colapso inspiratorio (índice cavo) en pacientes con ventilación espontánea, se parte de las mediciones en diámetro de la VCI máxima (espiración) menos el diámetro de la VCI mínima (mínimo) entre el diámetro de VCI máxima y para convertirlo en porcentaje multiplicado por 100. (Cubo Romano, 2013).

Esta fórmula fue aplicada en este estudio y es la que se aplica en el Hospital Bautista para el centro de la respuesta al volumen, con este dato, se obtuvo el rango de la PCV

$$IC_{\text{ventilación espontánea}} = \frac{VCI_{\text{máxima}} - VCI_{\text{mínimo}}}{VCI_{\text{máxima}}} \times 100$$

Relación de la VCI con la PVC

Según Cubo, 2013, existe una relación directa entre el diámetro de la VCI con la PAD y la PVC, con un grado de precisión del 80 al 90%, con facilidad de medición y baja variabilidad Inter observador. También señala una limitación que tiene la medición de la VCI que es que no se ve en un 10 al 15 % de los pacientes. Inclusive presenta una tabla, que, con el cálculo del índice de la VCI, se puede conocer la PVC. Ver Tabla 6.

Tabla 6.

Relación diámetro VCI con la PVC

Medida VCI (cm)	% colapso en inspiración (índice VCI)	PVC (mmHg)
< 1,5	>50%	0-5
1,5 – 2,5	>50%	5-10
1,5 – 2,5	<50%	10-15
>2,5	Mínima	15-20

Nota: Tabla adoptada de (Cubo Romano, 2013)

Es evidente que a mayor índice de colapsabilidad mayor PVC, en la respuesta de terapia hídrica en los pacientes, es lógico, cuando el sistema está comprometido se eleva los volúmenes para mantener la perfusión constante y así la oxigenación, aunque ocasione una PVC es más elevada. (Cubo Romano, 2013)

VCI como parámetro estático

Sí el paciente está en ventilación mecánica (VM), la correlación entre el tamaño de la VCI y la PVC es bajo. Sin embargo, un diámetro de la VCI menor de 10 mm puede predecir una respuesta positiva a la infusión de líquido. (Duran, 2010). En contraste, una VCI con un diámetro > 20 mm a menudo excluye cualquier respuesta a fluidos (Bench, 2012).

VCI como parámetro dinámico

Los cambios en el diámetro de la VCI durante la ventilación mecánica (VM) han sido propuestos como un medio para predecir la respuesta a fluidos. El diámetro de la VCI se analiza con el modo M en una vista subcostal longitudinal. En un paciente con ventilación asistida, la VCI se dilata durante la inspiración (diámetro máximo) y disminuye durante la espiración (diámetro mínimo). El índice de la distensibilidad de la VCI puede predecir la respuesta de fluidos. Se ha propuesto un valor de corte del 12 % (usando max-min/valor medio) y 18 % (usando max-min/min) (Airapetian N, 2015).

Para que estas mediciones tengan validez, todos los pacientes tienen que estar en VM, pasivos en su interacción con el ventilador y sin respiración espontánea durante la medición.

Además, algunos estudios han sugerido que los pacientes ventilados con síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) con un volumen corriente menor que 7 ml/kg podría ser responsable de falsos negativos, basado en el hecho de que el volumen corriente sería insuficiente para inducir cambios significativos en la precarga del corazón (Vallée F, 2009).

Según Iturbide, et al, 2017, durante la ventilación mecánica, la fase inspiratoria produce un incremento de la presión pleural, que se transmite a la aurícula derecha, reduciendo el retorno venoso. Teniendo como resultado las modificaciones en el diámetro de la VCI inversas a las de la respiración espontánea, con un aumento inspiratorio y una

disminución espiratoria. A su vez plantea que estos cambios son abolidos en la dilatación de la VCI producida por un estado de sobrecarga de volumen. Los cambios respiratorios cíclicos en el calibre del vaso se observan solo en pacientes ventilados con volemia normal o disminuida, siendo este el concepto fundamental para comprender la importancia y utilidad de esta técnica. La falta de variabilidad en el calibre de la VCI ante pacientes en shock excluye al paciente de la posibilidad de responder a terapia de reposición de fluidos.

VCI en pacientes con ventilación espontánea

En pacientes que respiran espontáneamente, el diámetro de la VCI disminuye debido al aumento del volumen torácico que reduce la presión intratorácica. Este efecto de colapsabilidad puede indexarse dividiendo la diferencia de los 2 diámetros por el diámetro máximo (colapsabilidad de la vena cava inferior). Ver Tabla 6 y la formula. (Orso et al., 2020)

Interpretación de resultados

La variabilidad respiratoria se expresa como la diferencia porcentual existente entre los diámetros máximo (inspiratorio) y mínimo (espiratorio) de la VCI, dividido por el diámetro máximo inicial inspiratoria, en pacientes ventilados hemodinámicamente inestables y que se considere significativo un cambio del 12%, para pacientes. Para los pacientes que presenten este porcentaje o uno mayor en la variabilidad probablemente tendrán mejor respuesta a la instilación de volumen. También afirma que en su prueba diagnóstica el método ecográfico resultó ser sensible en un 90% y con especificidad del 100%. Recomienda que la mejor variabilidad del diámetro de la vena cava se estima mejor mediante ecografía en modo M, siendo una técnica con aceptable reproducibilidad intra e interobservador. (Iturbide et al., 2017) (Ver Tabla 6)

Actualmente, la guía americana de ecocardiografía establece el diámetro de la VCI de 2,1 cm y una colapsabilidad del 50% como parámetros orientadores del estado hemodinámico, como se muestra en la Tabla 7. Estos indicadores permiten estar claro del estado volumétrico y su importancia sobre todo en pacientes críticamente enfermos que requieren para su tratamiento reanimación hídrica intensiva y a su vez permite interpretar los resultados obtenidos del índice de colapsabilidad, calculado con los diámetros máximos y mínimos de la VCI, obtenidos mediante la ecografía. Es vital para el intensivista o el emergenciólogo la buena interpretación de los resultados para la toma de decisión con respecto a la terapia de volumen. (Montenegro et al., 2009).

Tabla 7.

Perfiles hemodinámicos según las mediciones del diámetro de la VCI y su grado de colapsabilidad, como respuesta al volumen

Estado del volumétrico	Medida VCI (cm)	% colapso en inspiración (índice VCI)	Punto de corte PVC (mmHg)	PVC (mmHg)
Hipovolémico	< 2,1	>50%	3	0-5
Normovolémico	> 0 < 2,5* <	>0 <50%*	8	5-10
Hipervolémico	>2,1	<50%	15	10-20

Nota: *Considerar otras medidas que se estimen el estado volumétrico.

Adaptado de (Rudski et al., 2010); (Montenegro, et al.2019)

Como se puede observar Rudski et al. 2019, presentan con un poco de amplitud las medidas de la VCI y establece puntos de cortes en cuanto a la PVC, pero deja claro que se pueden considerar las medidas que se estimen en el estado volumétrico del pacientes, lo importante es que se determine la medida de la VCI en cm y se calcule el índice de colapsabilidad que permita evidenciar o predecir las respuestas al volumen o la sobre hidratación de estas en las primeras 2 a 4 horas de la administración del líquido.

Limitantes y desventajas de la medida del índice de colapsabilidad VCI

Se describen problemas técnicos que pueden llevar a errores en la medición de la VCI. La experiencia del radiólogo durante la ecografía es determinante, tomando en cuenta la necesidad de obtener una buena calidad de imagen, la presencia de artefactos puede ser un problema. Con cada ciclo respiratorio se desplazan el hígado y la VCI adyacente. La VCI puede parecer que cambia de tamaño cuando lo que ocurre es que se está desplazando fuera del plano del haz de ultrasonido. En este caso, no hay un cambio real en el tamaño de la VCI, aunque así lo parezca (Slama M, 2011).

Otras de desventajas del índice de VCI están relacionadas a factores de disminución de la calidad ecográfica por factores propios del paciente en estado crítico (distensión abdominal, interposición de asas intestinales que cubren la imagen de la VCI, edema tisular, heridas abdominales complejas y obesidad mórbida). (Montenegro et al., 2009)

La técnica ecográfica para medir la variabilidad de la vena cava es un método no invasivo y de fácil realización, que permite seleccionar los pacientes hemodinamicamente inestables ventilados que responderán a terapia de reposición de fluidos y cuales requerirán de otras medidas. Aquellos que presenten variación en el calibre de la VCI mayor al 12%, serán los beneficiados con la terapia de reposición de fluidos.

En esta investigación se realizó la medición del índice de colapsabilidad VCI, en los pacientes hidratados de la UCI, a través de la ecografía, tomando en cuenta los días de hidratación antes de la primera medida de colapsabilidad, trabajo realizado en colaboración con el médico responsable de la UCI del Hospital Bautista.

Diseño Metodológico

Tipo de estudio

De acuerdo al diseño metodológico el tipo de estudio es observacional, según el método de estudio es relacional (Piura, 2006). De acuerdo a la clasificación de Hernández, Fernández y Baptista 2006, el tipo de estudio es correlacional. De acuerdo, al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es retrospectivo, por el período y secuencia del estudio es transversal. (Canales, Alvarado y Pineda, 1996). Por ser un estudio de prueba diagnóstica se aplica la tabla del 2 x 2 para cálculo la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivos y negativos, probabilidad de falso positivos y negativos, prevalencia de la enfermedad, proporción de sanos, razón de verosimilitud positiva y negativa. Para la técnica ecográfica para determinar el índice de la VCI.

Área de estudio

El área de estudio está compuesta por los pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del Hospital Bautista de Managua.

Universo

El universo fue de 236 pacientes que ingresaron a la UCI del Hospital Bautista en el período de estudio de enero 2019 a diciembre 2020.

Muestra y técnica de muestreo

Para el desarrollo de la presente investigación, se aplicó la técnica de muestreo no probabilístico, por conveniencia, en otras palabras, la muestra se obtuvo de los pacientes

disponible en el tiempo o período de investigación, para un total de 34 pacientes, que estuvieron internados en la UCI del Hospital Bautista.

Criterios de selección

Aplicando criterios de selección

Criterios de Inclusión:

1. Pacientes de cuidados críticos, internados en el Hospital Bautista.
2. Expedientes con resultados de ecografía durante la hospitalización, debidamente trazables.
3. Expedientes de pacientes mayores de 18 años.
4. Pacientes con hidratación parental.

Criterios de Exclusión:

1. Pacientes que no estén ingresado en la UCI.
2. Pacientes con expedientes clínicos incompletos y sin registros del ultrasonido de la vena cava inferior.
3. Pacientes con obesidad mórbida.
4. Pacientes con ventilación asistida.
5. Pacientes que se les altere la presión intraabdominal

Lista de Variables

- Edad
- Sexo
- Procedencia

- Índice de masa corpóreas (IMC)
- Diagnóstico de ingresos
- Clasificación clínica del paciente UCI
- Condiciones de presión de ingresos a UCI
- Tipo de líquido utilizado en la terapia
- Tiempo de estancia hospitalaria en la UCI
- Tipo de egreso
- Mediciones del diámetro VCI por ecografía
- Índice de colapsabilidad de la VCI
- Presión Venosa Central
- Respuesta al líquido

Matriz de operacionalización de variables (MOVI)

Objetivo 1: Describir las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes internados en cuidados intensivos que forman parte del estudio.						
Variable Conceptual	Sub-VARIABLES	Variable operativa/ Indicador	Técnicas Recolección de Datos	Tipo de variable	Categoría estadística	Valor final
Datos generales del paciente: Edad: Años biológicos del paciente Sexo: Condición orgánica que distingue el genero Procedencia: Lugar de donde viene la persona.	Edad	Años	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativo discreta	Numérica discreta	años
	Sexo	Género: -Mujer -Hombre		Cualitativa categórica	Dicotómica	1: Si 2: No
	Procedencia	Rural Urbana		Cualitativa categórica	Nominal	1. Rural 2. Urbana
Características antropométricas: Se refiere a la talla, el peso y los perímetros corporales de la persona	Peso	Masa corporal: kg	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativo Numérica	Numérica continua	Peso del paciente
	Talla	Estatura: metros		Cuantitativo Numérica	Numérica continua	Talla del paciente
	IMC	Kg/m ²		Cuantitativa escala	Nominal	1. Bajo peso \leq 18.5 Kg/m ² 2. Normal 18.5-24.9 Kg/m ² 3. Sobrepeso 25-29.9 Kg/m ² 4. Obesidad \geq 30
Características clínicas del paciente UCI	Diagnóstico de ingreso a la UCI	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico de ingreso • Dengue con signos de alarma • Insuficiencia renal • Sepsis • Accidente cerebrovascular (ACV) • Neumonía • Cardiopatía • Postquirúrgico 	Ficha de recolección de datos Expediente	Cualitativa Categórica	Dicotómica	1: Si 2: No
	Clasificación clínica del paciente dentro de la UCI	<ul style="list-style-type: none"> • Shock séptico • Shock hipovolémico • Shock cardiogénico • Crisis diabética 	Ficha de recolección de datos Expediente	Cualitativa Categórica	Dicotómica	1: Si 2: No

Características clínicas del paciente UCI	Condiciones de presión de ingreso a UCI	<ul style="list-style-type: none"> • Presión arterial sistólica • Presión arterial diastólica • Presión Arterial Media • Hipertensión pulmonar 	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativa	Numérica continua	mmHg
		<ul style="list-style-type: none"> • Presión Venosa Central (Inicial) 	Ficha de recolección de datos Expediente	Cualitativa	Categoría nominal	1. 0-5 mmHg 2. 5-10 mmHg 3. 10-15 mmHg 4. 15-20 mmHg
Tipo de tratamiento con líquidos	Días de administración de líquidos antes de la medición de la VCI	Número de días con tratamiento	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativa	Numérica discreta	Número de días
		Total, de solución salina 0.9% administrada antes de la primera ecografía		Cuantitativa	Numérica continua	mL de solución salina 0.9%
	Trasfusión sanguínea	Número de días con tratamiento	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativa	Numérica discreta	Número de días
		Total, de sangre administrada antes de la primera ecografía		Cuantitativa	Numérica continua	mL de sangre administrado
	Cantidad de bolo globular suministrado	Número de días con tratamiento	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativa	Numérica discreta	Número de días
		Total, de bolo globular administrada antes de la primera ecografía		Cuantitativa	Numérica discreta	mL de bolo globular
	Uso de aminos	Número de días con tratamiento	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativa	Numérica discreta	Número de días
		Total, amina administrada antes de la primera ecografía		Cuantitativa	Numérica discreta	mL de aminos
Tipo de tratamiento con líquidos	Cantidad total de solución salina administrada en 4 días de tratamiento	Total, de mL de solución salina 0.9% ingeridos	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativa	Numérica discreta	mL ingeridos
		Total, de mL líquido eliminado		Cuantitativa	Numérica discreta	mL eliminados
Tiempo de estancia hospitalaria en UCI	Días de estancia en UCI	Número de días	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativa	Numérica discreta	Número de días
	Tipo de egreso	<ul style="list-style-type: none"> • 		Cualitativa	Categoría Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Alta • Fallecido • Abandono
Objetivo 2. Describir la importancia de la ecografía en la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior en pacientes críticos de la unidad de cuidados intensivos.						

Medida de la VCI por ecografía	Modo B	cm	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativa	Numérica discreta	1. Medición 1 cm____ 2. Medición 2 cm____ 3. Medición 3 cm____ 4. Medición 4 cm____	
	Modo M	cm máximos	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativa	Numérica discreta	1. Medición 1 cm____ 2. Medición 2 cm____ 3. Medición 3 cm____ 4. Medición 4 cm____	
		cm mínimos		Cuantitativa	Numérica discreta	1. Medición 1 cm____ 2. Medición 2 cm____ 3. Medición 3 cm____ 4. Medición 4 cm____	
	Índice de colapsabilidad VCI	% de colapsabilidad	% de colapsabilidad 1	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativa	Numérica discreta	% de colapsabilidad
			% de colapsabilidad 2		Cuantitativa	Numérica discreta	% de colapsabilidad
% de colapsabilidad 3			Cuantitativa		Numérica discreta	% de colapsabilidad	
% de colapsabilidad 4			Cuantitativa		Numérica discreta	% de colapsabilidad	

Objetivo 3. Relacionar el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior y la presión venosa central en la respuesta a volumen de los pacientes críticamente enfermos.

Índice de colapsabilidad de la VCI	Índice de colapsabilidad de la VCI	Inicial	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativa categórica	Nominal	1. <50% 2. >50%
		Final		Cuantitativa categórica	Nominal	1. <50% 2. >50%
Presión Venosa Central	PVC a partir del índice de la VCI	Inicial	Ficha de recolección de datos Expediente	Cuantitativa categórica	Nominal	1. 5 – 10 mmHg 2. 10 – 15 mmHg
		Final		Cuantitativa categórica	Nominal	1. 5 – 10 mmHg 2. 10 – 15 mmHg

Objetivo 4. Establecer la correlación entre el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior y la respuesta al líquido administrado durante la hospitalización de los pacientes en estudio.

Índice de colapsabilidad de la VCI	Índice de colapsabilidad de la VCI	Inicial	Ficha de recolección de datos Expediente	Cualitativa categórica	Nominal	1. <50% 2. >50%
		Final		Cualitativa	Nominal	1. <50%

				categórica		2. >50%
Respuesta al líquido	Responde al líquido	Resultado final		Cualitativa categórica	dicotómica	1. SI 2. NO

Fuente de información

La fuente de información fue secundaria, extraída de expedientes de los pacientes en estudios el historial clínico y tratamiento adjunta al expediente.

Método e instrumentos de recolección de la información

Aunque la información recolectada es retrospectiva el Hospital Bautista tiene su protocolo de trabajo, el cual se utilizó en los momentos en que se obtuvieron los resultados de la medición del índice de colapsabilidad de la VCI, utilizados en este estudio.

- Instrumento de recolección de información: Técnica, ficha de recolección de datos.
- Procedimiento para la recolección de la información:
- Remisión de la prueba ecográfica: El médico internista de UCI, envía la orden de realización de la ecográfica de la colapsabilidad de la VCI una hora antes de la realización. El especialista en radiología e imagen recepción la orden y moviliza el equipo a la UCI.

Realización de la ecografía

- Se informa al paciente de la realización de la ecografía y se le solicita la confirmación de los datos, posterior se realiza la prueba de ultrasonido.

Técnica de medición de la ecografía

- La técnica de la ecografía para medir la colapsabilidad de la VCI se inicia poniendo al paciente en posición decúbito supino sobre la camilla, con la cabeza a cero grados y descubriendo el tercio inferior de su tórax y la mitad superior de su abdomen.
- La respiración del paciente es espontánea habitual.
- La medición se realiza en tiempo real y se hace la captura de la imagen independiente de cada ventana ecográfica en modo B y modo M.
- Se captura la medición de modo B, en marcha cuando el especialista coloca el transductor sobre la piel del paciente, hasta el final de la adquisición de la imagen de la vena cava inferior con sus paredes en paralelo y se ubica el punto de medición 2

cm distal a la unión de la vena cava inferior con la aurícula derecha, se graban las imágenes en modo M, corroborando en la toma de la imagen entre 3 ciclos respiratorios.

- El transductor se mantiene en posición perpendicular al vaso durante las mediciones. Se revisa la grabación, se busca la zona que impresione mayor y menor separación de las paredes del vaso, lo que corresponde a la espiración e inspiración, las mediciones se realizan en milímetros exactos (despreciando decimales y sin aproximaciones) del diámetro interno con la función de medición del equipo de ecografía.
- No se hace cambio de posición del sujeto entre las mediciones.
- El ultrasonido lo realiza es especialista radiólogo y los residentes de la especialidad de radiología.

Entrega de reporte.

- Los resultados de las mediciones se registran en el formato de Clinsis por el médico residente. La información obtenida durante y después del proceso de recolección de datos es confidencial y es de uso del servicio de radiología.
- El equipo utilizado es un ecógrafo de marca Siemens modelo Acuson p500 equipado con transductor tipo phased array de 1-5MHz, gel, camilla, toallas de papel, jabón líquido desinfectante para la limpieza de los equipos, papelería e impresora que hará los registros de diámetro y tiempos.
- Se entrega el reporte a través del Clinsis (sistema digital para reportes de resultados en línea, solamente para leer el resultado).

Procesamiento y análisis estadístico de los datos

La información contenida en las fichas de recolección de datos, se ingresaron en la base de datos del programa SPSS versión 25 para realizar el análisis estadístico, a su vez se utilizó el Excel avanzado para mejorar la presentación de algunos gráficos.

Las herramientas estadísticas para utilizar en el análisis de los datos están comprendidas en cada uno de los objetivos:

Objetivo 1: *Describir las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes internados en cuidados intensivos que forman parte del estudio.*

Para este objetivo se realizó las variables numéricas en un análisis estadísticos descriptivos y prueba de normalidad. Los resultados de las variables cualitativas categóricas se presentan en tablas de frecuencias y porcentajes, a través de gráficos de barra, pasteles caja y bigotes. Para las variables categóricas se aplicó la Chi-cuadrado de Pearson, Prueba de normalidad Shapiro- Wilk, para las variables numéricas.

Objetivo 2. *Describir la importancia de la ecografía en la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior en pacientes críticos de la unidad de cuidados intensivos.*

Para este objetivo se hicieron tablas de frecuencias en relación al sexo y el diámetro máximo y mínimo de colapsabilidad de la VCI y al % obtenido en las cuatro mediciones realizadas del índice de colapsabilidad de la VCI. También se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Will, de la variable cuantitativa del diámetro máximo, mínimo e índice de colapsabilidad de la VCI de los cuatros medidas realizadas por ecografía.

Objetivo 3: *Relacionar el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior y la presión venosa central en la respuesta a volumen de los pacientes críticamente enfermos.*

Para este objetivo de relación, para el análisis bivariado, los resultados se presentaron en tablas de contingencia, se aplicó la prueba de hipótesis para determinar asociación mediante Chi cuadrado de Pearson, para el análisis en relación entre la variable cualitativa categórica politómica Rho de Spearman y la prueba diagnóstica para calcular la eficacia se trabajó con tablas dicotómicas de 2 x 2 para calcular la sensibilidad, especificidad, valor

predictivo positivos y negativos, probabilidad de falso positivos y negativos, prevalencia de la enfermedad, proporción de sanos, razón de verosimilitud positiva y negativa, apoyando el análisis con la curva de ROC.

Objetivo 4: *Establecer la correlación entre el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior y la respuesta al volumen administrado durante la hospitalización de los pacientes en estudio.*

Para el análisis bivariado la Corrección de Spearman. Para la relación entre variables categóricas se utilizó la curva de Rho y la prueba diagnóstica para calcular la eficacia se trabajó con tablas dicotómicas de 2 x 2 para calcular la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivos y negativos, probabilidad de falso positivos y negativos, prevalencia de la enfermedad, proporción de sanos, razón de verosimilitud positiva y negativa, apoyando el análisis con la curva de ROC.

Consideraciones éticas

- El trabajo se realizó bajo la aceptación del Comité de Investigación del Hospital Bautista quienes aprobaron el protocolo del estudio,
- Autorización de la subdirección médica del hospital y el aval del responsable de docencia.
- Los resultados se mantuvieron en total anonimato y el uso de los datos se utilizaron estrictamente para fines de investigación.

Resultados

Resultado 1 - Características sociodemográficas y clínicas de los pacientes

Tabla 8.

Prueba de normalidad Shapiro- Wilk para las variables numéricas.

variables	Estadístico Shapiro-Wilk	Grados de libertad	Significancia
Edad	,943	34	,074
IMC	,936	34	,047
Presión arterial sistólica	,866	34	,001
Presión arterial diastólica	,896	34	,004
presión arterial media	,863	34	,001
Tiempo desde el ingreso hasta la realización del US	,814	34	,000
Cantidad de PG Transfundido	,606	34	,000
Volumen de bolo globular suministrado	,606	34	,000
Volumen total de la estancia hospitalaria	,928	34	,028
Cantidad de líquidos IV previo al US-VCI	,925	34	,023
Diámetro máximo VCI 1	,768	34	,000
Diámetro máximo VCI 1	,768	34	,000
Diámetro mínimo VCI 1	,946	34	,091
Índice de colapsabilidad 1	,950	34	,119
Diámetro máximo VCI 2	,619	34	,000
Diámetro máximo VCI 2	,619	34	,000
Diámetro mínimo VCI 2	,949	34	,115
Índice de colapsabilidad 2	,916	34	,012
Diámetro máximo VCI 3	,585	34	,000
Diámetro máximo VCI 3	,585	34	,000
Diámetro mínimo VCI 3	,832	34	,000
Índice de colapsabilidad 3	,848	34	,000
Diámetro máximo VCI 4	,550	34	,000
Diámetro máximo VCI 4	,550	34	,000
Diámetro mínimo VCI 4	,571	34	,000
Índice de colapsabilidad 4	,557	34	,000

Nota: análisis estadístico programa SPSS v25

Los análisis que describen las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes internados en cuidados intensivos que forman parte del objetivo # 1 del estudio se reflejan en la Tabla 8. El estudio comprende 26 variables numéricas a excepción de 2 de cadenas que se sometieron a la prueba de normalidad Shapiro-Wilk con el propósito de determinar si cumplen con el criterio de distribución normal o si se requiere de una correlación diferente.

Al aplicar la prueba al total de la muestra del estudio de 34 grados de libertad, se determinó un valor de $p = <0,05$ en 21 de las 26 variables (80,76%), rechazando la hipótesis nula (H_0), por lo tanto, las variables de estudio incluidas en la Tabla 8, no cumplen con el criterio de distribución normal. Para cumplir con el objetivo No 1 del estudio, se aplicará la estadística inferencial no paramétrica y se utilizará la Correlación de Spearman.

Tabla 9.

Características sociodemográficas y clínicas de los pacientes de la UCI en estudio

Características sociodemográficas y clínicas	Femenino n= 16 n%	Masculino n= 18 n%	Total n= 34 n%
Edad	43,13 \pm 20,82 (18 – 84)	58,78 \pm 23,11 (27 – 99)	
Índice de masa corporal	26,37 \pm 4,50 (19 – 33)	28,77 \pm 3,76 (19 – 34)	
Procedencia			
Urbano	12 (75,0%)	15 (83,3%)	27 (79,4%)
Rural	4 (25,0%)	3 (16,7%)	7 (20,6%)

Nota: resultados propios del estudio, por SPSS v25

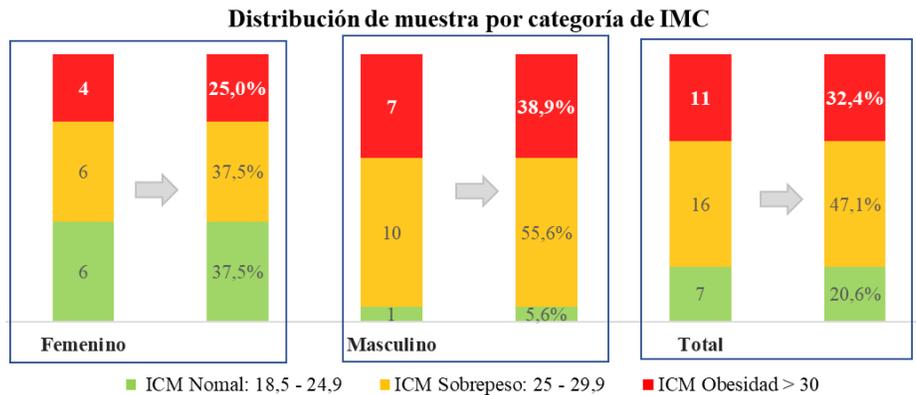
Entre las características sociodemográficas relevantes se consideran la edad, la procedencia y el sexo para entender a detalle las características de los pacientes y a nivel clínico se consideró el índice de masa corporal como un indicador primario del estado de nutrición de la muestra.

El tamaño de la muestra fue de 34 pacientes. La distribución corresponde a 16 pacientes del sexo femenino (47 %) y 18 pacientes del sexo masculino (53 %), siendo un tamaño de muestra bastante similar por sexo.

La edad promedio en pacientes del sexo femenino es de 43,13 años y de sexo masculino es de 58,78 años. Al contrastar la muestra por edad, se evidencia que el sexo masculino supera en 15,65 años al sexo femenino.

Figura 4.

Estado nutricional de los pacientes críticos de la UCI en estudio

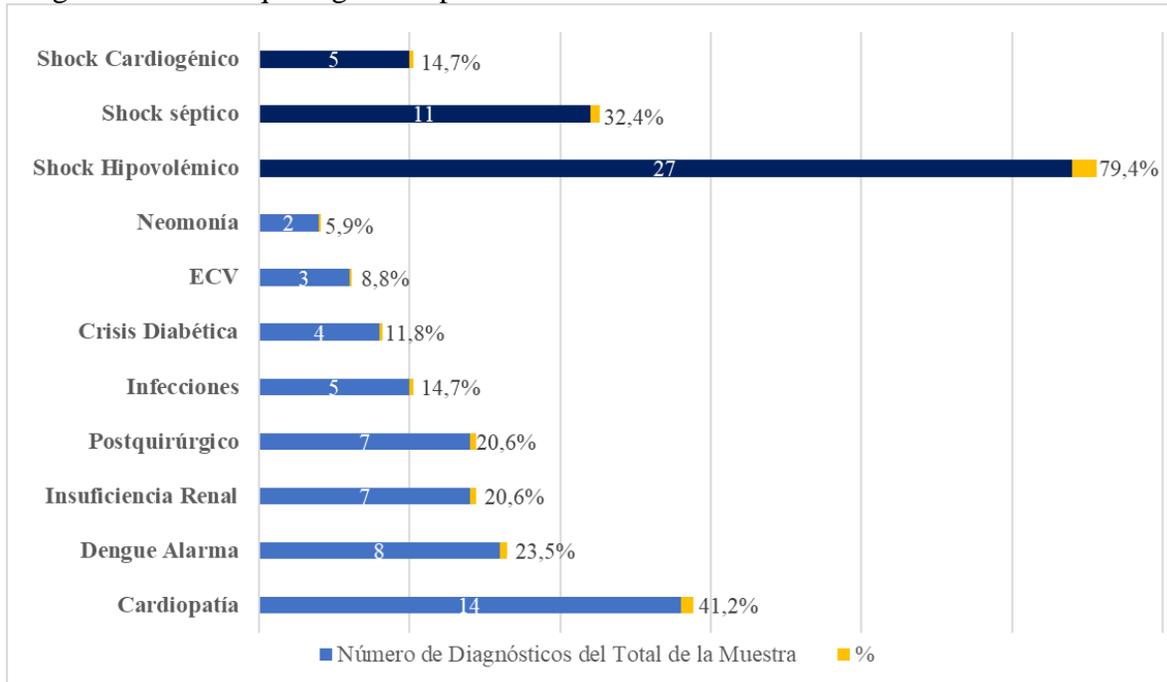


Referente al Índice de Masa Corporal (IMC) por sexo femenino con un total de 16 pacientes, de los cuales 6 (37,5%) están con peso normal, 6 (37,5%) con sobrepeso y 4 pacientes (25 %) con obesidad.

Referente al Índice de Masa Corporal (IMC) por sexo masculino con un total de 18 pacientes, solamente 1 (5,6%) está con peso normal, 10 (55,6%) con sobrepeso y 7 (38,9 %) con obesidad.

Al analizar el Índice de Masa Corporal (IMC) del total de la muestra de 34 pacientes, 27 (79,41%) presentan problemas de nutrición, de los cuales 16 (47,1%) están en sobrepeso y 11 (32,4%) con obesidad, respectivamente.

Figura 5.
Diagnóstico con el que ingreso el paciente a la UCI.



Nota: Elaborado en Excel con datos del estudio, Ver Tabla 2.7 y 2,8 en Anexos

En la figura 5 se presenta la distribución de las patologías agregadas clínicas que presentaron los pacientes al momento de su ingreso a la unidad de cuidados intensivos. El 41.2% (14) por cardiopatía, el 23.5% (8) por dengue con signo de alarma, 20,6 % (7) por insuficiencia renal, el 20,6 % (7) posquirúrgicos y el 14.7 % (5) con infecciones. En menor porcentaje los diagnósticos por crisis diabética representaron un 11,8 % (4), ECV con un 8,8% (3) y neumonía 5,9 % (2) conforme se observa en el gráfico.

Con respecto a la base de los diagnósticos por los que se ingresó a cuidados intensivos se observó que el shock hipovolémico representa un 79% (27), seguido del shock séptico 32.3% (11) y el cardiogénico con 14,7% (5).

Tabla 10*Condiciones de las presiones al ingreso de los pacientes a cuidados intensivos*

Condiciones del ingreso n=34	Femenino n= 16 n%	Masculino n= 18 n%	Total n= 34 n%
Presión arterial sistólica (mmHg)	102,81 ± 23,23 (60 – 150)	99,78 ± 27,11 (50 – 170)	
Presión arterial diastólica (mmHg)	65,00 ± 15,49 (40 – 100)	60,00 ± 12,83 (30 – 80)	
Presión arterial media (mmHg)	77,60 ± 17,46 (46,7 – 110)	73,25 ± 16,96 (36,7 – 110)	
Hipertensión portal	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)

Fuente: ficha de recolección de datos

*Chi-cuadrado de Pearson: 2,420 valor p: ,298

En la tabla 10 se presenta los resultados de las presiones por sexo de los pacientes al momento de su ingreso a la unidad de cuidados intensivos y el cálculo del Chi-cuadrado de Pearson. El cálculo de la Presión Venosa Central (PVC) se calculan como parte de los resultados del objetivo 3.

Tabla 11*Fluidoterapia y transfusiones administrada en la estabilización del paciente UCI.*

Tratamiento	Femenino n= 16 n%	Masculino n= 18 n%
Cantidad de paquete globular transfundido	1,94 ± 3,89 (0 – 15)	1,44 ± 2,38 (0 – 8)
Volumen de bolo globular suministrado	484,38 ± 972,40 (0 – 3750)	361,11 ± 595,462 (0 – 2000)
Volumen total durante la aplicación de la técnica	5988,5 ± 1894,72 (3300 – 10700)	5127,78 ± 1251,731 (3400 – 7800)
Cantidad de líquido IV previo a la ecografía VCII	5826,06 ± 1770,90 (3300 – 10700)	4922,22 ± 1357,57 (3000 – 7800)

Nota: Estadístico descriptivo obtenido por SPSS v25 con datos propios de la investigación.

En la tabla 11 se detallan las cantidades de paquete, volumen de bolo, volumen total durante la aplicación de la técnica y la cantidad de líquidos IV previos a la ecografía VC1 por sexo. El objetivo de presentar estos resultados se debe a que 7 pacientes (20,6%) de la muestra total provienen de la patología agregada de postquirúrgico (ver Figura 5) en el cual la fluidoterapia y transfusiones de paquetes globulares es la más apropiada para la oxigenación de los pacientes.

La caracterización de la muestra del sexo femenino indica que la cantidad de paquetes globulares transfundido fue de 1.94 con más/menos de 3,89 en un rango de 0 a 15. La transfusión en mL de bolo globular suministrado fue de $484,38 \pm 972,40$ mL, en un rango de 0 a 3750. El volumen total durante la aplicación de la técnica fue de $5988,5 \pm 1894,72$ mL, en un rango de 3300 mL y 10700 mL. Finalmente, la cantidad de líquido IV previo a la ecografía VCII fue de $5826,06 \pm 1770,90$ en un rango de 3300 y 10700 mL.

La caracterización de la muestra del sexo masculino indica que la cantidad de paquetes globulares transfundido fue de 1.44 con más/menos de 2,38 en un rango de 0 a 8. La transfusión en mL de bolo globular suministrado fue de $361,11 \pm 595,462$ mL, en un rango de 0 a 2000. El volumen total durante la aplicación de la técnica fue de $5127,78 \pm 1251,73$ mL, en un rango de 3400 mL y 7800 mL. Finalmente, la cantidad de líquido IV previo a la ecografía VCII fue de $4922,22 \pm 1357,57$ en un rango de 300 y 7800 mL.

Tabla 12

Tratamiento con aminos y trasfusión sanguínea administrada en la estabilización del paciente UCI.

Tratamiento	Femenino n= 16 n%	Masculino n= 18 n%	Total n= 34 n%
Transfusión sanguínea*	6 (37,5%)	6 (33,3%)	12 (35,3%)
Uso de aminos**	4 (25,0%)	1 (5,6%)	5 (14,7%)

Nota: Resultados obtenidos de la base de datos original de estudio.

*Chi-cuadrado de Pearson: ,064 valor p: ,800

**Chi-cuadrado de Pearson: 2,553 valor p: ,110

En la Tabla 12 se presentan la caracterización de la muestra por tipo de tratamiento, sexo y el total de pacientes. Tener presente que la cantidad de paquetes por sexo están detalladas en la Tabla 11.

Aplicando el Chi-cuadrado de Pearson para las variables de tratamiento para reposición de líquidos en pacientes críticos con aminas y transfusión sanguínea y su relación, se puede observar que el valor de $p=0,800$ para la transfusión de sangre y para el tratamiento con amina un valor $p=0,110$, lo que significa que no existe relación de dependencia frente a la toma de decisión del tipo de tratamiento para la reposición de líquido frente al sexo.

Tabla 13

Estancia hospitalaria y egreso del paciente crítico en la UCI.

Estancia/egreso	Femenino n= 16 n%	Masculino n= 18 n%	Total n= 34 n%
Tiempo desde el ingreso hasta la realización del ultrasonido inicial	2,38 ± 0,71 (1 – 4)	2,67 ± 0,68 (2 – 4)	
Tiempo de estancia hospitalaria	7.5 (3 – 33)	8.5 (3-52)	
Tipo de egreso*			
Alta	13 (81,3%)	11 (61,1%)	24 (70,6%)
Fallecido	3 (18,8%)	6 (33,3%)	9 (26,5%)
Abandono	0 (0,0%)	1 (5,6%)	1 (2,9%)

Fuente: ficha de recolección de datos

*Chi-cuadrado de Pearson: 2,056 valor p: ,358

Se analizó la estancia de los 34 pacientes en el período de estudio, determinando el tiempo de estancia hospitalaria, la cantidad de días hasta el momento del egreso, tipo de egreso y la caracterización por sexo. En la Tabla 13 se presenta un resumen de los resultados.

En la estancia hospitalaria para las pacientes del sexo femenino se determinó que el promedio de días hasta la realización del primer ultrasonido fue de $2,38 \pm 0,71$ días y el valor registrado para pacientes masculinos fue de $2,67 \pm 0,68$.

Al analizar en detalle los tipos de egresos con base al total de la muestra, 27 pacientes (79,41 %) fueron dados de alta, 6 pacientes (17,64%) fallecieron y 1 paciente (2,94%) abandono la unidad de cuidados intensivos del Hospital Bautista.

El tiempo de estancia hospitalaria para pacientes del sexo femenino fue de 7.5 con un rango de 3 a 33 días y para pacientes del sexo masculino fue de 8.5 con un rango de 3 a 52 días.

Al analizar en detalle los tipos de egresos tomando como base la muestra de sexo femenino, 14 pacientes (87,5%) fueron dadas de alta y solamente 2 pacientes (12,5%) fallecieron. Por otra parte, la muestra de sexo masculino, 13 pacientes (72,22%) fueron dados de alta, 4 pacientes (22,22%) fallecieron y solamente 1 paciente (5,56%) abandono la unidad de cuidados intensivos.

En cuanto al tipo de egreso y el género, se aplicó la prueba de Chi-cuadrado de Pearson, donde se obtuvo el valor de $p= 0,458$, no significativo, dejando en evidencia que las variables tipo de egreso y el género son independientes entre sí.

En el caso de la prueba de normalidad, el test de Shapiro-Wilks plantea la hipótesis nula que una muestra proviene de una distribución normal. Para las muestras en estudio, se realizó el cálculo que se presenta en el Anexo 2, Tabla 9. En esta tabla se observa que la mayoría de las variables no tienen una distribución normal con valores de p inferior a 0.005,

solamente 5 de las variables tuvieron valores con significancia, pero el valor de Shapiro-Wilks, confirma que el muestreo fue muy distribuido.

Resultados 2 - Ecografía en la medición del IC de la VCI en la respuesta a líquidos

Tabla 14

Parámetros de ecografía del diámetro de la CVI modo M de los pacientes en cuidados intensivos

Diámetro máximo (mm) de la VCI por ecografía	Femenino n= 16 n%	Masculino n= 18 n%
Diámetro máximo VCI modo M medición 1	18,91 ± 1,47 (16 – 21)	19,63 ± 2,80 (16 – 29)
Diámetro máximo VCI modo M medición 2	18,86 ± 1,87 (15,7 – 23)	20,22 ± 3,88 (18 – 35)
Diámetro máximo VCI modo M medición 3	19,15 ± 1.20 (18.3 – 20)	24.06 ± 11,74 (18 – 48)
Diámetro mínimo (mm) de la VCI por ecografía		
Diámetro mínimo VCI modo M medición 1	10,19 ± 2,49 (6 – 14)	10,17 ± 3,60 (6 – 21)
Diámetro mínimo VCI modo M medición 2	9,07 ± 2,11 (5.8 – 15)	10,4 ± 2,99 (7,5 – 17)
Diámetro mínimo VCI modo M medición 3	7,2 ± 3,43 (4 – 12,4)	9,52 ± 3,62 (5 – 16,5)

Nota: Elaboración propia del estudio.

El estadístico descriptivo de las tres medidas del diámetro máximo de la VCI en modo M para la cantidad total de muestra del sexo femenino se obtuvo que la media de la primera medida por ecografía $18,91 \pm 1,47$ mm con un rango entre 16 y 21 mm, promedio similar en las dos medidas restantes (medición 2 y 3). En el caso de medidas del diámetro mínimo de la VCI en modo M, es de $10,19 \pm 2,49$ m con un rango de 6 a 14 y medidas con ligera tendencia a la disminución en los otros valores (medida 2 y 3).

El estadístico descriptivo de las tres medidas del diámetro máximo de la VCI en modo M para la cantidad total de muestra del sexo masculino se obtuvo que la media de la primera medida por ecografía $19,63 \pm 2,80$ mm con un rango entre 16 y 29 mm, promedio ligeramente mayor en las dos medidas restantes (medición 2 y 3). En el caso de medidas del diámetro mínimo de la VCI en modo M, es de $10,17 \pm 3,60$ con un rango de 6 a 21 mm y medidas con ligera tendencia a la disminución en los otros valores (medida 2 y 3).

Tabla 15

Parámetros de ecografía del índice de Colapsabilidad de la vena cava inferior de los pacientes en cuidados intensivos

Parámetros de ecografía de la vena cava inferior	Femenino n= 16 n%	Masculino n= 18 n%
Índice de Colapsabilidad VCI medición 1	46,25 ± 15,33 (18 – 65)	48,50 ± 11,94 (25 – 67)
Índice de Colapsabilidad VCI medición 2	52,06 ± 10,59 (22 – 68)	46,68 ± 11,78 (20 – 60)
Índice de Colapsabilidad VCI medición 3	48,81 ± 21,98 (27 – 69)	46 ± 17,24 (27 – 65)

Nota: Datos originales del estudio

El estadístico descriptivo de tres cálculos del índice de Colapsabilidad de la VCI en modo M, para las pacientes femeninas se calculó la Colapsabilidad partiendo de los diámetros máximos y mínimos, se obtuvo que la media de la primera medida por ecografía es de $46,25 \pm 15,33$ % en un rango de 18 a 65 mm de medida. En la segunda medida el promedio fue mayor al primero con $52,06 \pm 10,59$ con un rango de 22 y 68 mm. El valor para tercera colapsabilidad obtenida de la tercera ecografía, se obtuvo un promedio $48,81 \pm 21,98$ con un rango de 27 a 69 mm.

El estadístico descriptivo de tres cálculos del índice de Colapsabilidad de la VCI en modo M, para los pacientes masculinos se calculó la Colapsabilidad partiendo de los

diámetros máximos y mínimos, se obtuvo que la media de la primera medida por ecografía es de $48,50 \pm 11,94$ % con un rango de 25 a 67 mm de medida. En la segunda medida el promedio fue ligeramente menor al primero con $46,68 \pm 11,78$ con un rango de 20 y 60 mm. El valor para tercera Colapsabilidad obtenida de la tercera ecografía continúa disminuyendo, se obtuvo un promedio $46 \pm 17,24$ con un rango de 27 a 65 mm.

Tabla 16

Análisis de resultados con significancia estadística de las curvas ROC en pacientes críticos.

Variables de resultado de prueba: Índice de Colapsabilidad VCI inicial	Área bajo la curva AUC	Significación	95% de intervalo de confianza	
			Límite inferior	Límite superior
a. Posquirúrgico	78,3%	,023	,596	,970
b. Shock séptico	74,5%	,038	,536	,955
c. Shock hipovolémico	80,2%	,015	,613	,990
d. Uso de aminas	88,6%	,006	,773	1,000
e. Pacientes fallecidos	61,8%	,040	,321	,899

Nota: análisis estadístico programa SPSS v25, Ver Curva de ROC. Figura 3,3, en Anexos.

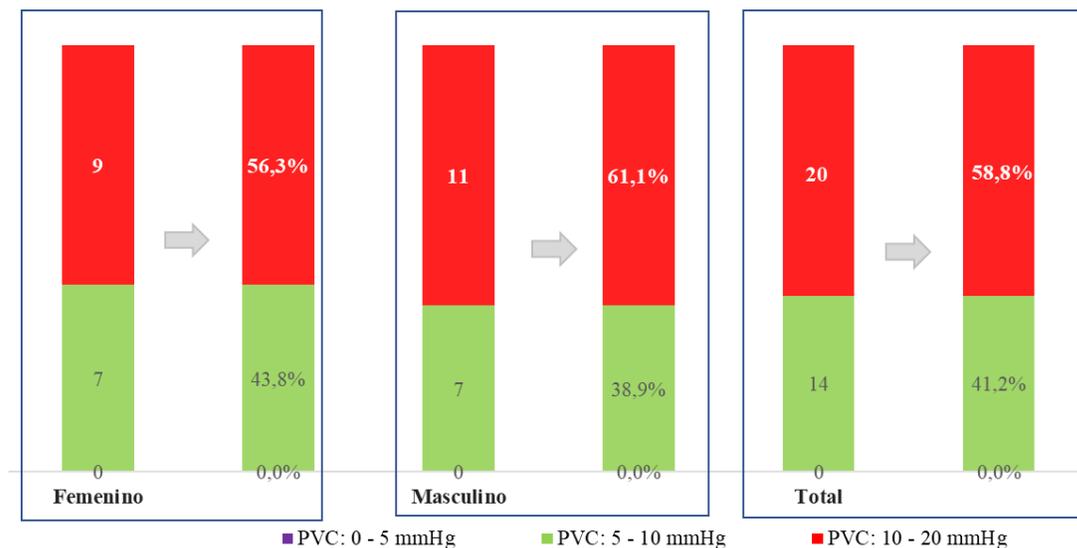
Para plantear la ecografía de la vena cava como prueba de predicción o de control en la respuesta de fluido se requiere determinar la capacidad discriminativa de la prueba y con esto su habilidad para distinguir a los pacientes que responderán al líquido administrado, de pacientes que están sobre hidratados sin respuesta ante la reanimación en la UCI. Para este se aplicó la curva de ROC, principalmente en los pacientes con Shock, los posquirúrgicos, con administración de aminas y en pacientes fallecidos.

Los porcentajes sobre la curva todos superaron el 50%, con valores de significancia menores a 0.05, donde la colapsabilidad del índice de la VCI, logra identificar la sobre hidratación con la medida de colapsabilidad.

Resultados 3 – IC de la VCI y la PVC en la respuesta al volumen de pacientes críticamente enfermos

Figura 7.

Presión venosa central (PVC) inicial en relación con el Índice de Colapsabilidad VCI inicial



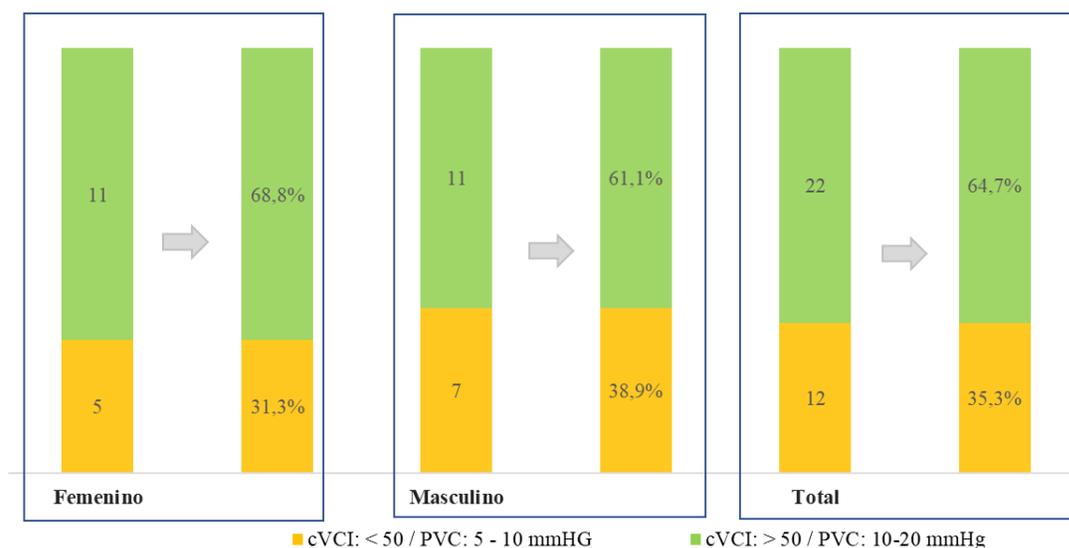
Nota: Gráfico elaborado con la información de la Tabla 17- Anexo 2

Utilizando la categorización del estado volumétrico y los valores de referencia del PVC indicados en la Tabla 7 del marco teórico, se calcularon los valores de PVC para cada uno de los pacientes en el rango de las 24 a 36 horas de hidratación con solución salina. Los resultados exponen que, del total de 16 muestras del sexo femenino, 7 pacientes (43,8%) están dentro del rango Normovolémico y 9 pacientes (56,3%) están en el rango Hipervolémico. Por otra parte, del total de 18 muestras del sexo masculino, 7 pacientes

(38,9%) están dentro del rango de la Normovolémico y 11 pacientes (61,11%) están dentro del rango Hipervolémico. Al consolidar la muestra total en el estado volumétrico y las PVC, 14 pacientes (41,2 %) se encuentra dentro del rango Normovolémico y 20 pacientes (58,8%) se encuentra dentro del rango Hipervolémico.

Figura 8.

Presión venosa final en relación con la Colapsabilidad final



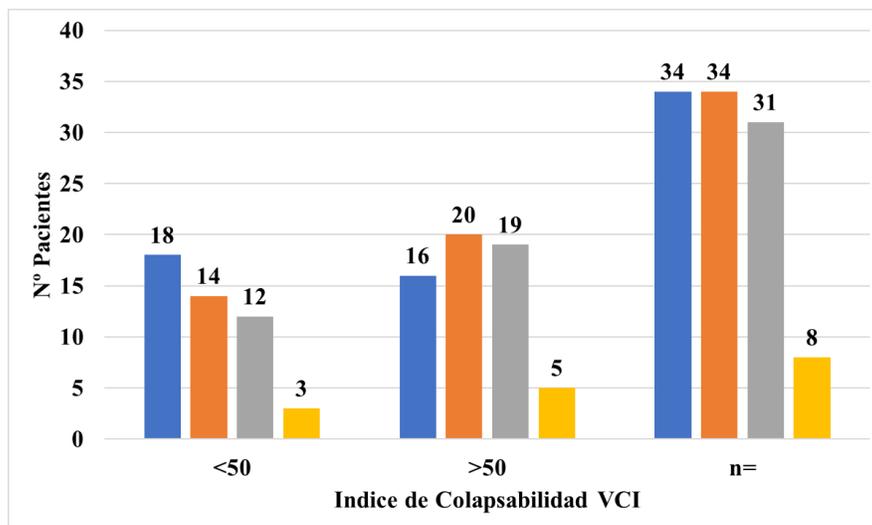
Nota: Gráfico elaborado con la información de la Tabla 18- Anexo 2

En cuanto a la Colapsabilidad de la Vena Cava y su relación con la Presión Venosa Central Final para la muestra del sexo femenino, 5 pacientes (31,3%) están en estado volumétrico Normovolémico y 11 pacientes (68,8%) están en estado volumétrico Hipervolémico. Por el contrario, para el total de la muestra del sexo masculino, 7 pacientes (38,9%) están en estado volumétrico Normovolémico y 11 pacientes (61,1%) están en estado Hipervolémico.

El cuanto al total de la muestra total, 12 pacientes (35,3%) están en estado volumétrico Normovolémico y 22 pacientes (64,7%) están en estado volumétrico Hipervolémico.

Figura 9.

Monitoreo del índice de Colapsabilidad primera por cantidad de pacientes.



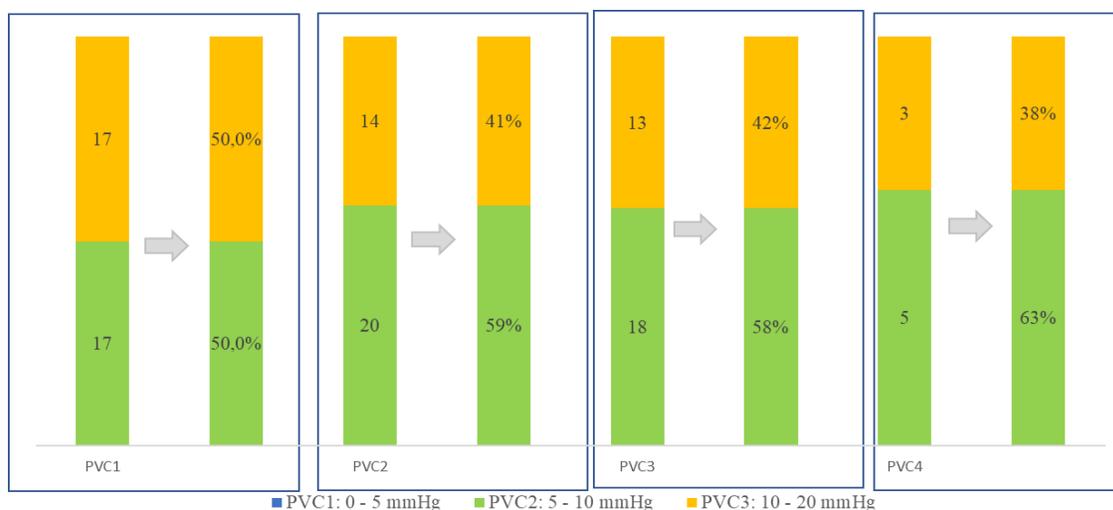
Nota: Gráfico elaborado con la información de la Tabla 19- Anexo 2

En el caso de la relación entre el índice de Colapsabilidad de la VCI frente a la respuesta al líquido se realizaron 4 tomas. En la primera medición al paciente crítico se obtuvo que 18 pacientes (52.9 %) se encontraron con un valor de Colapsabilidad menor de <50 o hiper hidratados y 16 pacientes (47.5%) con una Colapsabilidad > 50 o normo hidratados. La segunda medición, se determinó que 14 pacientes (41.17%) con colapsabilidad menor de 50 estaban hiper hidratado y 20 paciente (58.8%) aumentaron a normo hidratados. Para la tercera medición 12 pacientes (35,29%) se determinaron con una colapsabilidad menor a 50 representando una clara tendencia en la disminución de pacientes Hiper hidratado y 19 (55,88%) con colapsabilidad mayor a 50 con una clara tendencia o normo hidratados. Finalmente, la medición cuarta refleja la disminución de pacientes super hidratados a 3 (8.82%) y 5 pacientes (14,71%) de pacientes monohidratados.

Al hacer el análisis por la muestra total en las cuatro mediciones, se observa que el número de pacientes se mantiene en las primeras dos mediciones y empieza a disminuir ligeramente a partir de la medición 3 y disminuye significativamente en la muestra 4 lo cual indica que los pacientes fueron categorizados conforme los egresos.

Figura 10

Medición de la PVC partiendo de la colapsabilidad de la VCI.



En el gráfico 10 tenemos las PVC y su variación según el seguimiento ecográfico de las cuatro mediciones realizadas. En la medición PCV1, 17 pacientes (50%) presentó estado volumétrico Nomovolémico y 17 pacientes (50 %) en estado volumétrico Hipervolémicos. En la segunda medición, 20 pacientes (59%) presentó un aumento en la categoría de estado volumétrico Nomovolémico y 14 pacientes (41%) presento una disminución del estado Hipervolémico. En la tercera medición, el tamaño de la muestra disminuye, pero el comportamiento es similar y en la cuarta edición, la reducción del número de pacientes es

drástica y los porcentajes de pacientes Nomovolémico aumenta de forma significativa y por el contrario, el porcentaje de pacientes hipovolémico disminuye hasta un 38 %.

Resultado 4 - Correlación entre el IC de la VCI y la respuesta a líquidos administrado durante la hospitalización de pacientes en estudio.

Objetivo específico 4.

Establecer la correlación entre el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior y la respuesta a líquidos administrado durante la hospitalización de los pacientes en estudio.

En cuanto a la correlación no paramétrica del índice de colapsabilidad de la VCI reportada por imagenología, se relacionó con el total de líquido antes de la primera ecografía, se puede observar que Correlación de Spearman: $-.825$ y el $p=0.000$, por lo tanto, si existe una asociación entre estas dos variables. Ver Tabla 18

Tabla 18

Correlación entre Índice de colapsabilidad VCI inicial reportada por imagenología aplicando la fórmula de distensibilidad en relación con la respuesta a líquido inicial

Respuesta a líquido inicial	Índice de colapsabilidad VCI		Total
	inicial		
	< 50%	> 50%	
Positiva	2 (11.8%)	15 (88.2%)	17 (100.0%)
Negativa	16 (94.1%)	1 (5.9%)	17 (100.0%)
Total	18 (52.9%)	16 (47.1%)	34 (100.0%)

Fuente: ficha de recolección de datos

Correlación de Spearman: $-.825$ valor $p: .000$

En cuanto a la correlación no paramétrica del índice de la respuesta al volumen inicial con la colapsabilidad de la VCI reportada por imagenología, se relacionó con el volumen de los pacientes en estudio, se puede observar que Correlación de Spearman: $.882$ y el $p=0.000$, planteándose la H_0 =que no existe relación entre las dos variables e H_1 = que existe relación entre la respuesta al volumen y el índice de colapsabilidad reportado, por lo tanto, si existe

una asociación entre estas dos variables, es una asociación positiva la colapsabilidad aceptando la H1. Ver Tabla 19

Tabla 19

Índice de colapsabilidad VCI inicial en relación con la respuesta a volumen inicial

Respuesta a volumen inicial	Índice de colapsabilidad VCI inicial		Total
	< 50%	> 50%	
Con respuesta	17 (94.4%)	1 (5.6%)	18 (100.0%)
Sin respuesta	1 (6.3%)	15 (93.8%)	16 (100.0%)
Total	18 (52.9%)	16 (47.1%)	34 (100.0%)

Fuente: ficha de recolección de datos

Correlación de Spearman: .882 valor p : .000

Para ver la sensibilidad de la prueba diagnóstica del ultrasonido frente a la respuesta al volumen en los pacientes, se realizaron dos curvas de ROC, para ver la sensibilidad y especificidad, de las respuestas al líquido y al volumen frente a la colapsabilidad de la VCI reportada en por imagenología. Para el caso del volumen el área bajo la curva fue del 96.4% y para el líquido fue de 95.0% con valores significativos de $p < 0.05$, con un IC del 95%

Tabla 20

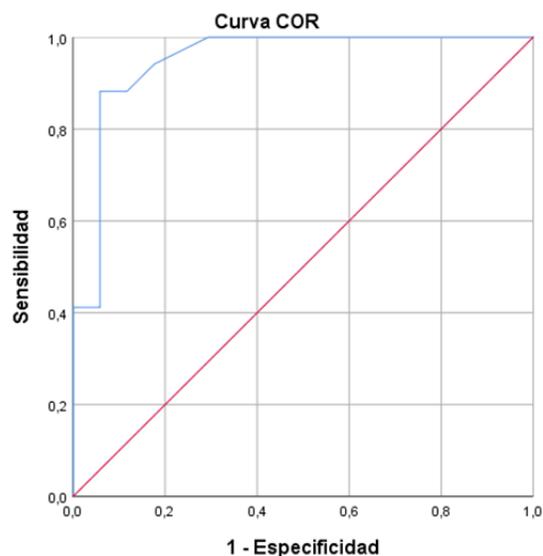
Análisis de resultados con significancia estadística de las curvas ROC en relación del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior y la presión venosa central en la respuesta a volumen de los pacientes críticamente enfermos.

Variables de resultado de prueba: Índice de colapsabilidad VCI inicial	Área bajo la curva AUC	Significación	95% de intervalo de confianza	
			Límite inferior	Límite superior
Respuesta a volumen inicial en relación con índice de colapsabilidad VCI inicial	96.4%	.000	.899	1.000
Respuesta a los líquidos inicial en relación con índice de colapsabilidad VCI inicial	95.0%	.000	.876	1.000

Nota: análisis estadístico programa SPSS v25

Figura 9

Respuesta a los líquidos inicial en relación con índice de colapsabilidad VCI inicial

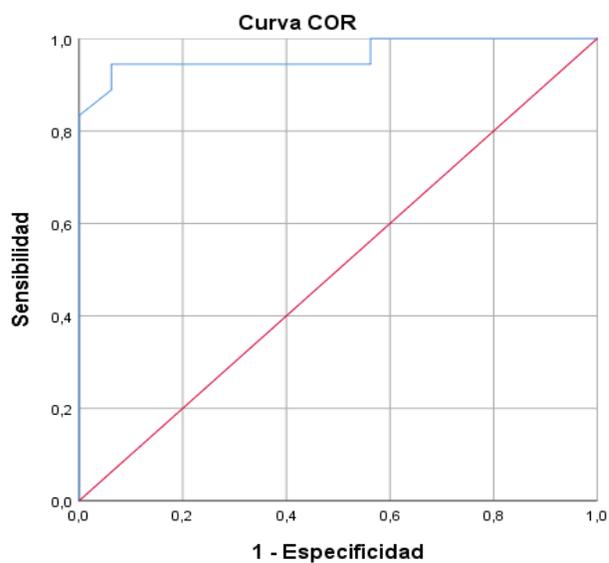


Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

Se obtuvo area bajo la curva de porcentajes >90% con alta sensibilidad pero baja especificidad. Ver Figura 9-Ver Tabla 2.9 Anexo 2

Figura. 10

Respuesta a volumen inicial en relación con índice de colapsabilidad VCI inicial



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.

Se obtuvo area bajo la curva de porcentajes >90% con alta sensibilidad pero baja especificidad. Ver Figura 10 Ver Tabla 2.9 Anexo 2.

Discusión de resultados

El estudio comprendió una muestra de 34 pacientes de la unidad de cuidados intensivos del Hospital Bautista, incluyendo 24 variables numéricas a los cuales se les aplicó pruebas estadísticas de normalidad de Shapiro - Wilk las cuales no cumplieron con el criterio de distribución normal, comportándose de forma no paramétricas y a las 26 variables, incluyendo 2 variables categóricas se les aplicó la Chi cuadrado de Pearson.

La población de estudio es bastante equitativa por sexo, siendo la muestra por sexo masculino ligeramente mayor en un 6 %. Al contrarrestar la muestra por edad, se evidencia que en promedio el sexo masculino supera en 15,65 años al sexo femenino. Asimismo, la captación de pacientes por procedencia indica que 27 pacientes (79,4 %) son de la zona urbana y 7 pacientes (20,6 %) son de la zona rural, lo cual es congruente al estar el Hospital Bautista en una zona urbana, ubicado en la capital del país.

Los resultados relacionados con el IMC indican que, del total de la muestra, 27 pacientes (79,5 %) están por encima del peso normal, de los cuales 16 pacientes (47,1%) están en categorizados en sobrepeso y 11 pacientes (43,4%) en obesidad. Siendo evidente que la muestra del sexo masculino es donde se presenta la mayoría de los casos al contrarrestar con la muestra se sexo femenino. Mediante el estudio se evidencia que la obesidad es una limitante para el correcto desempeño de la técnica de estudio y que la capacidad de los sonógrafos del hospital Bautista se ve limitada ante esta condición de los pacientes. Esto es congruente con los resultados encontrados en Gómez, et al, 2018 y Zhang et al, 2014.

Epidemiológicamente el shock hipovolémico es la principal causa en nuestra unidad de salud, ya que 27 de 34 pacientes presentó este diagnóstico. Entre las cuatro principales patologías de la muestra se encuentran; la cardiopatía con 14 pacientes (41,2%), seguido de dengue con alarma con 8 pacientes (23,5%), insuficiencia renal con 7 pacientes (20,6%) y posquirúrgicos con 7 pacientes (20,65). Estas patologías representan 5 diagnósticos (62,5%) de los 8, debido a la experiencia del personal clínico estas patologías tienden a tener gran demanda de líquidos donde la ecografía se muestra como un alternativa y guía para el control y monitoreo de los pacientes al igual que en el estudio de Cannon 2014 con el objetivo de evitar la sobrehidratación y disminuir la estancia en el área, beneficiando tanto al hospital como al paciente. También se encuentran estudios de referencia como Tung Chen 2019 y Liang. T. 2014 quien nos traduce que la falta de Colapsabilidad es de mal pronóstico para la respuesta de los pacientes ante la terapia hídrica.

Adicional a lo antes expuesto en el caso de las cardiopatías como comorbilidad principal se debe tener mucho cuidado con el uso exclusivo de expansores de volúmenes teniendo en cuenta la relación riesgo-beneficio, ante esto, la técnica de la vena cava inferior representa un monitoreo más activo y dinámico que facilitará el manejo del paciente conforme lo determino Lian. T. 2014

Las presiones arteriales sistólica y diastólicas al momento del ingreso se encontraban ligeramente disminuidas pero compensadas, sin signos de alarmas evidentes.

Al realizar el análisis de la muestra mediante tratamiento de fluidoterapia y transfusiones administrativas al total de pacientes, se evidencia que el total de pacientes con tratamientos postquirúrgicos en su mayoría son mujeres las que requieren de estos

tratamientos para realizar una correcta oxigenación a través de estos fluidos conforme lo determino Valdez Garden en 2020. Las pacientes del sexo femenino fueron las más trasfundidas con terapia hídrica si se comparan con la muestra de sexo masculino.

En el seguimiento de la terapia hídrica como en el estudio de Journals 2017 de los pacientes hemo dinámicamente inestables se recomienda el uso inmediato de la técnica en periodos menores a 3 días. El seguimiento por ultrasonido en la unidad de cuidado intensivos del hospital fue en promedio de 2,5 días para el monitoreo de la terapia hídrica por lo que el uso de la técnica y el monitoreo de los pacientes esto se realiza a mano para toma de decisiones del seguimiento futuro de los pacientes.

Se logran obtener 27 altas del total de muestra de los pacientes monitorizados. Sin embargo, se 6 pacientes fallecieron, egresos en los cuales en su mayoría tuvieron Colapsabilidad por debajo del 50% que se traduce como mal pronóstico de la respuesta de volumen.

En los resultados de las medidas de los diámetros máximo y mínimo de la vena cava inferior se evidencia que los valores obtenidos están dentro de los valores anatómicos esperados en los pacientes masculino y femenino. Esto hace referencia a determinación encontrada por Moore K, 2013 y Sabatier, 2012.

En el índice de Colapsabilidad se aplica empleando la fórmula de diámetro(máximo) – diámetro (mínimo) / diámetro (máximo) por 100, esto nos brinda un rango numérico en una escala del 0 a al 100 con una media de 50; por encima del 50 se entiende hay Colapsabilidad clínica y este paciente podría recibir más líquido y por debajo de 50 se

entiende como que no hay Colapsabilidad clínica y tiene que haber mayor precaución al agregar líquido intravenoso.

Si bien la mayoría de los diámetros de la muestra del sexo femenino y masculino en las tres mediciones de Colapsabilidad realizadas están por debajo del 50, los rangos de cada medición indican valores referenciales por encima de 50 ante lo cual de forma puntuales estos pacientes pueden hidratarse para compensar el nivel de líquidos que requieren. Por el contrario, todos aquellos que presenten valores menores a 50 en promedio o en el rango deben tener una mayor precaución en la agregación de líquidos conforme las recomendaciones indicadas por Cubo, 2013.

En las curvas de ROC en relación con la primera Colapsabilidad entre los pacientes con shock hipovolémico, uso de aminas, posquirúrgico, shock séptico y fallecidos presentan una sensibilidad significativa al aumento de líquido intravenoso, siendo predictor ante el uso de la técnica en estas patologías específicas en nuestra unidad de cuidados intensivo, así como lo determinó Valdez, 2019.

Al relacionar el índice de colapsabilidad inicial con la presión venosa central estimada frente a la respuesta de volumen se logra que 14 pacientes (41,2%) estén dentro del rango de 5-10 mmHg y que 20 pacientes (58,5%) estén con un aumento del rango de la presión venosa central, se puede considerar probablemente estos pacientes estén estabilizados e hidratados y al seguir agregando líquidos no se logre mejoría y sea mayor el riesgo que el beneficio. Recomendaciones indicadas por Iturbide, 2017.

Al relacionar el índice de Colapsabilidad final con la presión venosa central estimada frente a la respuesta de volumen se logra una disminución a 2 pacientes (35,3% %) que estén

dentro del rango de 5-10 mmHg y 22 pacientes (64,7%) que probablemente estén estabilizados e hidratados y al seguir agregando líquidos no se logre mejoría y se mayor el riesgo que el beneficio conforme lo explica Orso, D. Paoli, I, 2020.

En la comparación entre las Colapsabilidad se puede visualizar en la primera medición que 18 pacientes (52,9 %) están sobre hidratados y 16 pacientes están en sus niveles normales a los cuales se les puede aplicar líquidos y obtendrán una respuesta positiva. En la medición del segundo día, los pacientes disminuyen a 14 (41,17%) Sobre hidratados y aumentan a 20 pacientes (58,8%) están en sus niveles normales con respuesta positivas a líquidos. Una tendencia similar se observa en las siguientes dos mediciones. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el tener alta cantidad de pacientes sobre hidratados se considera mal pronóstico por no tener respuesta positiva ante los líquidos al aplicar la Colapsabilidad de la vena cava inferior provocando un tipo de egreso de fallecido o es un indicador que pasaron más tiempo de estancia hospitalaria en la unidad de salud. Rudski, L, Lai, W, 2010 y Montenegro, A, 2019.

Los rangos de las presiones venosa centrales estimadas por el análisis del índice de la vena cava inferior y el diámetro mayor se logra identificar que nuestra población en su mayoría se mantiene hacia la derecha del gráfico con presiones venosas esperadas. Sin embargo, se mantiene un 41% de la población en sobrehidratación siendo necesario por la clínica del paciente. Montenegro, A. 2019.

No existe una correlación de directa entre la primera Colapsabilidad y los primeros líquidos administrados por sexo, a pesar de que los valores medios son bastantes similares, las desviaciones y sus rangos son grandes, siendo mayor los resultados en el sexo masculino.

Sin embargo, cuando se analizan los líquidos recibidos durante la estancia hospitalaria, los valores del sexo femenino son mayores al del sexo masculino. Lo cual evidencia que no se puede hacer una correlación.

Al tratar de encontrar una correlación de la Colapsabilidad con la cantidad de líquidos administrados por patología, nuevamente los valores son variables y se concluye que existe una correlación directa a mayor cantidad de líquido menor el índice de colapsabilidad de la vena cava siendo un patrón más sensible en los pacientes con el diagnóstico hipovolémico. Machal 2020 concluye que se tiene que tratar de forma personal e individual a los pacientes de cuidados intensivos tomando como referencia las características del cuerpo, requerimientos hídricos y cuidar de no sobre hidratarlos.

En relación con la respuesta deseada en la administración de líquidos y la Colapsabilidad se observa que la mitad de la muestra al inicio es positiva. Sin embargo, durante su estancia hospitalaria, se aprecia un aumento significativo lo que puede evidenciar que la terapia hídrica está siendo bien manejada. Montenegro, A, 2019.

Conclusiones

En el presente estudio se concluye que la técnica ecográfica para medir la variabilidad de la vena cava inferior es un método no invasivo, de fácil realización y aplicabilidad, que permite el seguimiento de que los pacientes hemodinámicamente inestables con relación a la reposición de fluidos.

En el presente estudio se observó correlación entre la terapia hídrica inicial y el patrón de comportamiento tanto de las presiones arteriales y la presión venosa central, haciendo evidente que éstos índices son de utilidad clínica en el monitoreo continuo del paciente crítico.

La mayor utilidad de la evaluación ecográfica de la vena cava inferior se observó en los pacientes con patologías de shock hipovolémico, pacientes posquirúrgicos y cardiopatas en relación con las otras morbilidades presentadas en cuidados intensivos. Al ser las otras morbilidades de la mayoría, se sugiere que la atención al paciente sea de forma personalizada, individualizada para suplir de forma correcta sus necesidades básicas hídricas.

Recomendaciones

A los médicos radiólogos

Incorporar el uso de técnica de la Vena Cava Inferior durante la exploración ecográfica abdominal del paciente crítico y los marcadores de la respuesta a volumen de forma rutinaria en terapia hídrica, ya que es un método rápido, eficaz y fácil de realizar e interpretar y que no incrementaría el tiempo de evaluación y si impactaría en la evaluación integral del paciente.

A las autoridades del servicio de radiología

Ser propietarios de la técnica y promover su uso con el debido entrenamiento a los especialistas de base y residentes para ahondar en los análisis de respuesta a volumen en pacientes en shock, tomando como referencia que es una metodología de fácil aplicación, reproducible y que ha mostrado una correlación clínica, por lo que representa una herramienta útil en el manejo del paciente críticos a través del diagnóstico.

A las autoridades hospitalarias

Apoyar estudios ecográficos de la vena cava inferior a través de esta técnica para el tratamiento clínico en pacientes de la unidad de cuidados intensivos que permitan la validación de los hallazgos en la población enferma y documentar los beneficios de la misma.

Promover los estudios entre especialidades que permitan ahondar en criterios técnicos, de validación y seguimiento de los pacientes de forma integral para determinar las mejores prácticas que permitan un diagnóstico certero y un tratamiento efectivo para la pronta recuperación de los pacientes.

Mantener un repositorio de documentos electrónicos de los trabajos monográficos realizados en el Hospital Bautista que sirvan de referencia para residentes y personal de base que permitan una base de datos disponibles que sirva para futuras mejoras y publicaciones de artículos por parte de esta entidad.

Referencias

- Aguilar, F. G. (2018). Manejo de fluidos intravenosos. *Medicina Critica*, 32(2), 100–107.
- Asensio, A., & Cano, M. J. (2017). *Fluidoterapia* (p. 40).
- Carrillo-Esper, R., Díaz Ponce-Medrano, J. A., Aguilar-Montiel, M., Rendón-Jaramillo, L., Sánchez-Jurado, J., Roldán-Rodríguez, E., & Carrillo-Córdova, D. M. (2017). Efectos de la sobrecarga hídrica y electrolítica en el perioperatorio. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 40(1), 47–53.
- Centers for Disease control and prevention, (CDC). (2015). Manejo Clínico de Casos de Dengue. *Centers for Disease Control and Prevention*, 1, 8.
https://www.cdc.gov/dengue/resources/14_243318-B_Seda-DENGUE-Flyers_508.pdf
- Corl, K. A., George, N. R., Romanoff, J., Levinson, A. T., Chheng, D. B., Merchant, R. C., Levy, M. M., & Napoli, A. M. (2017). Inferior vena cava collapsibility detects fluid responsiveness among spontaneously breathing critically-ill patients. *Journal of Critical Care*, 41, 130–137. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2017.05.008>
- Cubo Romano, P. (2013). *Valor pronóstico de la dilatación de la vena cava inferior en la insuficiencia cardiaca* (p. 18). Congreso Sociedad de Medicina Interna de Madrid-Castilla La Mancha.
- Fraire Félix, I. S. (2020). *Medición del pedículo vascular como predictor de sobrecarga hídrica, comparado con ecografía pulmonar y medición de la vena cava inferior en la unidad de cuidados intensivos del centenario Hospital Miguel Hidalgo*. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Gonzalez-Chávez, M. T. (2019). *Fluidoterapia en paciente critico*. August.
- Iturbide, I., Santiago, M. L., Henain, F., Golab, K., Tentoni, M. E., & Fuentes, S. (2017).

- Evaluación ecográfica de la vena cava inferior en los pacientes hemodinámicamente inestables. *Revista Argentina de Radiología*, 81(3), 209–213.
<https://doi.org/10.1016/j.rard.2016.11.008>
- Keith, A. C. (2017). Inferior vena cava collapsibility detects fluid responsiveness among spontaneously breathing critically-ill patients. *Journal of Critical Care*, 41, 130–137.
<https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2017.05.008>
- Lovesio, C. (2006). Drogas vasoactivas en el paciente crítico. *Medicina Intensiva*, 2001, 15.
- Merchán Camacho, I. I., & Palacios Ruíz, S. del C. (2019). *Impacto de la sobrehidratación en la mortalidad de pacientes críticos atendidos en el área de emergencias del Hospital de especialidades Carlos Andrade de Marín en el año 2018*.
- Ministerio de Salud/Nicaragua. (2018). *Normativa #147 -Guía para el manejo clínico del dengue*.
- Montenegro, A. A., Aguiar Martínez, L. G., Martínez, J., & Granada, J. (2009). Cuidado Intensivo. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*, 15(1), 35–44.
- Muñoz, M., Montalván, L., Pérez, A., García, A., & Gómez, A. (2009). Fluidoterapia intravenosa en urgencias y emergencias. *Universidad de Málaga*, 1–30.
[http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Manual de urgencias y Emergencias/fluido.pdf](http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Manual%20de%20urgencias%20y%20Emergencias/fluido.pdf)
- Orso, D., Paoli, I., Piani, T., Cilenti, F. L., Cristiani, L., & Guglielmo, N. (2020). Accuracy of Ultrasonographic Measurements of Inferior Vena Cava to Determine Fluid Responsiveness: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Intensive Care Medicine*, 35(4), 354–363. <https://doi.org/10.1177/0885066617752308>
- Pérez Cateriano, V., & Pasco Ulloa, J. C. (2018). Descifrando la Vena Cava Inferior. *Horizonte Médico (Lima)*, 18(1), 68–74.

<https://doi.org/10.24265/horizmed.2018.v18n1.10>

Rey Sartori, F. E., Vásquez Urosa, E. D. la C., & Vivas Arizaleta, J. F. (2020). Vena Cava Inferior Como Factor Predictor Del Shock En Trauma: Medición Ecográfica. *Revista de Cirugía*, 72(1), 11–16. <https://doi.org/10.35687/s2452-45492020001448>

Rudski, L. G., Lai, W. W., Afilalo, J., Hua, L., Handschumacher, M. D., Chandrasekaran, K., Solomon, S. D., Louie, E. K., & Schiller, N. B. (2010). Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography. Endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and . *Journal of the American Society of Echocardiography*, 23(7), 685–713.

<https://doi.org/10.1016/j.echo.2010.05.010>

Saks, V., Dzeja, P., Schlattner, U., Vendelin, M., Terzic, A., & Wallimann, T. (2006). Cardiac system bioenergetics: Metabolic basis of the frank-starling law. *Journal of Physiology*, 571(2), 253–273. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2005.101444>

Thung Chen, Y. (2018). *Utilidad de la Ecografía en el manejo de fluidos y la terapia de transfusión en la hemorragia digestiva en el ambito de urgencias*. Universidad Autónoma de Madrid.

Valdés Garcés, I., Quesada Castillo, Y., García Leyva, W., Rodríguez Paz, Y., & Rosales García, J. (2020). Hemoterapia en el paciente gravemente enfermo. *Revista Cubana de Anestesiología y Reanimación*, 19(2), 1–14.

Zhang, Z., Xu, X., Ye, S., & Xu, L. (2014). Ultrasonographic measurement of the respiratory variation in the inferior vena cava diameter is predictive of fluid responsiveness in critically ill patients: Systematic review and meta-analysis. *Ultrasound in Medicine and Biology*, 40(5), 845–853.

<https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2013.12.010>

Abreviaturas

UCI	Unidad de cuidados intensivos.
VCI	Vena cava inferior
cVCI	Colapsabilidad de la vena cava inferior
PIA	Presión intraabdominal
ER	Rastreo ecográfico
ETT	Ecografía transtorácica
POCUS	Uso de la ecografía por los médicos de urgencia y crítica.
FIV	Líquidos intravenosos
VYI	Vena yugular
VVS	Variación del volumen sistólico
PLR	Elevación de los miembros inferiores.
PA	Presión arterial
GC	Gasto cardíaco
VDE	Distensibilidad del ventrículo derecho
EDV	Volumen diastólico
ESV	Volumen sistólico
ACV	Accidente cerebro vascular
PVC	Presión venosa central
MI	Miembros inferiores
VCS	Vena cava superior
FC	Frecuencia cardíaca
FR	Frecuencia respiratoria
SDRA	Síndrome de dificultad respiratoria aguda

IV	Líquido intravenoso
VS	Volumen sistólico
SO	Saturación de oxígeno
GCS	Escala de coma de Glasgow
PAM	Presión arterial media
VP	Variabilidad de pulso
PAP	Presión arterial pulmonar
PCP	Presión capilar pulmonar
IVS	Índice volumen sistólico
IRVS	Índice de resistencia vascular sistémica.
IC	Índice cardiaco
AD	Aurícula derecha
PEEP	Presión final espiratoria positiva.
RV	Retorno venoso
HIA	Hipertensión intrabdominal
PIV	Presión intravascular
MOVI	Matriz de operacionalización de variable

ANEXOS

Anexo 1

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Utilidad de la ecografía de vena cava inferior en la respuesta a volumen en pacientes de cuidados intensivo del hospital bautista. Periodo enero 2019 a diciembre del 2020

N.º Ficha:

Fecha:

N.º Expediente:

<p>Objetivo 1. Describir las características sociodemográficas y clínicas de los pacientes internados en cuidados intensivos que forman parte del estudio.</p>

1.1. Complete los datos generales de pacientes.

Edad: _____

Sexo: F: _____ M: _____

Procedencia: Urbana: _____ Rural: _____

1.2. Características antropométricas del paciente. Marca con X

• Índice de masa corporal (IMC)

1. Bajo peso ≤ 18.5 _____
2. Normal 18.5-24.9 _____
3. Sobrepeso 25-29.9 _____
4. Obesidad ≥ 30 _____

1.3. Diagnóstico de ingreso**SI****NO**

- | | SI | NO |
|-------------------------------|-------|-------|
| • Dengue con signos de alarma | _____ | _____ |
| • Insuficiencia renal crónica | _____ | _____ |
| • Neumonía | _____ | _____ |
| • Sepsis | _____ | _____ |
| • Crisis diabética | _____ | _____ |
| • Accidente cerebrovascular | _____ | _____ |
| • Posquirúrgicos | _____ | _____ |
| • Infecciones | _____ | _____ |

- Cardiopatía _____

1.4. Clasificación clínica del paciente dentro de la UCI

	SI	NO
1. Shock séptico	_____	_____
2. Shock hipovolémico	_____	_____
3. Shock cardiogénico	_____	_____
4. Crisis diabética		

1.5. Condiciones de presión de ingreso a UCI

1. Presión arterial sistólica	_____
2. Presión arterial diastólica	_____
3. Presión Arterial Media	_____
4. Presión Venosa Central (Inicial)	_____
5. Hipertensión pulmonar	_____

Tipo de tratamiento con líquidos

	Días	Total, de volumen
1. Días de administración de líquidos al momento del índice de $VCI_{inicial}$	_____	_____
2. Transfusión sanguínea	_____	_____
3. Cantidad de bolo globular suministrado	_____	_____
4. Uso de aminos	_____	_____
5. Cantidad de bolo de solución salina 0.9%, administrado y eliminado en cuatro días de tratamiento.		

	1 día/Volumen	2 días/Volumen	3 días/Volumen	4 días/Volumen	Volumen Total
Ingerida					
Eliminados					

Tiempo de estancia hospitalaria en la UCI _____

Tipo de egreso

- Alta _____
- Fallecido _____
- Traslado _____

Objetivo 2. Describir la importancia de la ecografía en la medición del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior en pacientes críticos de la unidad de cuidados intensivos.

2.1. Ecografía de la vena cava inferior

Medida de la VCI por ecografía	Modo B cm	Modo M Máximo cm	Modo M Mínimo cm	Índice de Colapsabilidad IVC %
1. Medición	_____	_____	_____	_____
2. Medición	_____	_____	_____	_____
3. Medición	_____	_____	_____	_____
4. Medición	_____	_____	_____	_____

Objetivo 3. Relacionar el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior y la presión venosa central en la respuesta a volumen de los pacientes críticamente enfermos.

2.2. Relacionar el índice de colapsabilidad de VCI y la PVC

	Indicial	Final
Índice de Colapsabilidad de la VCI por ecografía	_____	_____
PVC (mm/Hg) en el paciente crítico	_____	_____

Objetivo 4. Establecer la correlación entre el índice de colapsabilidad de la vena cava inferior y la respuesta al volumen administrado durante la hospitalización de los pacientes en estudio.

2.3. Correlación entre el índice de colapsabilidad de CVI y respuesta de volumen

	Inicial	Final
1. Índice Colapsabilidad de la VCI por ecografía	_____	_____
	SI	NO
2. Respuesta a volumen	_____	_____
	Positivo	Negativo
3. Respuesta al liquido	_____	_____

Anexo 2 – Tablas

Tabla – Anexo 2.1

Prueba de normalidad Shapiro- Wilk para las variables numéricas.

variables	Estadístico Shapiro-Wilk	Grados de libertad	Significancia.
Edad	,943	34	,074
IMC	,936	34	,047
Presión arterial sistólica	,866	34	,001
Presión arterial diastólica	,896	34	,004
presión arterial media	,863	34	,001
Tiempo desde el ingreso hasta la realización del US	,814	34	,000
Cantidad de PG Transfundido	,606	34	,000
Volumen de bolo globular suministrado	,606	34	,000
Volumen total de la estancia hospitalaria	,928	34	,028
Cantidad de líquidos IV previo al US-VCI	,925	34	,023
Diámetro máximo VCI 1	,768	34	,000
Diámetro máximo VCI 1	,768	34	,000
Diámetro mínimo VCI 1	,946	34	,091
Índice de colapsabilidad 1	,950	34	,119
Diámetro máximo VCI 2	,619	34	,000
Diámetro máximo VCI 2	,619	34	,000
Diámetro mínimo VCI 2	,949	34	,115
Índice de colapsabilidad 2	,916	34	,012
Diámetro máximo VCI 3	,585	34	,000
Diámetro máximo VCI 3	,585	34	,000
Diámetro mínimo VCI 3	,832	34	,000
Índice de colapsabilidad 3	,848	34	,000
Diámetro máximo VCI 4	,550	34	,000
Diámetro máximo VCI 4	,550	34	,000
Diámetro mínimo VCI 4	,571	34	,000
Índice de colapsabilidad 4	,557	34	,000

Nota: análisis estadístico programa SPSS v25

Tabla Anexo 2.2

Parámetros de ecografía del diámetro máximo de la vena cava inferior modo B de los pacientes en cuidados intensivos

Medida en diámetro (mm) de la vena cava inferior por ecografía	Femenino n= 16 n%	Masculino n= 18 n%
Diámetro máximo VCI modo B medición 1	18,91 ± 1,47 (16 – 21)	19,63 ± 2,80 (16 – 29)
Diámetro máximo VCI modo B medición 2	18,86 ± 1,87 (15,7 – 23)	20,22 ± 3,88 (18 – 35)
Diámetro máximo VCI modo B medición 3	16,18 ± 6,41 (0 – 20)	19,90 ± 8,41 (0 – 48)
Diámetro máximo VCI modo B medición 4	2,18 ± 6,04 (0 – 20)	6,50 ± 9,47 (0 – 21,5)

Nota: Elaboración propia.

Tabla – Anexo 2.3

Presión venosa central (PVC) inicial en relación con el Índice de colapsabilidad VCI inicial

Presión venosa central inicial	Índice de colapsabilidad VCI inicial		Total
	< 50%	> 50%	
5 – 10 mmHg	0 (0,0%)	16 (47,1%)	16 (47,1%)
10 – 15 mmHg	17 (50,0%)	0 (0,0%)	17 (50,0%)
15 – 20 mmHg	1 (2,9%)	0 (0,0%)	1 (2,9%)
Total	18 (52,9%)	16 (47,1%)	34 (100,0%)

Fuente: ficha de recolección de datos

Correlación de Spearman: -,985 valor p: 000

Tabla – Anexo 2.4

Presión venosa central final en relación con el Índice de Colapsabilidad VCI final

Presión venosa central final	Colapsabilidad de la VCI final		Total
	< 50%	> 50%	
5 - 10 mmHg	0 (0,0%)	22 (64,7%)	22 (64,7%)
10 - 15 mmHg	12 (35,3%)	0 (0,0%)	12 (35,3%)
Total	12 (35,3%)	22 (64,7%)	34 (100,0%)

Fuente: ficha de recolección de datos

Correlación de Spearman: -1,000 valor p: ,000^b

Tabla – Anexo 2.5*Monitoreo del índice de Colapsabilidad primera*

Mediciones	Índice de Colapsabilidad 1 n=34		Índice de Colapsabilidad 2 n=34		Índice de Colapsabilidad 3 n=31		Índice de Colapsabilidad 4 n=8	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%
<50	18	52.9.8%	14	41.17%	12	35.3%	3	8.82%
>50	16	47.5%	20	58.8%	19	64.7%	5	91.17%
Total	34	100.0%	34	100.0%	31	100.0%	8	100.0%

Nota: análisis de datos SPSS v25

Tabla -Anexo 2.6*Características clínicas de los pacientes de la UCI en estudio*

Clasificación del IMC	Femenino	Masculino	Total
Normal 18.5 - 24.9	6 (37,5%)	1 (5,6%)	7 (20,6%)
Sobrepeso 25 - 29.9	6 (37,5%)	10 (55,6%)	16 (47,1%)
Obesidad >30	4 (25,0%)	7 (38,9%)	11 (32,4%)

Nota: resultados propios del estudio, por SPSS v25

Tabla 2.7*Estadístico descriptivo de las características sociodemográficas y clínicas*

Características sociodemográficas y clínicas	Femenino n= 16 n%	Masculino n= 18 n%	Total n= 34 n%
Diagnóstico de ingreso			
Dengue con signos de alarma	5 (31.3%)	3 (16.7%)	8 (23.5%)
Insuficiencia renal	2 (12.5%)	5 (27.8%)	7 (20.6%)
Sepsis	2 (12.5%)	1 (5.6%)	3 (8.8%)
Accidente cerebrovascular (ACV)	1 (6.3%)	2 (11.1%)	3 (8.8%)
Neumonía	1 (6.3%)	1 (5.6%)	2 (5.9%)
Cardiopatía	5 (31.3%)	9(50.0%)	14 (41.2%)
Postquirúrgico	5 (31.3%)	2 (11.1%)	7 (20.6%)
Infecciones	3 (18.8%)	2 (11.1%)	5 (14.7%)
Shock séptico	4 (25.0%)	4 (22.2%)	8 (23.5%)
Shock hipovolémico	14 (87.5%)	13 (72.2%)	27 (79.4%)
Shock cardiogénico	1 (6.3%)	4 (22.2%)	5 (14.7%)
Crisis diabética	1 (6.3%)	3 (16.7%)	4 (11.8%)

Nota: análisis estadístico programa SPSS v25.

Tabla 2,8

Prueba estadística de Chi-cuadrado de Pearson en las variables relacionadas a las características sociodemográficas y clínicas con respecto al sexo.

Variable	Chi- cuadrado de Pearson	Significancia
Procedencia	0.360	0.549
Clasificación del IMC	5.290	0.071
Diagnóstico de ingreso		
Dengue	1.001	0.317
Insuficiencia renal	1.209	0.271
Sepsis	0.508	0.476
ACV	0.249	0.618
Neumonía	0.007	0.932
Cardiopatía	1.229	0.268
Postquirúrgico	2.101	0.147
Infecciones	0.394	0.530
Shock séptico	0.036	0.849
Shock hipovolémico	1.209	0.271
Shock cardiogénico	1.723	0.189
Crisis diabética	0.885	0.347

Nota: análisis estadístico programa SPSS v25

Tabla 2.9

Análisis de resultados con significancia estadística de las curvas ROC en relación del índice de colapsabilidad de la vena cava inferior y la presión venosa central en la respuesta a volumen de los pacientes críticamente enfermos.

Variables de resultado de prueba: Índice de colapsabilidad VCI inicial	Área bajo la curva AUC	Significación	95% de intervalo de confianza	
			Límite inferior	Límite superior
Respuesta a volumen inicial en relación con índice de colapsabilidad VCI inicial	96,4%	,000	,899	1,000
Respuesta a los líquidos inicial en relación con índice de colapsabilidad VCI inicial	95,0%	,000	,876	1,000

Respuesta a líquido final en relación con índice de colapsabilidad VCI inicial	83,0%	,002	,678	,982
Respuesta a líquido final en relación con índice de colapsabilidad VCI final	97,8%	,000	,939	1,000
Cantidad de líquido IV previo al US VCI en relación con índice de colapsabilidad VCI inicial	74,7%	,014	,560	,933
Cantidad de líquido IV previo al US VCI en relación con índice de colapsabilidad VCI final	69,3%	,066	,517	,869

Fuente: análisis estadístico programa Spss v25

Anexo 3 – Gráficos

Figura – Anexo 3.1

Pacientes en estudio según el sexo.

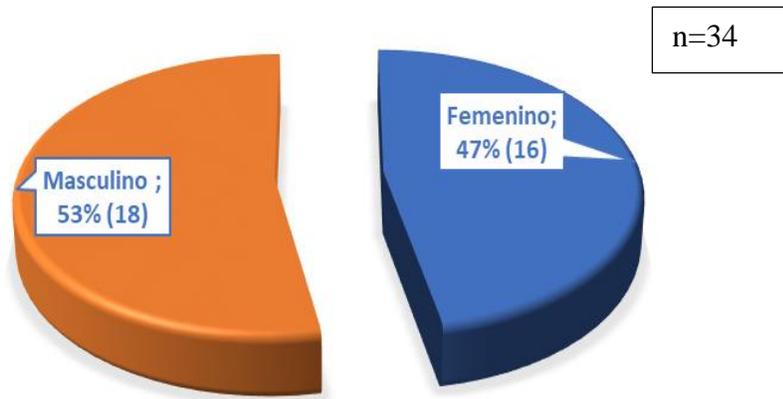
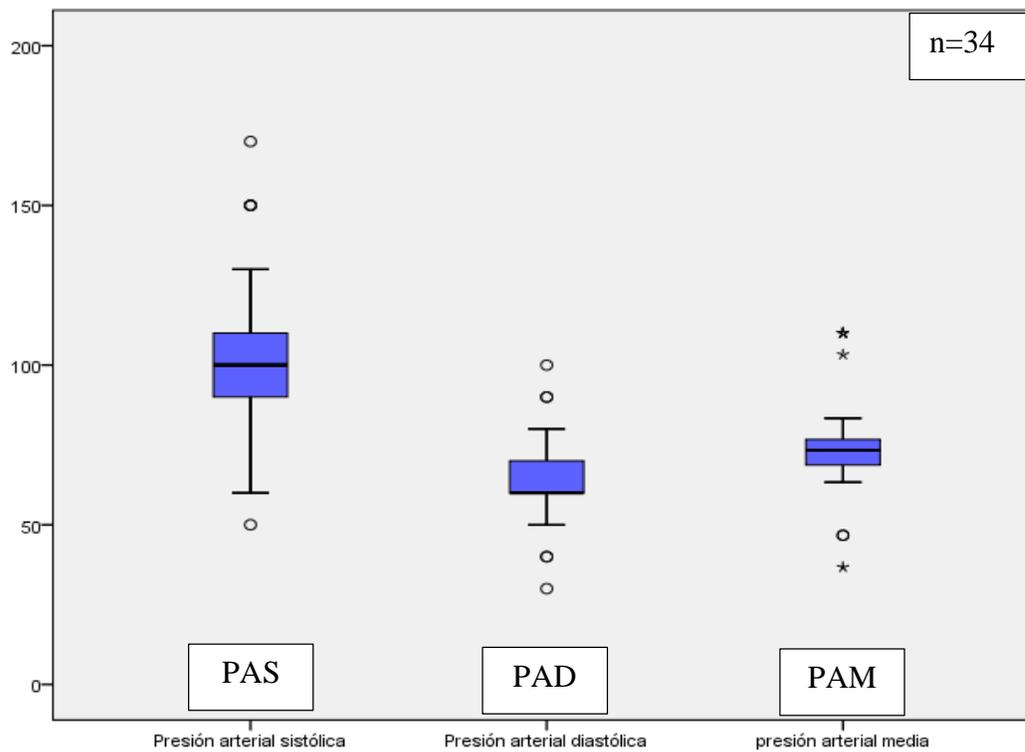


Figura – Anexo 3.2

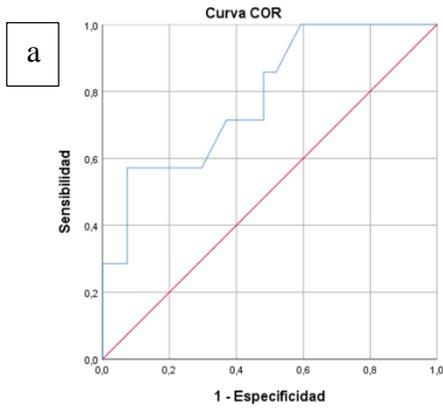
Distribución de los datos de las medidas de presión en los pacientes en estudio



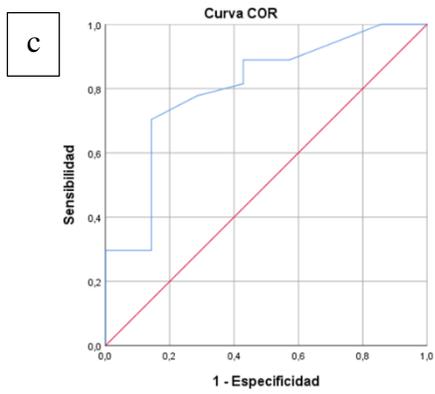
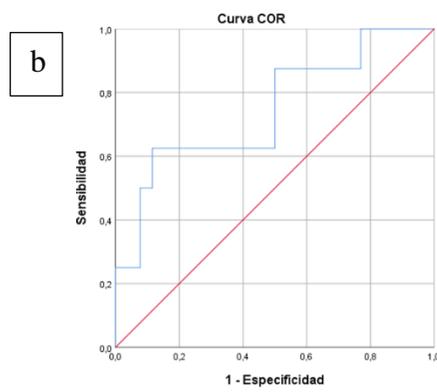
Nota: este grafico se obtuvo de la Tabla 5-Ver Anexo 1

Figura – Anexo 3.3

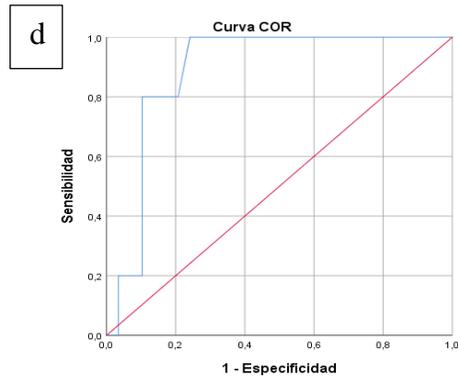
Gráficos de Curva de ROC



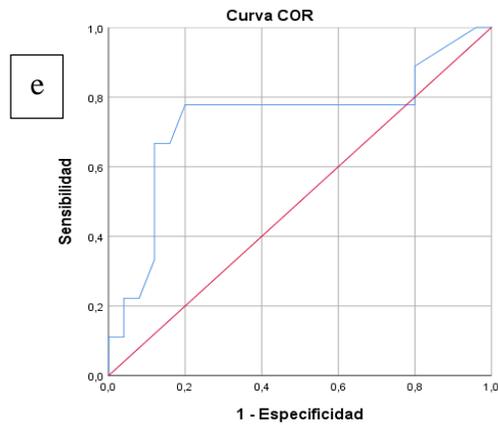
Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.



Los segmentos de diagonal se generan mediante empates.