

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN MEDICINA

ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE
DISTENSIBILIDAD DE LA VENA YUGULAR
INTERNA EVALUADA POR ECOGRAFÍA
COMO PREDICTOR DE LA RESPUESTA AL
VOLUMEN EN EL PACIENTE CONECTADO
A VENTILACIÓN MECÁNICA

Autor: Sergio González Sálamo

Tutores: Dra. María Elena Espinosa Domínguez, Dr. David Domínguez García

Departamento de Medicina Física y Farmacología

Servicio de Anestesiología y Reanimación

Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria

Índice de Contenidos

1. Resumen.....	3
2. Abstract	4
3. Introducción	5
4. Objetivos	14
5. Material y Métodos	14
6. Resultados	18
7. Discusión.....	22
8. Conclusión.....	24
9. ¿Qué he aprendido realizando el TFG?.....	24
10. Bibliografía.....	25

1. Resumen

Introducción

La fluidoterapia es una de las principales herramientas en la optimización hemodinámica de los pacientes en shock. Disponer de sistemas que permitan saber si un paciente es candidato a un bolo de líquidos es de gran importancia. El objetivo de este estudio es comprobar si el análisis de la distensibilidad de la vena yugular interna evaluada por ecografía en pacientes conectados a ventilación mecánica puede ser usada como predictor de la respuesta a la expansión con volumen en estos pacientes.

Materiales y métodos

En un grupo de pacientes considerados potencialmente respondedores a volumen de acuerdo con sistemas de análisis de la onda del pulso se realizó el análisis de la distensibilidad de la vena yugular interna mediante ecografía antes y después de la administración de un bolo de 500 mL de cristaloides.

Resultados

Entre los 15 pacientes reclutados en este estudio no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el tipo de cirugía y los valores estudiados, existiendo una correlación directa entre la variación del volumen sistólico y la distensibilidad de la vena yugular interna. El ajuste lineal de la variación del volumen sistólico con la vena cava inferior fue pobre.

Conclusión

Los hallazgos presentados en este estudio fortalecen el uso de la ecografía de la vena yugular interna como predictor de respuesta al volumen. La combinación de la ecografía junto con otros métodos de predicción de esta respuesta puede reforzar la toma de decisiones.

Palabras clave: respuesta a volumen, shock, PoCUS, ecografía a pie de cama.

2. Abstract

Introduction

Fluid therapy is one of the main tools in the hemodynamic optimization of patients in shock. It is of great importance to have systems to know if a patient is a candidate for a fluid bolus. The objective of this study is to verify whether the analysis of the compliance of the internal jugular vein evaluated by ultrasound in patients connected to mechanical ventilation can be used as a predictor of the volume responsiveness.

Materials and methods

In a group of potentially volume-responsive patients according to pulse wave analysis systems, ultrasound was performed by analysing the compliance of the internal jugular vein before and after the administration of a 500 mL bolus of crystalloids.

Results

Among 15 patients recruited in this study, no statistically significant differences were observed between the type of surgery and the values studied, existing a direct correlation between stroke volume variation and internal jugular vein compliance. The linear fit of stroke volume variation and the inferior vena cava compliance is poor.

Conclusion

The findings of this study reinforce the use of internal jugular vein ultrasound as a predictor of volume responsiveness. The combination of ultrasound along with other methods of predicting this response can support decision-making.

Key words: fluid responsiveness, shock, PoCUS, bedside ultrasound, fluid challenge.

3. Introducción

El shock se define como una situación de fallo circulatorio agudo que produce una insuficiente perfusión o llegada de oxígeno a los tejidos celulares y que, si no es corregida precozmente, puede desembocar en fallo de órgano. Es por ello por lo que se trata de una situación médica que amenaza la vida del paciente, lo que lo convierte en una condición que requiere atención urgente.

Cerca de un tercio de los pacientes que ingresan en las unidades de cuidados intensivos lo hacen por shock (1), por lo que se trata de una entidad frecuente entre los pacientes críticos. Esto se debe, entre otras razones, a que actúa como vía final común para muchos procesos que pueden derivar en los diferentes mecanismos productores del shock, como pueden ser el fallo de la bomba circulatoria, una pérdida significativa del contenido de los vasos sanguíneos o una alteración de las resistencias vasculares sistémicas. Estas situaciones dan lugar a diferentes tipos de shock, cada uno de ellos con unos mecanismos de producción y una aproximación terapéutica diferente, lo que hace muy importante identificar a qué tipo de shock nos enfrentamos (*Tabla 1*).

Por su rapidez de instauración y su gravedad es muy importante intentar tratar la causa del shock y corregir de forma precoz las alteraciones hemodinámicas presentes, ya que esto puede detener la progresión hacia el fallo de uno o varios órganos.

Tipo de Shock	GC	PAM	RVS	PVC	PCP	SvO ₂
Cardiogénico	↓	↓	↑	↑↓	↑	↓
Hipovolémico	↓	↓	N / ↑	↓	↓	↓
Obstrutivo	↓	↓	N / ↑	↑	N / ↑	↓
Distributivo:	↑	↓	↓	↓	↓	N / ↑
<i>Anafiláctico</i>	↓	↓	↓	↓	-	N / ↑
<i>Neurogénico</i>	N / ↓	↓	↓	↓	-	N / ↑
<i>Séptico hiperdinámico</i>	↑	↓	↓	↑↓	↑↓	↑
<i>Séptico hipodinámico</i>	↓	↓	↑	↑↓	↑↓	↑↓

Tabla 1. Patrones hemodinámicos asociados a los diferentes tipos de shock. GC: Gasto cardíaco; PAM: Presión arterial media; RVS: Resistencias vasculares sistémicas; PVC: Presión venosa central; PCP: Presión capilar pulmonar; SvO₂: Saturación venosa central de oxígeno.

Uno de los puntos clave en el manejo de los pacientes en shock consiste en conocer si el paciente puede verse beneficiado de una mejora del gasto cardíaco y si esta puede ser conseguida mediante una expansión agresiva del volumen circulante mediante la infusión rápida de líquidos, generalmente cristaloides (2).

Se debe considerar que el gasto cardíaco se define como el producto de la frecuencia cardíaca por el volumen latido, siendo este último dependiente de la precarga, poscarga y contractilidad cardíaca. La relación entre el volumen latido y la precarga se describe por la Curva de Frank-Starling (*Fig. 1*). Cuando el corazón se encuentra trabajando en la parte de la curva con mayor pendiente, el volumen latido aumenta sustancialmente con pequeños incrementos de la precarga, lo que se traduce en una mejora del gasto cardíaco. Por otro lado, cuando el corazón se encuentra trabajando en la parte más plana de la curva, esta mejora no será significativa. El aspecto importante de este mecanismo es conocer en qué punto de la curva de Frank-Starling se encuentra trabajando el corazón del paciente cuando se infunde un bolo de líquido.

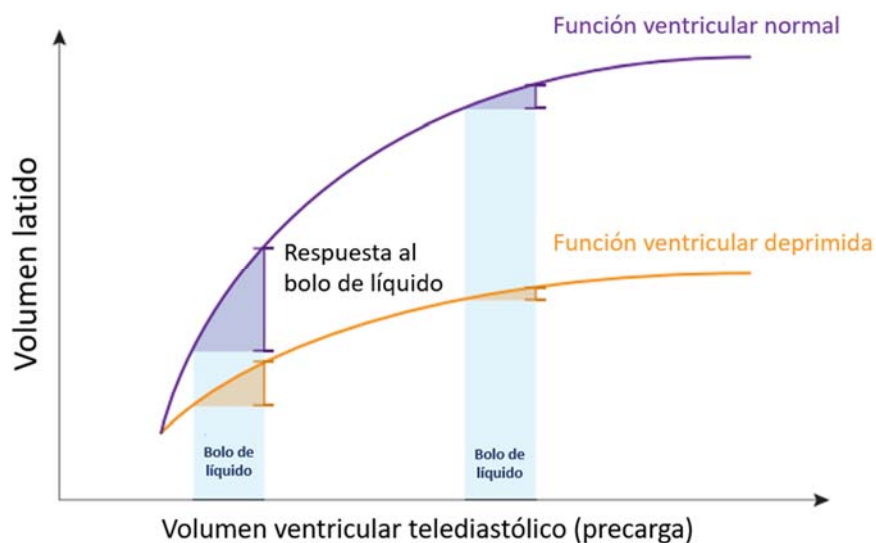


Fig. 1. Efecto del incremento de la precarga sobre el volumen latido con una función ventricular normal y deprimida.

Como se comentaba al inicio, es importante identificar el mecanismo productor del shock, ya que la morfología de la curva de Frank Starling se encuentra definida por la capacidad contráctil del corazón y la poscarga ventricular. Por ejemplo, en el caso del shock cardiogénico, la curva presenta generalmente una pendiente menos pronunciada por la acción de un corazón hipofuncionante, poco capaz de responder a una potencial mejora de la precarga. Es en estos casos en los que podemos plantear el uso de inotrópicos que permitan modificar la función ventricular.

Generalmente, salvo en el shock cardiogénico, un paciente en shock será potencialmente candidato a reposición de volumen. Si este no mejora, se deberá plantear si el paciente puede seguir beneficiándose de una nueva reposición o es necesario realizar otras medidas, como son el uso de vasopresores y/o inotrópicos para mejorar su función hemodinámica y estabilizarlo.

Sin embargo, existe el riesgo de sobrecargar al paciente de líquidos, lo que puede derivar en edema pulmonar, edema periférico o promover la aparición de cor pulmonale, alargando el tiempo de vinculación a la ventilación mecánica (VM) e incrementando la mortalidad del paciente (3,4).

Diversos estudios han demostrado que un balance hídrico positivo se asocia a mayor mortalidad en el paciente crítico, especialmente en pacientes con enfermedades cardíacas o renales (5,6). El mantenimiento de la euvolemia es, por tanto, uno de los aspectos más relevantes en el manejo de estos pacientes. Por todo esto, es de vital importancia disponer de sistemas que nos permitan conocer si un paciente puede beneficiarse de la administración de un bolo de líquidos sin producir efectos deletéreos en su pronóstico.

Parámetros hemodinámicos usados en la valoración de la respuesta al volumen

El uso de parámetros fiables para la toma de decisiones en la valoración de la respuesta al volumen es un punto clave en el manejo de los pacientes críticos. Existen diferentes sistemas de medición, cada uno con sus características propias, que arrojan diferentes parámetros enfocados a identificar qué pacientes se beneficiarán del aporte de volumen para evitar los efectos deletéreos de una administración excesiva de líquidos. En esta dirección encontramos los parámetros estáticos, usados desde hace años en la valoración de la respuesta al volumen y los parámetros dinámicos, de uso más reciente y apoyados por el desarrollo de nuevas tecnologías (*Tabla 2*).

Los parámetros estáticos como son, entre otros, la presión venosa central, la presión capilar pulmonar o el volumen ventricular telediastólico, proporcionan medidas puntuales de la precarga, por lo que se usan como predictores de la respuesta al volumen en pacientes críticos desde hace muchos años. Sin embargo, la respuesta cardiovascular no estará determinada sólo por el valor basal o el aumento de los parámetros de la precarga, sino también por la variación de la función cardíaca. Una medida puntual de la precarga, independientemente del método empleado para su obtención, no permite estimar de forma

PARÁMETROS	VALORES PREDICTORES DE RESPUESTA	SISTEMA DE MEDICIÓN	CARACTERÍSTICAS
<u>ESTÁTICOS</u>			
PVC	2 – 6 mmHg	Catéter venoso central	Presión de la AD
PAPs	18 – 25 mmHg	Catéter Swan-Ganz	Postcarga del VD
PCP	4 – 12 mmHg	Catéter Swan-Ganz	Estimación de la presión telediastólica del VI
GC	4 – 8 L/min	Análisis del Contorno de la onda de pulso Ecocardiografía Termodilución pulmonar	FC x VS
IC	2.5 – 3.5 L/min/m ²	Análisis del Contorno de la onda de pulso Ecocardiografía Termodilución pulmonar	GC / SC
VS	60 – 100 mL/lat	Ecocardiografía Catéter Swan-Ganz	Volumen de sangre eyectado en cada latido cardíaco
PAM	70 – 105 mmHg	Catéter arterial Medición indirecta	$PAD + \frac{(PAS - PAD)}{3}$
VTVDi	60 – 100 mL/m ²	Ecocardiografía Catéter Swan-Ganz	Requiere entrenamiento
STDVi	< 5 cm/m ²	Ecocardiografía	Requiere entrenamiento
<u>DINÁMICOS</u>			
VVS	> 10 %	Análisis del Contorno de la Onda de Pulso	Paciente conectado a VM. Mínimamente invasiva Necesita VM con VC > 6 mL/kg de peso ideal y ritmo sinusal
VPP	> 13 %	Análisis del Contorno de la Onda de Pulso	Paciente conectado a VM. Mínimamente invasiva Necesita VM con VC > 6 mL/kg de peso ideal y ritmo sinusal
FTc	<360 mL/ms	Doppler Esofágico	Mínimamente invasiva

Tabla 2. Principales parámetros estáticos y dinámicos en la valoración hemodinámica del paciente. *PVC: Presión venosa central; PAPs: Presión arterial pulmonar sistólica; PCP: Presión capilar pulmonar; VC: Volumen corriente; AD: Aurícula derecha; VD: Ventrículo derecho; VI: Ventrículo izquierdo; VM: Ventilación mecánica; PAS: Presión arterial sistólica; PAD: Presión arterial diastólica; GC: Gasto cardíaco; IC: Índice cardíaco; VS: Volumen sistólico; PAM: Presión arterial media; VTVDi: Volumen telediastólico del ventrículo derecho indexado; STDVi: Superficie telediastólica del ventrículo izquierdo indexada; VVS: Variación del volumen sistólico; VPP: Variación de la presión del pulso; FTc: flujo-tiempo corregido.*

fidedigna la respuesta del gasto cardiaco si no se conoce la morfología de la curva de Frank-Starling y en qué punto de esta se encuentra trabajando el corazón del paciente (7).

A diferencia de las medidas estáticas, los parámetros dinámicos de monitorización hemodinámica como son, entre otros, la variación de la presión del pulso (VPP) o la variación del volumen sistólico (VVS), proporcionan una valoración de la función cardiaca ante modificaciones de la precarga. Todos ellos se caracterizan por poner de manifiesto modificaciones en el gasto cardiaco o el volumen sistólico ante un cambio en la precarga que además nos orienta a la capacidad de respuesta al volumen del paciente, de forma que, cuanto mayor sea el cambio ante modificaciones de la precarga, mejor será la respuesta esperada. Los parámetros dinámicos nos permiten de esta manera estimar en qué zona de la curva de Frank-Starling está trabajando el corazón.

Varios estudios y revisiones sugieren la existencia de una relación débil no significativa entre los parámetros estáticos y la respuesta a la administración de un bolo de líquidos, lo que ha hecho que se recomiende el uso de parámetros dinámicos para asesorar en la toma de decisiones, aunque esto sigue siendo objeto de discusión a día de hoy (8,9).

Monitorización hemodinámica mínimamente invasiva

La necesidad de monitorizar al paciente para obtener elementos de apoyo en la toma de decisiones terapéuticas o en la valoración de la evolución hemodinámica del cuadro clínico es un aspecto clave en el manejo del paciente crítico.

En los últimos años, los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de técnicas cada vez menos invasivas para la monitorización cardiovascular. Cada una con sus características (técnicas no invasivas frente a muy invasivas y continuas frente a intermitentes), que permiten contar con un amplio arsenal en el que elegir el método que se adapte mejor a las características propias de cada paciente y a los elementos necesarios para su manejo (*Tabla 3*).

Esto ha hecho que los sistemas de monitorización hemodinámica mínimamente invasivos hayan ido emergiendo como herramientas eficaces frente a los sistemas clásicos. Algunos de ellos son capaces de obtener parámetros dinámicos de respuesta al volumen, parámetros estáticos de valoración volumétrica de la precarga u otros índices que permiten estimar una serie de datos, con el objetivo de optimizar la valoración hemodinámica de los pacientes críticos, por lo que el médico debe conocer su funcionamiento para elegir adecuadamente el mejor monitor disponible (10)(11).

Grupos	Sistema de Medición	Invasividad	Frecuencia	Parámetros		
				Estáticos	Dinámicos	
<u>Catéter de Swan-Ganz</u>	Vigilance™	+++	Intermitente	PVC PCP	PAP	
<u>Análisis de la onda de pulso</u>	PICCO™	++	Continua	PVC VS	IC	VVS VPP
			Intermitente	GEDV PVPI	EVLW GEF	RVS IVS
	ProAQT™	+	Continua	IC		VVS VPP
	MostCare™	+	Continua			VVS VPP
	LIDCO™	++	Continua			VVS VPP
	FloTrac™	++	Intermitente			VVS
	EV1000™/ Volume View™	++	Intermitente	IC EVLW GEDV	VS PVPI GEF	RVS VVS IVS
	Nexfin™	No invasiva	Continua			
<u>Bioimpedancia</u>	ECOM™	+	Continua			
	BioZ™	No invasiva	Continua			
	NICOM™	No invasiva	Continua			VVS
<u>Doppler esofágico</u>	CardioQ™	+	Continua			FTc
	USCOM™	No invasiva	Intermitente			
<u>Principio de Fick</u>	NICO™	+	Continua			

Tabla 3. Principales técnicas de monitorización hemodinámica. IC: Índice cardíaco; VS: Volumen sistólico; RVS: Resistencias vasculares sistémicas; PVC: Presión venosa central; IVS: Índice de volumen sistólico; PAP: Presión arterial pulmonar; PCP: Presión capilar pulmonar; VVS: Variación del volumen sistólico; VPP: Variación de la presión del pulso; GEDV: Global end-diastolic volume (volumen global telediastólico); EVLW: extravascular lung water (agua extravascular pulmonar); GEF: global ejection fraction (fracción de eyección global); PVPI: pulmonar vascular permeability index (índice de permeabilidad vascular pulmonar).

La mayor parte de ellos se han basado en el análisis del contorno de pulso arterial (*Fig.2*) según el modelo de Windkessel (12) que permite la estimación del volumen latido a través de los cambios producidos en la morfología de la onda de pulso arterial, difiriendo entre ellos principalmente en la forma de generación de los datos a partir de dicho análisis o en la calibración de los dispositivos.

Al basarse en el análisis del comportamiento de la onda del pulso arterial como respuesta a la interacción entre los sistemas circulatorio y pulmonar a lo largo de un ciclo respiratorio, se necesita un factor que produzca alteraciones en los parámetros, para de esta forma obtener funciones dinámicas. Esto explica la necesidad de que el paciente se encuentre conectado a VM, ya que permite tener control sobre esta interacción y regular los valores obtenidos para que estos tengan validez.

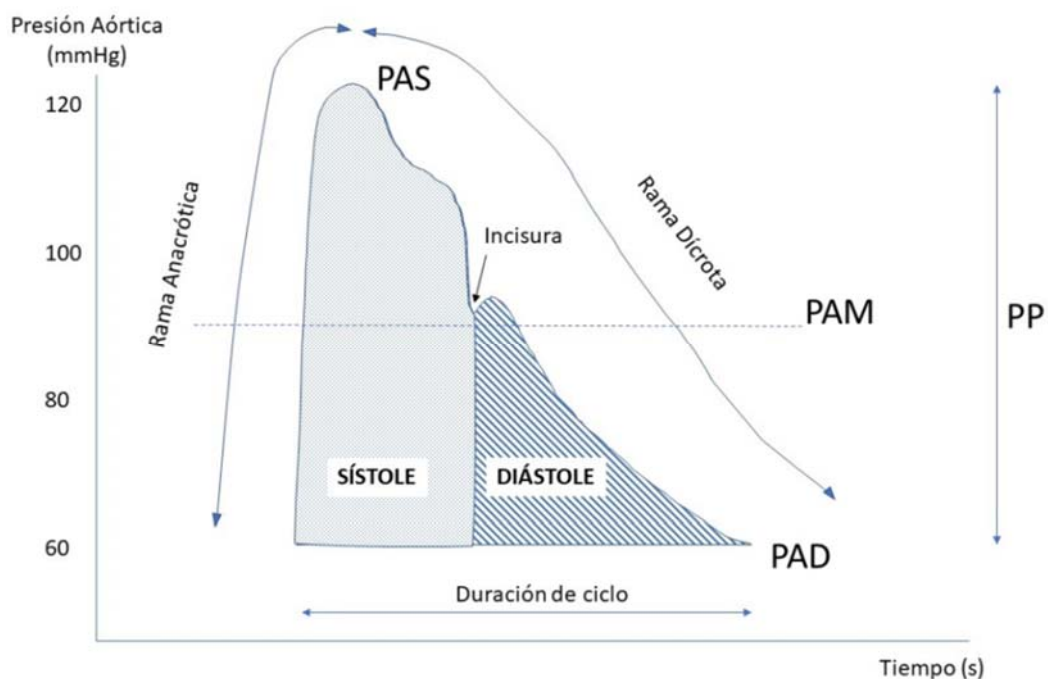


Fig. 2. Contorno de la onda de pulso arterial. *PAS*: Presión arterial sistólica; *PAM*: Presión arterial media; *PAD*: Presión arterial diastólica; *PP*: Presión del pulso.

Para que los parámetros dinámicos sean interpretables, es necesario que la curva de presión arterial tenga una morfología exacta que permita obtener valores fiables a partir de ella. Además, precisa unos condicionantes necesarios, ya que estaría contraindicado su empleo en el caso de que el paciente presente un ritmo cardiaco distinto al sinusal, en presencia de ventilación espontánea o de esfuerzos respiratorios (si el paciente se encontrase conectado a ventilación) y cuando el volumen corriente entregado en la VM (en un paciente sedado y sin esfuerzos respiratorios) sea menor o igual a 6 mL/kg de peso ideal (2).

Cuando se produce un aumento de la presión intratorácica en la inspiración, se reduce la precarga en el ventrículo derecho y con ello el volumen sistólico del ventrículo derecho. Como consecuencia disminuye la precarga del ventrículo izquierdo y, al igual que en el caso anterior, disminuye el volumen sistólico del ventrículo izquierdo. Esta interacción se traduce por tanto en una disminución de la presión arterial y de la presión del pulso. De forma contraria, en la espiración se produce una disminución de la presión torácica, lo que produce una inversión de los mecanismos explicados anteriormente, reflejándose en un aumento de la presión arterial y de la presión del pulso.

La interacción entre ambos sistemas se ve modificada en función del volumen intravascular del paciente, por lo que será la integración de los valores comentados lo que nos permite obtener parámetros dinámicos que puedan actuar como predictores de la respuesta al volumen.

En definitiva, los estudios han enfatizado el reducido valor clínico de los parámetros hemodinámicos estáticos, como son la presión venosa central o la presión capilar pulmonar, comparado con los parámetros dinámicos, a la hora de predecir la respuesta a volumen. Por su parte, el análisis de los indicadores dinámicos, que incluyen los cambios en el volumen latido y en la presión del pulso inducidos por los efectos de la presión positiva en los pacientes que están intubados y conectados a VM, han demostrado ser los de elección si pretendemos saber si un paciente en shock es respondedor a volumen o no.

Del mismo modo, la valoración hemodinámica realizada con ecografía en estos pacientes ha supuesto, en los últimos años, una mejora sustancial en la atención del paciente crítico.

Ecografía en la valoración de la respuesta al volumen

En los últimos años, la ecografía ha adquirido progresivamente un papel protagonista en la valoración del paciente crítico, siendo cada vez más accesible y aceptada entre los profesionales de la medicina. Se trata de una técnica en auge que ofrece ventajas frente a los monitores tradicionales y frente a los mínimamente invasivos, hasta el punto de convertirse en una técnica imprescindible en la valoración integral del paciente en shock (13–15).

La ecografía permite una valoración tanto funcional como estructural de diferentes órganos y espacios del cuerpo, destacando la valoración del corazón, de los pulmones y de los grandes vasos, tanto arteriales como venosos (16–18).

La portabilidad y disponibilidad de los nuevos equipos, su sencillez, seguridad y rapidez de aplicación, hacen de ella una técnica muy aceptada a pie de cama (13). Todo ello ha facilitado el nacimiento del Point-of-Care Ultrasonography (PoCUS) o ecografía a pie de cama, un concepto que introduce la ecografía en la valoración del paciente y que es realizada e interpretada por el médico responsable del cuidado del paciente (14).

Una correcta aplicación de la ecografía dentro del concepto PoCUS puede permitir complementar la valoración hemodinámica del paciente y monitorizar la respuesta a las intervenciones realizadas de forma no invasiva. De acuerdo con algunos estudios realizados en pacientes ingresados en unidades de cuidados intensivos en los que se aplicó este sistema frente a grupo control, se observó un mayor número de ajustes en los tratamientos, una reducción en el uso de recursos empleados y en el número de pruebas complementarias solicitadas. Además, se observó una mejora en el manejo del balance de fluidos y una reducción de la duración del uso de VM (13,19).

La relevancia del uso de la ecocardiografía para la valoración de la función cardíaca es indiscutible. Sin embargo, presenta una serie de desventajas, como pueden ser la necesidad de personal especializado, la duración del estudio y la dificultad de la obtención de una adecuada ventana en pacientes obesos, en VM o que no pueden ser movilizados (20).

La evaluación por ecografía de las variaciones del diámetro de la vena cava tanto superior como inferior pueden reflejar la respuesta al volumen (21,22). Sin embargo, la obtención de imágenes de la vena cava inferior (VCI) puede ser problemática en algunos pacientes (ej. obesos o con laparotomías amplias), mientras que la superior, aunque sea más precisa, requiere del uso de ecocardiografía transesofágica, lo que limita sus aplicaciones.

Muchos ejemplos clínicos, desde la regurgitación tricuspídea hasta el fallo cardíaco, desde el fallo del corazón derecho hasta la hipo o hipervolemia ilustran que cualquier cambio de presión o volumen en el compartimento venoso sistémico intratorácico se refleja también en el compartimento venoso extratorácico, como son la VCI o la vena yugular interna (VYI) (23).

El análisis de la variabilidad de la VYI derivada de los cambios cíclicos producidos por la VM ha sido sugerida en varios estudios como parámetro para valorar la respuesta al volumen (24–27). Además, su valoración ecográfica es más sencilla y accesible que otras,

como pueden ser la integral tiempo velocidad, la valoración de la vena cava superior e incluso de la VCI.

Por ello se procede a probar la hipótesis de que la variabilidad en el diámetro de la VYI asociada a los cambios respiratorios en pacientes conectados a VM puede ser usada como predictor de la respuesta al volumen y ampliar los conocimientos que existen actualmente sobre el uso de esta técnica.

4. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es demostrar que el análisis de la distensibilidad de la vena yugular interna mediante ecografía en pacientes en shock conectados a VM puede ser una adecuada herramienta para evaluar la respuesta a la infusión de volumen.

Por otro lado se desea desarrollar y validar herramientas diagnósticas menos invasivas que puedan valorar la respuesta al volumen.

Finalmente se pretende revisar los métodos disponibles para valorar la respuesta al volumen e identificar las ventajas e inconvenientes que tiene, sobre otras mediciones, el análisis de la distensibilidad de la vena yugular interna en la valoración de la respuesta al volumen en el paciente crítico.

5. Material y Métodos

Este estudio recibió la aprobación del Comité Ético de Investigación con medicamentos del Complejo Hospitalario Universitario de Canarias con el código CHUNSC_2020_111 al considerar que cumple adecuadamente todos los criterios necesarios de idoneidad y respeta los postulados éticos (*Anexo 1*). Los participantes o representantes legales de los participantes del proyecto fueron debidamente informados sobre la metodología y finalidad del estudio y firmaron adecuadamente el consentimiento informado (*Anexo 2*).

Todos los pacientes reclutados para el estudio eran hombres y mujeres mayores de 18 años ingresados en la Unidad de Reanimación del Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria entre los meses de octubre de 2020 y abril de 2021 y que presentaron criterios compatibles con shock que requería de optimización hemodinámica. Los criterios empleados para clasificar el shock fueron los definidos en la última reunión de consenso Sepsis-3 (28): hipotensión arterial mantenida, uso de aminas vasopresoras para mantener PAM > 65 mmHg y ácido láctico > 2 mmol/L. Además, se encontraban bajo VM controlada sin esfuerzo ventilatorio espontáneo, en decúbito supino con la cabeza

elevada 30° (modalidad de ventilación de presión positiva intermitente, VT 6 – 8 mL/kg de peso ideal, Pplat < 30 cmH₂O, PEEP ≤ 6 cmH₂O y FiO₂ mínima para mantener SpO₂ > 96 %), con sedación y relajación neuromuscular y monitorizados hemodinámicamente mediante sistemas PICCO™/ProAQT™/MostCare™.

Se excluyeron de este estudio a todos los pacientes que no cumplían los criterios de inclusión y aquellos que además se encontraban en ventilación espontánea o asistida, presentaban arritmias cardíacas, evidencia de trombosis de la vena yugular o subclavia ipsilateral, presencia de catéteres en ambas venas yugulares internas, insuficiencia mitral o tricuspídea moderada o severa, disfunción moderada o severa del ventrículo derecho, historia de radioterapia o cirugía en la región cervical o aquellos en los que fuera imposible obtener una adecuada ventana ecográfica para la medición de la distensibilidad de la vena yugular interna.

De cada paciente se recogieron los siguientes valores básicos: edad (años), sexo, peso (kg), talla (cm), IMC (kg/m²), tipo de cirugía a la que han sido sometidos, fracción de eyección ventricular izquierda (%), APACHE II Score, volumen corriente (mL), PEEP (cmH₂O), PaO₂/FiO₂ (mmHg), niveles de lactato (mmol/L), fármaco vasoactivo usado y dosis de perfusión (mcg/kg/min) y sistema de medición hemodinámico usado (*Anexo 3*).

En los pacientes candidatos al estudio se realizó una primera determinación basal (T₀) en la que se obtuvieron los siguientes valores arrojados por los sistemas de monitorización hemodinámica no invasiva (PICCO™/MostCare™/ProAQT™): frecuencia cardíaca (lpm), presión arterial sistólica, diastólica y media (mmHg), presión venosa central (mmHg), gasto cardíaco (L/min), índice cardíaco (L/min/m²), volumen sistólico (mL), variación del volumen sistólico (VVS) (%) y variación de la presión del pulso (VPP) (%).

Si el valor de VVS y VPP era mayor al 10 %, valor que se estableció como predictor de la respuesta al volumen (*Fig. 3*), se procedió a realizar una valoración ecográfica de la distensibilidad de la VVI con el paciente en decúbito supino y con una elevación del cabecero de 30°. Esta medición fue realizada por personal experto adecuadamente formado en la realización de exploraciones ecográficas. Para ello se usó la sonda lineal de alta frecuencia del ecógrafo Venue Go™ (General Electric™). Se procedió a localizar la VVI con ecografía bidimensional a nivel del cartílago cricoides, obteniendo el eje corto del vaso y, posteriormente, se realizó una medición usando el modo M durante un ciclo respiratorio. Con el objetivo de reducir los artefactos en las mediciones se aplicó una cantidad generosa de gel para poder realizar la menor presión posible sobre la piel y



Fig. 3. Monitor hemodinámico basado en el análisis del contorno de la onda de pulso. Se puede observar señalado con un recuadro rojo el valor de la variación del volumen sistólico (SVV: Stroke Volume Variation) > 10 %, lo que indica que un paciente es potencialmente respondedor a volumen.

obtener así una medición de calidad. Se protocolizó la obtención de la imagen mediante la realización de la exploración con la sonda perpendicular a la piel y orientada hacia el eje corto de la VYI (Fig. 4 y 5). El índice de distensibilidad de la VYI se calculó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de distensibilidad de la VYI: } \frac{\text{diámetro máximo (cm)} - \text{diámetro mínimo (cm)}}{\text{diámetro mínimo (cm)}} \times 100$$



Fig. 4. Posición de la sonda lineal ecográfica para la exploración de la vena yugular interna a nivel del cartílago cricoides. La paciente se encuentra en decúbito supino a 30°.

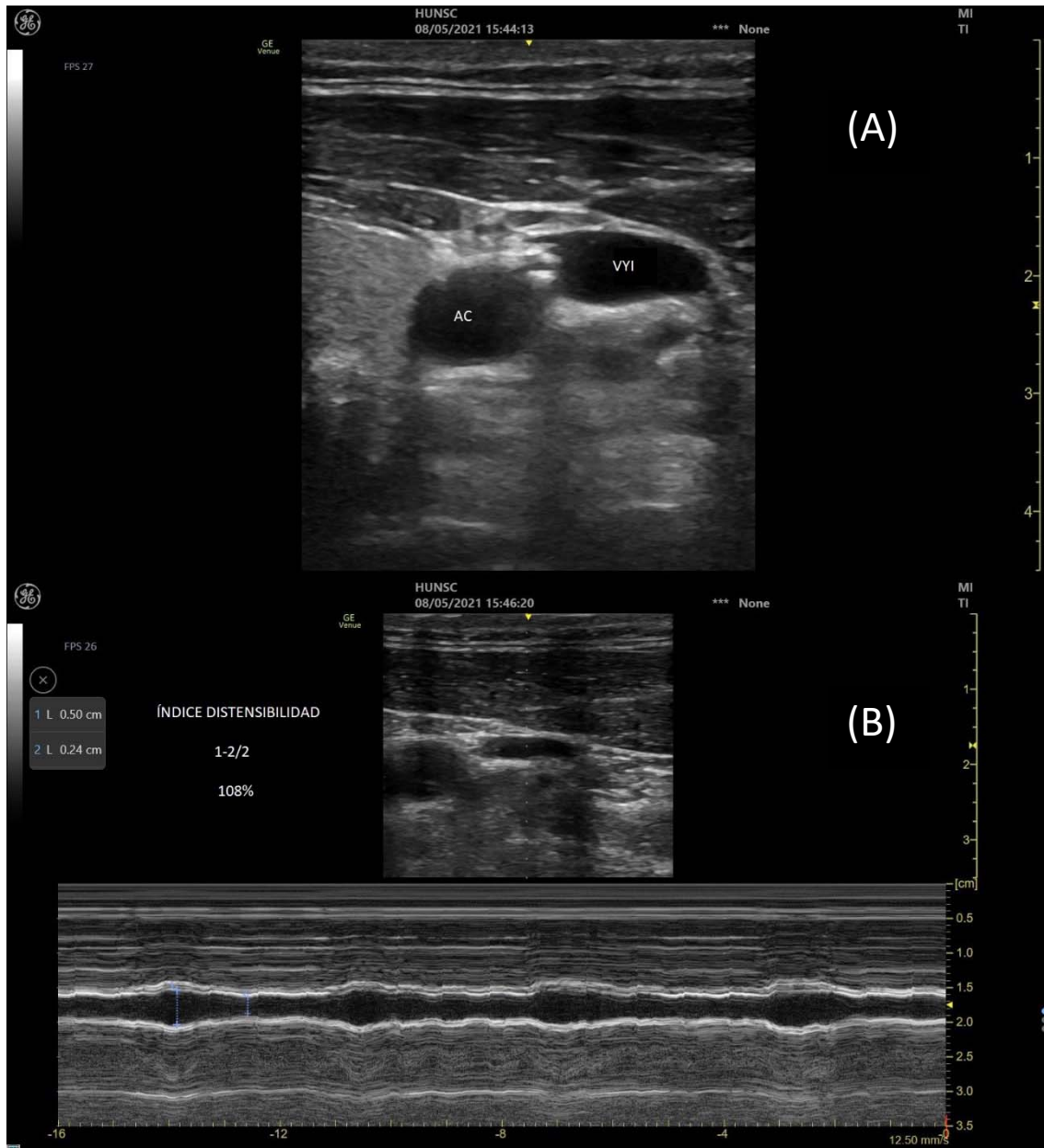


Fig. 5. (A) Visión en eje corto de la vena yugular interna (VVI) y la arteria carótida (AC). **(B)** Valoración ecográfica en modo M de la distensibilidad de la vena yugular interna. *Se puede observar una alta variabilidad en el diámetro de la vena en un paciente potencialmente respondedor a volumen (índice de distensibilidad 108%).*

Del mismo modo se obtuvo una medición de la distensibilidad de la VCI. Se procedió a localizar la VCI en su trayecto por el hígado, obteniéndose el eje largo del vaso. En este punto se realizó la medición en modo M durante un ciclo respiratorio, a 2 cm distal a la unión con la aurícula derecha. El índice de distensibilidad de la VCI se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de distensibilidad de la VCI: } \frac{\text{diámetro máximo (cm)} - \text{diámetro mínimo (cm)}}{\text{diámetro mínimo (cm)}} \times 100$$

Una vez obtenidos todos los parámetros basales (T_0) comentados anteriormente y valorada la VVS y la VPP se procedió a la infusión de un bolo de 500 mL de cristaloides balanceado si estos parámetros hemodinámicos reflejaban que el paciente era respondedor a volumen. Treinta minutos después de la administración de este bolo se realizó una nueva obtención del índice de distensibilidad de la VYI y de los valores hemodinámicos (T_1). Los parámetros ventilatorios no fueron modificados durante el tiempo de latencia de la exploración para evitar errores derivados de estos cambios. Se definió como paciente respondedor a volumen aquel en el que se produjo un incremento mayor o igual al 15 % del índice cardíaco y como paciente no respondedor aquel que obtuvo una variación menor al 15 %.

6. Resultados

Durante un periodo de siete meses comprendidos entre el 1 de octubre de 2020 y el 31 de abril de 2021 se reclutaron 15 pacientes, 10 varones y 5 mujeres, con edades comprendidas entre 36 y 86 años y una media de 63 años. La media del peso de los sujetos fue de 73.93 kg (53 – 105 kg) y la talla de 166.73 cm (150 – 180 cm), con un IMC de 26.36 kg/m² (20.94 – 33.13 kg/m²). Nueve de ellos habían sido sometidos a laparotomía, mientras que el resto de los sujetos habían sido sometidos a cirugía no abdominal con un APACHE II Score comprendido entre 6 y 24 puntos. Todos los pacientes se encontraban conectados a VM con un volumen corriente medio de 488.67 mL (400 – 550 mL) y una presión positiva al final de la espiración (positive end-expiratory pressure, PEEP) media 7.2 cmH₂O (5 – 16 cmH₂O). La concentración sanguínea media de lactato era de 4.213 mmol/L (0.7 – 10 mmol/L). Todos los pacientes reclutados requirieron de una perfusión de noradrenalina con una dosis media de 0.4814 mcg/kg/min (0.1 – 1.05 mcg/kg/min) (*Fig. 6*).

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media		Desv. Desviación	Varianza	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Desv. Error
Edad (años)	14	50	36	86	63,43	4,338	16,233	263,495	-.498	,597	-1,033	1,154
Sexo	15	1	0	1	,67	,126	,488	,238	-.788	,580	-1,615	1,121
Peso (kg)	15	52	53	105	73,93	3,954	15,313	234,495	,557	,580	-.483	1,121
Talla (cm)	15	30	150	180	166,73	2,321	8,988	80,781	-.287	,580	-.673	1,121
IMC (kg/m ²)	15	12,19	20,94	33,13	26,3647	,94074	3,64349	13,275	,420	,580	-.769	1,121
Cirugía (tipo)	15	1	0	1	,60	,131	,507	,257	-.455	,580	-2,094	1,121
APACHE II	15	18	6	24	17,73	1,144	4,431	19,638	-1,284	,580	2,620	1,121
Volumen Corriente (ml)	15	150	400	550	488,67	12,531	48,531	2355,238	-.101	,580	-1,023	1,121
PEEP (cm de H ₂ O)	15	11	5	16	7,20	,698	2,704	7,314	2,656	,580	8,753	1,121
Lactato (mmol/l)	15	9,3	,7	10,0	4,213	,6639	2,5712	6,611	,953	,580	,531	1,121
Dosis (mcg/kg/min)	15	,950	,100	1,050	,48140	,071294	,276122	,076	,427	,580	-.263	1,121

Fig. 6. Estadística descriptiva. IMC: Índice de Masa Corporal; PEEP: presión positiva al final de la espiración (positive end-expiratory pressure).

Se realizó el test de normalidad Shapiro–Wilk para todas las variables obteniéndose que fueron normales, por lo que se asumió que los datos seguían una distribución normal. Se realizó un estudio de errores sobre las variables intrínsecas del paciente con el objetivo de comprobar si existía correlación entre estas y las variables basales T₀ y las obtenidas en T₁ (Fig. 7).

		difVYInorm Media	difVCInorm Media	difVVS Media	difVVP Media
Cirugía (tipo)	Otros	,40	,57	6	7
	Laparotomía (cirugía abierta)	,20	,31	1	3
Monitorización (Picco 1 y ProAQT 0)	ProAQT	,20	,44	4	6
	PICCO	,38	,35	2	3

Fig. 7. Distribución según el tipo de cirugía y monitor empleado. *difVYInorm*: diferencial de la distensibilidad de la vena yugular interna; *difVCInorm*: diferencial de la distensibilidad de la vena cava inferior; *difVVS*: diferencial de la variación del volumen sistólico; *difVVP*: diferencial de la variación de la presión del pulso.

Se realizó un análisis de T de Student para muestras independientes para determinar si la diferencia que se observó en T₁ en las diferentes variables era estadísticamente significativa, siéndolo para FC (frecuencia cardíaca) (p = 0,012), PA (presión arterial) (p = 0,03), VVS (p = 0,017), VPP (p = 0,001), distensibilidad de VCI (p <0,001), distensibilidad de VYI (p = 0,008), GEDI (global end-diastolic volume; volumen global telediastólico) (p = 0,001) y DifV-A (diferencial venoso arterial de CO₂) (p = 0,002). No se observaron cambios significativos en ELWI (extravascular lung water index; índice de agua pulmonar extravascular) (p = 0,356) y PVC (p = 0,097) (Fig. 8).

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
diffC	2,868	14	,012	4,200	1,06	7,34
diffPAS	-2,408	14	,030	-10,000	-18,91	-1,09
diffPAD	-3,425	14	,004	-6,067	-9,87	-2,27
diffPAM	-3,640	14	,003	-9,800	-15,57	-4,03
diffPVC	-1,803	12	,097	-1,000	-2,21	,21
diffC	,991	13	,340	,1021428571	-,120605352	,324891066432452
diffVVS	2,712	14	,017	3,333	,70	5,97
diffVVP	4,653	11	,001	4,417	2,33	6,51
diffVYI	3,088	14	,008	8,1667	2,494	13,839
diffVCI	5,073	10	,000	19,0455	10,681	27,410
diffELWI	-1,000	6	,356	-,286	-,98	,41
diffGEDI	-5,833	6	,001	-45,571	-64,69	-26,45
diffV-A	3,950	12	,002	1,000	,45	1,55

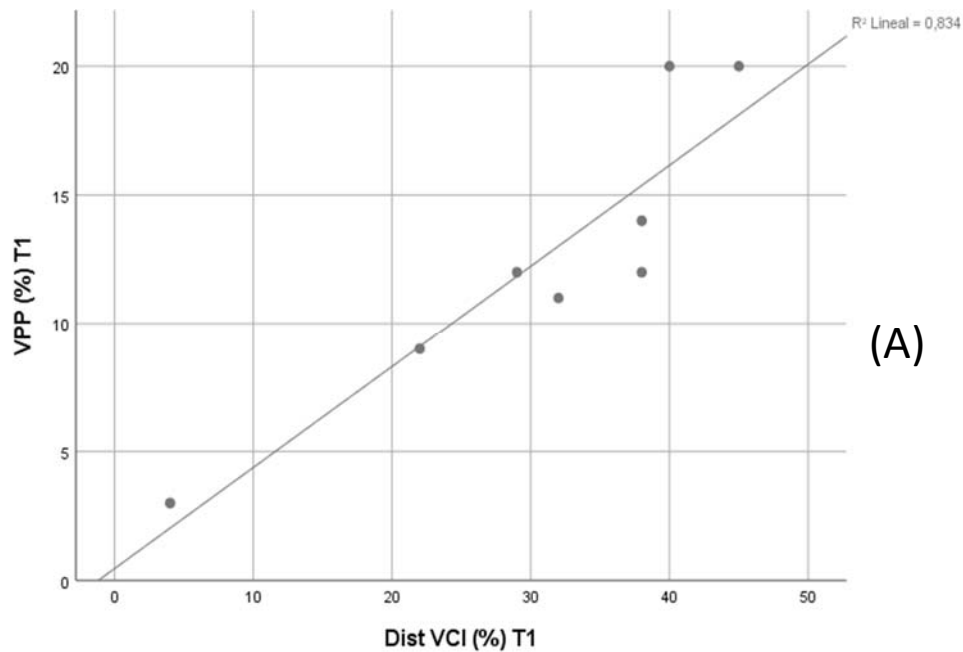
Fig. 8. Diferencias observadas entre las diferentes variables. *diffC*: Diferencial de la frecuencia cardíaca; *diffPAS*: Diferencial de la presión arterial sistólica; *diffPAD*: Diferencial de la presión diastólica; *diffPAM*: Diferencial de la presión arterial media; *diffPVC*: Diferencial de la presión venosa central; *diffC*: Diferencial del índice cardíaco; *diffVVS*: Diferencial de la variación del volumen sistólico; *diffVVP*: Diferencial de la variación de la presión del pulso; *diffVYI*: diferencial de la distensibilidad de la vena yugular interna; *diffVCI*: Diferencial de la distensibilidad de la vena cava inferior; *diffELWI*: Diferencial del agua extravascular pulmonar; *diffGEDI*: Diferencial del volumen global telediastólico; *diffV-A*: Diferencial de la diferencia venosoarterial de CO₂.

Se realizó una prueba de correlaciones de Pearson en las que se obtuvo que no existe una correlación estadísticamente significativa entre el tipo de cirugía y ningún valor en particular.

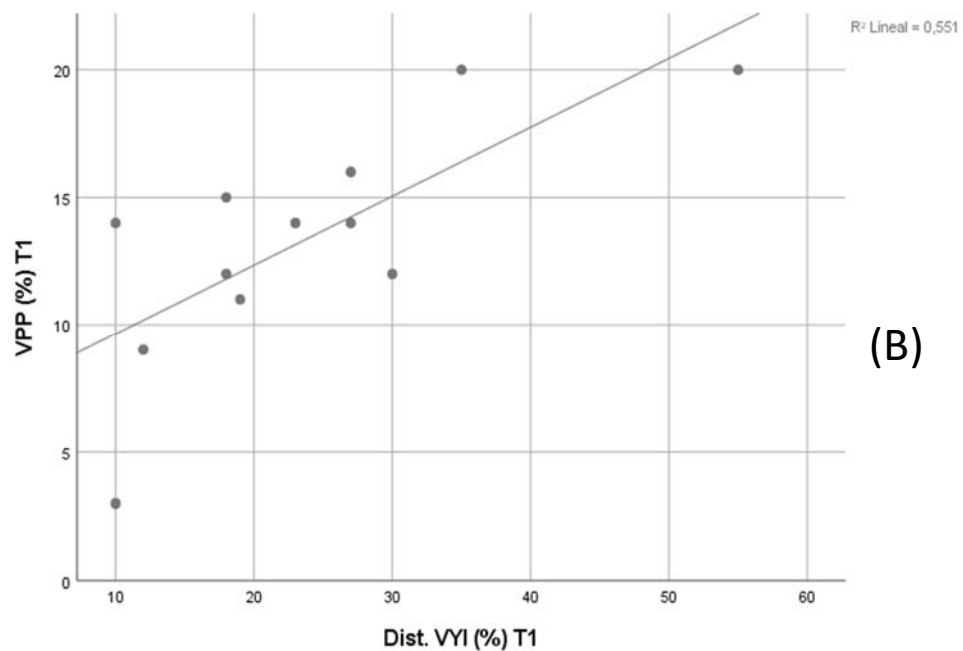
Por otro lado, el valor en T₀ de PEEP se correlacionó de forma inversa (-0.519) con el valor basal del VVS (p=0.048), pero no con el valor en T₁.

Existió una correlación directa (0,53) entre el diferencial observado para la VVS y el diferencial existente para la VYI (0,042) en T₁, si bien es verdad que esta no se observó para la VCI.

Se realizó una correlación lineal entre los valores de VVS, VVP y las variaciones de VYI y VCI. Se observó un ajuste a la recta de VPP-VCI con una R² de 0,834, siendo el ajuste peor para la relación VPP-VYI con una R² de 0,551. El ajuste lineal de VVS-VCI fue pobre con una R² de 0,000527, siendo este valor de 0,634 para el par VVS-VYI (Fig. 9).



(A)



(B)

Fig. 9. (A) Dispersión simple con ajuste de líneas de VPP (%) T₁ por la distensibilidad de VCI (%) T₁. **(B)** Dispersión simple con ajuste de líneas de VPP (%) por T₁ por la distensibilidad de VYI (%) T₁.

Se realizó un análisis de regresión lineal para predicción del diferencial de VVS tras la administración de volumen con un ajuste del 77,2 % en base al valor de la PEEP (0,45) y al valor del diferencial para VYI (0,38). No existió posibilidad de realizar regresión lineal para con el valor de VCI en ninguna de sus formas (Fig. 10).

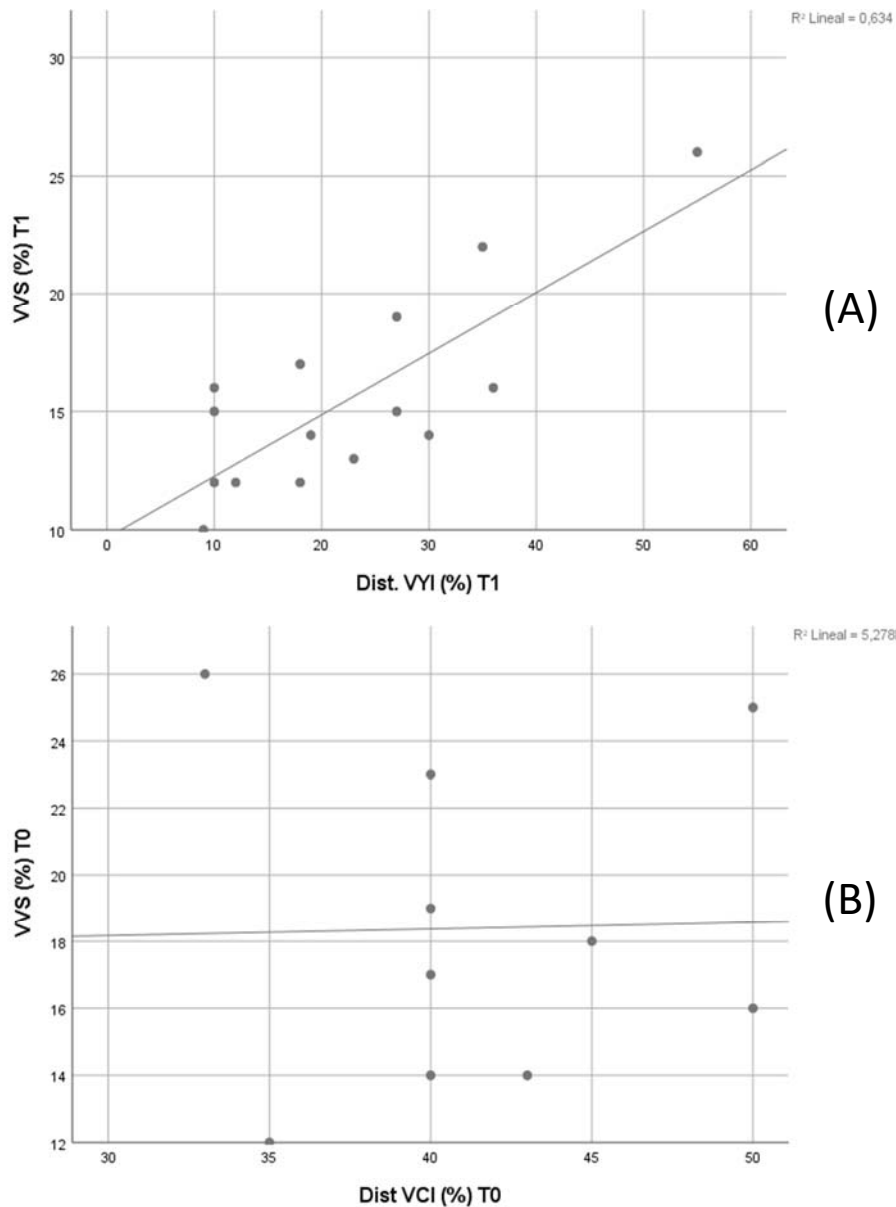


Fig. 10. (A) Dispersión simple con ajuste de línea de VVS (%) por la distensibilidad de la VYI (%) T₁. **(B)** Dispersión simple con ajuste de línea de VVS (%) por la distensibilidad de la VCI (%) T₁.

7. Discusión

El objetivo de este estudio es comprobar si el análisis de la distensibilidad de la vena yugular interna evaluada por ecografía en pacientes conectados a VM puede ser usada como predictor de la respuesta a la expansión con volumen en pacientes en shock y, de esta forma, sustituir a la VVS obtenida por monitores.

Los resultados arrojados por nuestro estudio muestran que existe una correlación directa entre el diferencial observado para la VVS y el diferencial existente para la distensibilidad de la VYI, mientras que esta correlación no es demostrable con el diferencial de la distensibilidad de la VCI.

En la práctica clínica diaria, poder contar con parámetros fiables para la toma de decisiones en la valoración de la respuesta al volumen es un punto clave en el manejo de los pacientes críticos. El uso de parámetros estáticos, como la PVC, con este objetivo ha demostrado tener poca validez y han perdido paulatinamente su peso (8,9), tal y como se refleja en los resultados de este estudio al no existir una modificación significativa de la PVC tras la administración de líquidos en pacientes respondedores. Por otro lado, los parámetros dinámicos de respuesta a volumen están ampliamente aceptados en el manejo hemodinámico de los pacientes críticos (4).

Algunos estudios han investigado sobre la posibilidad de usar las variaciones en el diámetro de la VVI como parámetro para valorar la respuesta al volumen en pacientes en shock (24–27). Aunque cada parámetro puede predecir la respuesta al volumen de forma independiente, la combinación de varios de ellos, como por ejemplo, el uso de sistemas de análisis del contorno de la onda de pulso y la valoración ecográfica de la distensibilidad de la VVI puede mejorar la sensibilidad y especificidad del conjunto de datos obtenidos (25).

La medición de la distensibilidad de la VVI con ecografía es una técnica fácilmente accesible y sencilla, lo que facilita su integración dentro del concepto de PoCUS y aporta una nueva herramienta de gran utilidad a pie de cama que, a diferencia de la ecocardiografía o de la ecografía de la VCI, presenta una menor curva de aprendizaje. También hay que considerar que la ecografía es una técnica no invasiva a diferencia de otros sistemas de monitorización como son los basados en el análisis del contorno de la onda de pulso o el Doppler esofágico, que sí requieren de una cierta invasividad.

Nuestro estudio tiene ciertas limitaciones. En primer lugar encontramos el reducido tamaño muestral. Al presentar criterios de inclusión y exclusión restrictivos se necesita de futuros estudios con un periodo de reclutamiento más largo. Además, sería necesario realizar estudios con pacientes con otras características, puesto que los resultados obtenidos solo son aplicables a los sujetos que cumplen los criterios descritos. La comparación con resultados en otros ámbitos y pacientes nos permitirá observar la consistencia en los resultados.

Por otro lado, aunque no existe una correlación estadísticamente significativa entre el tipo de cirugía y ningún valor en particular, los resultados obtenidos muestran una cierta tendencia que sugiere que la existencia de una cirugía abdominal abierta disminuye el diferencial observado para la VVI, la VCI, la VVS y la VPP tras la administración de un

bolo de líquido. Por ello se necesitan futuros estudios que investiguen este aspecto y definan si la existencia de una laparotomía puede actuar como factor relevante en el uso del análisis de la distensibilidad de la VVI.

8. Conclusión

La evaluación de la distensibilidad de la VVI con ecografía es una técnica sencilla, accesible y de fácil aplicación a pie de cama. Su uso como predictor de respuesta al volumen ha sido recientemente estudiado y los hallazgos presentados en este estudio en pacientes conectados a VM refuerzan el uso de este método en las condiciones presentadas. La combinación de esta técnica junto con otros dispositivos de predicción de respuesta al volumen puede ser de apoyo en la toma de decisiones. Se necesita la realización de futuros estudios para ampliar nuestros conocimientos sobre sus aplicaciones.

9. ¿Qué he aprendido realizando el TFG?

- La realización de este trabajo de fin de grado me ha permitido introducirme en el campo de la investigación y desarrollar de primera mano los diferentes aspectos y metodologías necesarias para poder llevar a cabo un buen proyecto de investigación. Por otro lado he podido observar las dificultades que implica el diseño de un estudio y las complicaciones que pueden surgir durante su desarrollo.
- He podido continuar mi formación en el terreno de la búsqueda bibliográfica, lectura de artículos científicos y mejorar mi criterio en la revisión de estos.
- He aprendido a diseñar una hoja de recogida de datos y organizar adecuadamente una base de datos con los resultados obtenidos a partir de ella; posteriormente, llevar a cabo los diferentes análisis estadísticos, además de aprender a interpretar los resultados obtenidos y extraer conclusiones a partir de ellos.
- He aprendido a realizar una evaluación de la distensibilidad de la vena yugular interna mediante ecografía, identificando las diferentes estructuras y realizando mediciones en el modo M.
- He ampliado mis conocimientos sobre el manejo del shock y la importancia de conocer la capacidad de respuesta a la infusión de volumen en un paciente, además de profundizar en las diferentes herramientas con las que cuenta el médico responsable como apoyo en la toma de estas decisiones.

10. Bibliografía

1. Vincent J-L, De Backer D. Circulatory Shock. Finfer SR, Vincent J-L, editors. *N Engl J Med* [Internet]. 2013 Oct 31 [cited 2021 Jan 28];369(18):1726–34. Available from: <http://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMra1208943>
2. Sanfilippo F, Messina A, Cecconi M, Astuto M. Ten answers to key questions for fluid management in intensive care [Internet]. *Medicina Intensiva*. Ediciones Doyma, S.L.; 2020 [cited 2021 May 3]. Available from: <http://www.medintensiva.org/es-ten-answers-key-questions-for-avance-S0210569120303387>
3. Katz AM. Ernest Henry Starling, his predecessors, and the “Law of the Heart”. *Circulation* [Internet]. 2002 Dec 3 [cited 2021 Jan 12];106(23):2986–92. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.CIR.0000040594.96123.55>
4. Monnet X, Marik PE, Teboul JL. Prediction of fluid responsiveness: an update [Internet]. Vol. 6, *Annals of Intensive Care*. Springer Verlag; 2016 [cited 2021 Jan 14]. p. 111. Available from: </pmc/articles/PMC5114218/?report=abstract>
5. Sakr Y, Rubatto Birri PN, Kotfis K, Nanchal R, Shah B, Kluge S, et al. Higher Fluid Balance Increases the Risk of Death from Sepsis: Results from a Large International Audit. *Crit Care Med* [Internet]. 2017 Mar 1 [cited 2021 May 29];45(3):386–94. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27922878/>
6. Lee J, de Louw E, Niemi M, Nelson R, Mark RG, Celi LA, et al. Association between fluid balance and survival in critically ill patients. *J Intern Med* [Internet]. 2015 Apr 1 [cited 2021 May 29];277(4):468–77. Available from: </pmc/articles/PMC4265574/>
7. Sabatier C, Monge I, Maynar J, Ochagavia A. Valoración de la precarga y la respuesta cardiovascular al aporte de volumen. *Med Intensiva* [Internet]. 2012;36(1):45–55. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2011.04.005>
8. Michard F, Teboul JL. Predicting fluid responsiveness in ICU patients: A critical analysis of the evidence. *Chest* [Internet]. 2002 Jun [cited 2021 Mar 8];121(6):2000–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0012369215350376>
9. Bendjelid K, Romand JA. Fluid responsiveness in mechanically ventilated

- patients: A review of indices used in intensive care [Internet]. Vol. 29, Intensive Care Medicine. Springer Verlag; 2003 [cited 2021 Mar 8]. p. 352–60. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00134-002-1615-9>
10. Cecconi M, De Backer D, Antonelli M, Beale R, Bakker J, Hofer C, et al. Consensus on circulatory shock and hemodynamic monitoring. Task force of the European Society of Intensive Care Medicine. Intensive Care Med [Internet]. 2014 Nov 21 [cited 2021 Jan 28];40(12):1795–815. Available from: </pmc/articles/PMC4239778/?report=abstract>
 11. Vincent JL, Rhodes A, Perel A, Martin GS, Rocca GD, Vallet B, et al. Clinical review: Update on hemodynamic monitoring - a consensus of 16 [Internet]. Vol. 15, Critical Care. BioMed Central; 2011 [cited 2021 Mar 31]. p. 229. Available from: </pmc/articles/PMC3387592/>
 12. Frank O. The basic shape of the arterial pulse. First treatise: Mathematical analysis. J Mol Cell Cardiol [Internet]. 1990 Mar [cited 2021 Mar 8];22(3):255–77. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0022282890914600>
 13. Pontet J, Yic C, Díaz-Gómez JL, Rodriguez P, Sviridenko I, Méndez D, et al. Impact of an ultrasound-driven diagnostic protocol at early intensive-care stay: a randomized-controlled trial. Ultrasound J [Internet]. 2019 Dec 1 [cited 2021 Mar 31];11(1):24. Available from: <https://theultrasoundjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s13089-019-0139-2>
 14. Moore CL, Copel JA. Current concepts: Point-of-care ultrasonography. N Engl J Med [Internet]. 2011 Feb 24 [cited 2021 Mar 31];364(8):749–57. Available from: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMra0909487>
 15. Frankel HL, Kirkpatrick AW, Elbarbary M, Blaivas M, Desai H, Evans D, et al. Guidelines for the appropriate use of bedside general and cardiac ultrasonography in the evaluation of critically ill patients-part I: General ultrasonography. Crit Care Med [Internet]. 2015 [cited 2021 Mar 31];43(11):2479–502. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26468699/>
 16. Royse CF, Canty DJ, Faris J, Haji DL, Veltman M, Royse A. Core review: Physician-performed ultrasound: The time has come for routine use in acute care medicine [Internet]. Vol. 115, Anesthesia and Analgesia. Anesth Analg; 2012

- [cited 2021 Apr 1]. p. 1007–28. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23011559/>
17. Desai N, Garry D. Assessing dynamic fluid-responsiveness using transthoracic echocardiography in intensive care [Internet]. Vol. 18, BJA Education. Elsevier Ltd; 2018 [cited 2021 Apr 1]. p. 218–26. Available from: </pmc/articles/PMC7807830/>
 18. Au SM, Vieillard-Baron A. Bedside echocardiography in critically ill patients: A true hemodynamic monitoring tool [Internet]. Vol. 26, Journal of Clinical Monitoring and Computing. Springer; 2012 [cited 2021 Apr 1]. p. 355–60. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10877-012-9385-6>
 19. Aakjær Andersen C, Brodersen J, Davidsen AS, Graumann O, Jensen MBB. Use and impact of point-of-care ultrasonography in general practice: A prospective observational study. *BMJ Open* [Internet]. 2020 Sep 17 [cited 2021 Apr 22];10(9):e037664. Available from: <http://bmjopen.bmj.com/>
 20. Mandeville JC, Colebourn CL. Can transthoracic echocardiography be used to predict fluid responsiveness in the critically ill patient? A systematic review [Internet]. Vol. 2012, Critical Care Research and Practice. Hindawi Limited; 2012 [cited 2021 May 12]. Available from: </pmc/articles/PMC3286892/>
 21. Vieillard-Baron A, Chergui K, Rabiller A, Peyrouset O, Page B, Beauchet A, et al. Superior vena caval collapsibility as a gauge of volume status in ventilated septic patients. *Intensive Care Med* [Internet]. 2004 Sep [cited 2021 Apr 22];30(9):1734–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15375649/>
 22. Barbier C, Loubières Y, Schmit C, Hayon J, Ricôme JL, Jardin F, et al. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients. *Intensive Care Med* [Internet]. 2004 Sep [cited 2021 Apr 22];30(9):1740–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15034650/>
 23. Chua Chiacco JMS, Parikh NI, Fergusson DJ. The jugular venous pressure revisited [Internet]. Vol. 80, Cleveland Clinic Journal of Medicine. NIH Public Access; 2013 [cited 2021 Apr 22]. p. 638–44. Available from: </pmc/articles/PMC4865399/>
 24. Unluer EE, Kara PH. Ultrasonography of jugular vein as a marker of hypovolemia in healthy volunteers. *Am J Emerg Med* [Internet]. 2013 Jan [cited 2021 Apr

- 22];31(1):173–7. Available from:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0735675712003622>
25. Guarracino F, Ferro B, Forfori F, Bertini P, Magliacano L, Pinsky MR. Jugular vein distensibility predicts fluid responsiveness in septic patients. *Crit Care* [Internet]. 2014 Dec 5 [cited 2021 Apr 22];18(6):647. Available from: <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-014-0647-1>
 26. Conn RD, O’Keefe JH. Simplified evaluation of the jugular venous pressure: significance of inspiratory collapse of jugular veins. *Mo Med* [Internet]. 2012 [cited 2021 Apr 22];109(2):150–2. Available from: </pmc/articles/PMC6181725/>
 27. Thudium M, Klaschik S, Ellerkmann RK, Putensen C, Hilbert T. Is internal jugular vein extensibility associated with indices of fluid responsiveness in ventilated patients? *Acta Anaesthesiol Scand* [Internet]. 2016 Jul 1 [cited 2021 Apr 22];60(6):723–33. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26869241/>
 28. Singer M, Deutschman CS, Seymour C, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3) [Internet]. Vol. 315, *JAMA - Journal of the American Medical Association*. American Medical Association; 2016 [cited 2021 May 27]. p. 801–10. Available from: <https://jamanetwork.com/>

El estudio de investigación titulado: “**Análisis del índice de distensibilidad de la vena yugular interna evaluada por ecografía como predictor de la respuesta al volumen en el paciente conectado a ventilación mecánica**”, versión **16 de febrero de 2021**, con código **CHUNSC_2020_111**, del que es Investigador Principal la Dra. MARIA ELENA ESPINOSA DOMINGUEZ, ha sido evaluado por el Comité de Ética de la Investigación con medicamentos del Complejo Hospitalario Universitario de Canarias (Provincia de Santa Cruz de Tenerife) en su sesión del **25/02/2021**, y considera que:

Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del Protocolo con los objetivos del estudio.

El procedimiento para obtener el consentimiento informado, incluyendo la hoja de información al paciente / representante legal y el consentimiento informado, **versión 1, de 16 de febrero de 2021**, es adecuado.

La capacidad del Investigador y los medios disponibles son adecuados para llevar a cabo el estudio y no interfiere con el respeto a los postulados éticos.

Por todo ello, el Comité de Ética de la Investigación con medicamentos del Complejo Hospitalario Universitario de Canarias (Provincia de Santa Cruz de Tenerife) emite dictamen **FAVORABLE** para la realización de este estudio en el Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria.

Secretaria Técnica del CEIm
Complejo Hospitalario Universitario de Canarias

Este documento ha sido firmado electrónicamente por:

CONSUELO MARIA RODRIGUEZ JIMENEZ - F.E.A. FARMACOLOGIA CLINICA

Fecha: 03/03/2021 - 11:59:52

En la dirección https://sede.gobcan.es/sede/verifica_doc?codigo_nde= puede ser comprobada la autenticidad de esta copia, mediante el número de documento electrónico siguiente: 0RgÜx2pBby1MGZh8sZwntOC4yEt77upOr



El presente documento ha sido descargado el 03/03/2021 - 12:01:33

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE/REPRESENTANTE LEGAL

(Versión 1 – 16/02/21)

ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE DISTENSIBILIDAD DE LA VENA YUGULAR INTERNA EVALUADA POR ECOGRAFÍA COMO PREDICTOR DE LA RESPUESTA AL VOLUMEN EN EL PACIENTE CONECTADO A VENTILACIÓN MECÁNICA

Estimado/a Señor/a:

Su médico le ha solicitado su consentimiento para participar en este estudio de investigación. En cumplimiento de la Ley 41/2002 de 14 de noviembre “Básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica” reiteramos la explicación dada verbalmente, ahora por escrito, con objeto de que nos autorice a incluirlo en el mismo. Es importante que usted conozca y entienda la finalidad y los procedimientos llevados a cabo en este estudio de investigación. Lea atentamente esta información y no dude en preguntar todas aquellas cuestiones que no le queden claras. Su decisión en la participación no afectará de ninguna manera a la calidad de los cuidados médicos futuros ni al tratamiento que pueda necesitar. Si desea participar, su médico le pedirá que confirme por escrito que ha leído y comprendido la información contenida en este documento, que todas sus dudas han quedado resueltas y que acepta que sus datos sean recogidos. Se le entregará una copia de este documento por si quisiera volver a consultarlo. Su médico ha pensado que usted puede ser un buen candidato para participar en un estudio de investigación cuyo objetivo de estudio es analizar si la medición de un parámetro ecográfico puede ser usado como apoyo en la toma de decisiones sobre el tratamiento de pacientes en shock conectados a ventilación mecánica.

OBJETIVO DEL ESTUDIO

El shock se define como una situación de fallo circulatorio agudo que actúa como vía común a muchos procesos patológicos. Supone una condición médica que por su rapidez de instauración y su gravedad originan una alta tasa de mortalidad entre los pacientes críticamente enfermos.

Es por esto por lo que realizar un tratamiento enérgico y precoz es de vital importancia, ya que mejorará de forma muy importante el pronóstico de los pacientes. Disponer de herramientas validadas, accesibles y de rápida aplicación que nos ayuden a tomar decisiones en estos casos se convierte en un aspecto clave, puesto que nos ayudará a realizar un tratamiento más eficaz y mejorar nuestros procedimientos.

El propósito de este estudio se enfoca en esta dirección, con el objetivo de conocer si la medición de la distensibilidad de la vena yugular interna mediante ecografía puede ser usada para predecir si un paciente va a responder favorablemente a la administración de suero por vía endovenosa en el caso de pacientes en shock conectados a ventilación mecánica.

RIESGOS DEL ESTUDIO

Este no es un estudio de intervención terapéutica, es decir, usted no recibirá ningún tratamiento experimental. Asimismo, su participación en el estudio no modificará los cuidados y tratamientos que usted recibirá de acuerdo a su enfermedad. Así pues, la participación en este estudio no supone un riesgo añadido.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

De su participación en el estudio no se derivará ningún trato diferente en lo que se refiere a la calidad de la atención que recibirá en caso de no participar en el estudio. Es usted libre de rechazar la colaboración en este estudio sin que por ello se vea afectada su futura atención médica. Si decide no participar en el estudio no tendrá que ofrecer explicación alguna.

En su participación solo se le solicitará que nos permita realizar una ecografía en la región cervical para valorar la distensibilidad de la vena yugular interna previa a una infusión de suero por vía endovenosa y se le realizará una segunda ecografía similar a los 30 minutos.

CONFIDENCIALIDAD

Sus datos serán objeto de un tratamiento disociado, de modo que la información que se obtenga no pueda asociarse a persona identificada o identificable, siendo tratados conforme a lo dispuesto por la Ley Orgánica 3/2018 de 5 de diciembre de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales y a la aplicación de del Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 de Protección de Datos (RGPD). Todos sus datos serán estrictamente confidenciales y exclusivamente su médico conocerá su identidad. Ningún dato personal que permita su identificación será accesible a ninguna persona que no sea su médico, ni podrán ser divulgados por ningún medio, conservando en todo momento la confidencialidad médico-paciente.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Antes de comenzar el estudio, todos los procedimientos y pruebas que se llevarán a cabo han sido supervisados y aprobados por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital. De esta forma se asegura que el estudio cumple con todos los requisitos legales y que los objetivos y métodos empleados en el mismo son adecuados. Todos estos trámites serán llevados a cabo por el personal responsable del estudio.

La investigadora principal de este estudio es la Dra. María Elena Espinosa Domínguez y el investigador colaborador el Dr. David Domínguez García. No dude en recabar información adicional o en hablar con su médico para aclarar cualquier duda, tanto al inicio del estudio como en cualquier momento a lo largo del mismo. Lo puede hacer en del Servicio de Anestesiología y Reanimación del Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria o llamando al número de la secretaria del servicio, 922601724.

La investigadora principal le agradece su inestimable colaboración

CONSENTIMIENTO INFORMADO

ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE DISTENSIBILIDAD DE LA VENA YUGULAR INTERNA EVALUADA POR ECOGRAFÍA COMO PREDICTOR DE LA RESPUESTA AL VOLUMEN EN EL PACIENTE CONECTADO A VENTILACIÓN MECÁNICA

Investigador Principal: Dra. María Elena Espinosa Domínguez

D/Dña. _____ con DNI _____

Mediante el presente documento **DOY MI CONSENTIMIENTO** para participar en este estudio permitiendo que se me realicen los procedimientos descritos anteriormente y de los que he sido informado y dando acceso a los datos clínicos relevantes para el estudio.

- He leído la información y he podido hacer preguntas sobre la misma, entendiendo la finalidad y los procedimientos que se llevarán a cabo en el estudio.
- Considero que la información recibida es suficiente y la comprendo.
- He hablado con el/la Dr./Dra. _____
- Estos datos se emplearán de forma anónima y que mi identidad no será relacionada con ellos en ningún caso.
- Su uso se restringirá a las estrictas necesidades de este estudio.
- Si doy mi consentimiento ahora tengo el derecho a rescindirlo en cualquier momento, sin que medie la necesidad de brindar explicación alguna.
- Si no doy mi consentimiento ahora o si lo otorgo y lo rescindo en cualquier momento futuro, esto no traerá como consecuencia, en forma alguna, un detrimento en la calidad de trato y atención brindada por lo miembros del equipo sanitario hacia mi persona.
- Me asiste el derecho de obtener, y a los responsables del estudio la obligación de brindármela, cualquier información relacionada con el uso que estén dando a los datos de mi Historia Clínica, si así lo considerase oportuno.

Y para que así conste, firmo el presente documento, después de haberlo leído y comprendido, y por mi propia voluntad.

En _____, a _____ de _____ de _____

Firma del paciente/representante legal

Firma del Investigador

ANEXO 3**NÚMERO DE CASO:**

Edad (años): Sexo: M / V

Peso (kg): Talla (cm): IMC (kg/m²):

Tipo de cirugía:

Fracción de eyección ventricular izquierda (%):

APACHE II Score:

Volumen corriente (ml):

PEEP (cm de H₂O):PaO₂/FiO₂ (mmHg):

Lactato (mmol/l):

Perfusión de Noradrenalina: Sí / No Dosis (mcg/kg/min):

Perfusión de Dobutamina: Sí / NO Dosis (mcg/kg/min):

PICCO / ProAqt / Mostcare (marcar lo que proceda)

PARÁMETROS HEMODINÁMICOS	T ₀	T ₁
Frecuencia cardíaca (lpm)		
Presión arterial sistólica (mmHg)		
Presión arterial diastólica (mmHg)		
Presión arterial media (mmHg)		
Presión venosa central (mmHg)		
Gasto cardíaco (l/min)		
Índice cardíaco (l/min/m ²)		
Volumen sistólico (ml)		
Variación del volumen sistólico (%)		
Variación de la presión del pulso (%)		
Distensibilidad de la VYI (%)		
Distensibilidad de la VCI (%)		
ELWI		
GEDI		
Nº líneas B total (pulmón derecho e izquierdo)		
Diferencia V-A CO ₂		