



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

ESCUELA DE RESIDENTADO MÉDICO Y ESPECIALIZACIÓN

Variación de la Velocidad Máxima del Flujo Doppler Carotídeo Como Predictor de Respuesta a Volumen Mediante la Maniobra de Elevación de Piernas en Paciente con Shock Séptico de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, Junio-Agosto 2024

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Para optar el Título de Especialista en Medicina Intensiva

AUTOR

Cuizano Mendocilla, Shano ALfredo

(ORCID: 0009-0002-7473-611X)

ASESOR

Rodríguez Giraldo, Shalim Juan

(ORCID:0009-0007-0499-8604)

Lima, Perú

2024

Metadatos Complementarios

Datos de autor

Cuizano Mendocilla, Shano Alfredo

Tipo de documento de identidad del AUTOR: DNI

Número de documento de identidad del AUTOR: 70452246

Datos de asesor

Rodríguez Giraldo, Shalim Juan

Tipo de documento de identidad del ASESOR: DNI

Número de documento de identidad del ASESOR: 07486757

Datos del Comité de la Especialidad

PRESIDENTE: Milian Jimenez, William Arturo

DNI: 08067946

Orcid: 0009-0000-6768-3043

SECRETARIO: Yañez Luque, Julio Enrique

DNI: 40413617

Orcid: 0000-0002-2564-7914

VOCAL: Ibarcena Reyes, Marco Antonio

DNI: 08732522

Orcid: 0000-0003-4162-1965

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 3.02.08

Código del Programa: 912579

ANEXO N°1

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Shano Alfredo Cuizano Mendociilla, con código de estudiante N° 202113255, con DNI N° 70452246, con domicilio en Av. Alejandro Tirado 217 - Dpto. 204 distrito Lima, provincia y departamento de Lima, en mi condición de Médico Cirujano de la Escuela de Residentado Médico y Especialización, declaro bajo juramento que:

El presente Proyecto de Investigación titulado: "Variación de la Velocidad Máxima del Flujo Doppler Carotídeo Como Predictor de Respuesta a Volumen Mediante la Maniobra de Elevación de Piernas en Paciente con Shock Séptico de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins, Junio-Agosto 2024" es de mi única autoría, bajo el asesoramiento del docente Rodríguez Giraldo Shalim Juan, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc; el cual ha sido sometido al antiplagio Turnitin y tiene el 16% de similitud final.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el proyecto de investigación, el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumo responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratifico plenamente que el contenido íntegro del proyecto de investigación es de mi conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumo toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en el proyecto de investigación y soy consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de falsa declaración, me someto a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 10 de Julio de 2023



Firma

Shano Alfredo Cuizano Mendocilla

DNI N° 70452246

Variación de la velocidad máxima del flujo Doppler Carotídeo como predictor de respuesta a volumen mediante la maniobra de elevación de piernas en paciente con shock séptico de la Unidad de Cuidados I

INFORME DE ORIGINALIDAD

16 %	15 %	5 %	5 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	3 %
2	aprenderly.com Fuente de Internet	3 %
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2 %
4	dokumen.pub Fuente de Internet	1 %
5	C. Henríquez-Camacho, F. Miralles-Aguar, M. Bernabeu-Wittel. "Aplicaciones emergentes de la ecografía clínica", Revista Clínica Española, 2020 Publicación	1 %
6	www.colibri.udelar.edu.uy Fuente de Internet	1 %
7	idoc.pub Fuente de Internet	

1%

8

Mercedes del Pilar Álvarez Goris, Alberto Ignacio Álvarez López, Eduardo Daniel Anica Malagón, Ana Julia Antonio Suárez et al. "Medicina crítica en Obstetricia Tomo I", Universidad Nacional Autónoma de México, 2018

1%

Publicación

9

M. Hernández Bernal, M.J. Asensio Martín, E. Herrero de Lucas, B. Civantos Martín. "Criterios de ingreso hospitalario y en la Unidad de Cuidados Intensivos de un paciente séptico", Medicine - Programa de Formación Médica Continuada Acreditado, 2018

<1%

Publicación

10

www.medintensiva.org

Fuente de Internet

<1%

11

Submitted to Universidad Científica del Sur

Trabajo del estudiante

<1%

12

core.ac.uk

Fuente de Internet

<1%

13

www.getinge.com

Fuente de Internet

<1%

14

apcyccv.org.pe

Fuente de Internet

<1%

15

Submitted to Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud

Trabajo del estudiante

<1%

16

José Luis Accini Mendoza, Luis Horacio Atehortua L, Victor Hugo Nieto Estrada, Carlos Eduardo Rebolledo M et al. "Consenso colombiano de cuidados perioperatorios en cirugía cardíaca del paciente adulto", Acta Colombiana de Cuidado Intensivo, 2020

Publicación

<1%

17

www.urp.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

18

Submitted to TecnoCampus

Trabajo del estudiante

<1%

19

livrosdeamor.com.br

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Apagado Excluir bibliografía

Activo

Excluir coincidencias

< 20 words

RESUMEN

Introducción:

El uso de la variación de la presión del pulso es un método con alto nivel de evidencia para predecir la respuesta a fluidos. Se demostró que, durante la ventilación mecánica, la variación de la presión del pulso respiratorio, un reflejo de la variación del volumen stroke, detecta la capacidad de respuesta a los líquidos. Esta técnica ecográfica permite tener una adecuada reproducibilidad y mínima variación inter observador como se ha reportado, esto es porque su insonación es de fácil acceso al estar fuera de la cavidad torácica, y cuya ventana ecográfica es afectada mínimamente por factores que suceden con mayor frecuencia durante la evaluación de una ventana ecocardiográfica transtorácica. Se han reportado hasta 6 métodos de la evaluación ecográfica de la arteria carótida que incluyen la integral velocidad tiempo de la arteria carótida, el flujo doppler carotideo, la velocidad pico del doppler carotideo y su variación, y el flujo doppler carotideo.

Así mismo estos han sido comparados con varios métodos validados de evaluación de gasto cardiaco que incluyen la integral de velocidad tiempo del tracto de salida del ventrículo izquierdo, la termodilución pulmonar y termodilución transpulmonar. Sin embargo, la heterogeneidad de los estudios al establecer el estándar de oro del gasto cardiaco entre métodos de termodilución pulmonar, transpulmonar y de la integral velocidad tiempo del flujo del tracto de salida del ventrículo izquierdo bajo evaluación ecográfica transtorácica, hacen claramente que sea difícil la comparación y generalización de los resultados, así como establecer su verdadera validez diagnóstica. Es necesaria por lo tanto la optimización de los estudios precedentes, mediante la homogenización de la población propuesto por este trabajo, establecer adecuadamente un estándar de oro como es el gasto cardiaco medido por termodilución pulmonar y compararlo con el método menos invasivo, de mayor precisión, factibilidad, reproducibilidad y de disposición en el actuar clínico cotidiano como se ha demostrado, lo es la variabilidad de velocidad máxima del flujo carotideo.

Objetivo:

Comparar la variación de la velocidad máxima del Doppler carotideo con la variación de gasto cardiaco medida por termodilución pulmonar para predecir la respuesta a fluidos mediante la maniobra de elevación pasiva de miembros en pacientes hospitalizados con shock séptico en la UCI del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins de Junio a Agosto del 2024

Palabras clave: Gasto Cardiaco, Volúmen Sistólico, Shock Séptico, Ecografía Doppler

ABSTRACT

Introduction:

The use of pulse pressure variation is a method with a high level of evidence to predict the response to fluids. demonstrated that, during mechanical ventilation, the variation in respiratory pulse pressure, a reflection of the variation in stroke volume, detects the capacity to respond to fluids. This ultrasound technique allows for adequate reproducibility and minimal inter-observer variation as has been reported, this is because its insonation is easily accessible as it is outside the thoracic cavity, and its ultrasound window is minimally affected by factors that occur more frequently during the evaluation of a transthoracic echocardiographic window. Up to 6 methods of ultrasound evaluation of the carotid artery have been reported, including the carotid artery velocity-time integral, carotid Doppler flow, carotid Doppler peak velocity and its variation, and carotid Doppler flow.

These have also been compared with several validated methods of cardiac output assessment, including left ventricular outflow tract velocity-time integral, pulmonary thermodilution, and transpulmonary thermodilution. However, the heterogeneity of the studies in establishing the gold standard of cardiac output between pulmonary and transpulmonary thermodilution methods and the velocity-time integral of left ventricular outflow tract flow under transthoracic ultrasound evaluation, clearly make it difficult to compare and generalize the results, as well as to establish their true diagnostic validity. It is therefore necessary to optimize the previous studies, by homogenizing the population proposed by this work, to properly establish a gold standard such as cardiac output measured by pulmonary thermodilution and compare it with the least invasive method, with greater precision, feasibility, reproducibility and availability in daily clinical practice, as has been demonstrated, which is the variability of maximum carotid flow velocity.

Objective:

To compare the variation in peak velocity of carotid Doppler with the variation in cardiac output measured by pulmonary thermodilution to predict the response to fluids using passive limb elevation maneuver in patients hospitalized with septic shock in the ICU of the Edgardo Rebagliati Martins National Hospital from June to August 2024

Keywords: Cardiac Output, Stroke Volume, Septic Shock, Doppler Ultrasound

TABLA DE CONTENIDO

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación del estudio	4
1.5 Delimitación	6
1.6 Viabilidad	6
II. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes de investigación	6
2.2 Bases teóricas	8
2.3 Definiciones conceptuales	20
2.4 Hipótesis	21
III. METODOLOGÍA	21
3.1 Tipo de estudio	21
3.2 Diseño de investigación	21
3.3 Población y muestra	22
3.3.1 Población:	22
3.3.2 Tamaño de la muestra	23
3.3.3 Selección de la muestra	23
3.4 Operacionalización de variables	24
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.6 Procesamiento y plan de análisis de datos	26
3.7 Aspectos éticos	27
IV. RECURSOS Y CRONOGRAMA	27
4.1 Recursos	27
4.2 Cronograma	27
4.3 Presupuesto	28
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	29
ANEXO N°2 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN GOOGLE FORMS	31
ANEXO N°3 CONSENTIMIENTO INFORMADO	33
ANEXO N°4 SOLICITUD DE PERMISO INSTITUCIONAL	34

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Generalmente se estima que cuando el gasto cardíaco cambia más del 10 al 15% de su valor inicial, la única causa es un cambio en el volumen sistólico. Corregir este cambio en el volumen sistólico es la base de toda fluidoterapia. (1) Sin embargo, puede resultar difícil determinar si un paciente responderá a la fluidoterapia aumentando el gasto cardíaco. Aunque la evaluación de la respuesta del gasto cardíaco a una elevación pasiva de piernas es al momento, el método eficaz y seguro para predecir la respuesta a los líquidos(2), se ve limitada en la técnica completa por requerir una medición precisa del gasto cardíaco; ya sea por un método invasivo como el uso de la termodilución por catéter de arterial pulmonar, que además de ser cruento, toma tiempo y requiere de un conocimiento técnico en su instalación y medición(3); o un método no invasivo como la ecocardiografía transtorácica que también requiere de habilidad técnica, y aun así de tener una adecuada ventana que dependerá de las condiciones en que encontramos al paciente, muchas veces limitada por cirugía torácica, tejido adiposo aumentado, la interposición de la aeración pulmonar que ocurre con mayor frecuencia en la ventilación con presión positiva, entre otras limitantes en la ventana ecocardiográfica transtorácica(4). El uso de la variación de la presión del pulso es un método con alto nivel de evidencia para predecir la respuesta a fluidos (5). Se ha demostrado que las variaciones respiratorias en la presión arterial sistólica en pacientes ventilados están relacionadas con el volumen sanguíneo central.(1) En 2000, Michard et al. demostró que, durante la ventilación mecánica, la variación de la presión del pulso respiratorio (VPP), un reflejo de la variación del volumen stroke (SVV), detecta la capacidad de respuesta a los líquidos. Sin embargo, circunstancia como la respiración espontánea, las arritmias, los volúmenes corrientes (V_t) más bajos utilizados en el síndrome de dificultad

respiratoria aguda y la baja distensibilidad pulmonar, el aumento de la presión intraabdominal generan falsos positivos y negativos.(1)

Ante esta problemática desde hace algún tiempo surgió la idea de la evaluación ecográfica de la arteria carotídea común como una nueva técnica no invasiva para predecir la respuesta a fluidos(6). Esta técnica ecográfica permite tener una adecuada reproducibilidad y mínima variación Inter observador como se ha reportado(7), esto es porque su insonación es de fácil acceso al estar fuera de la cavidad torácico, y cuya ventana ecográfica es afectada mínimamente por factores que suceden con mayor frecuencia durante la evaluación de una ventana ecocardiográfica transtorácica(8).

Se han reportado hasta 6 métodos de la evaluación ecográfica de la arteria carótida que incluyen la integral velocidad tiempo de la arteria carótida, el flujo doppler carotideo, la velocidad pico del doppler carotideo y su variación, y el flujo doppler carotideo. Así mismo estos han sido comparados con varios métodos validados de evaluación de gasto cardiaco que incluyen la integral de velocidad tiempo del tracto de salida del ventrículo izquierdo, la termodilucion pulmonar y termodilución transpulmonar.16/10/2024 11:49:00

Una revisión sistemática de Beir et al. encontró que las dos medidas más estudiadas fueron el tiempo de flujo corregido y la variación de la velocidad máxima tenían una validez significativa para predecir la respuesta a volumen. La primera obtuvo una sensibilidad que varía entre el 60% al 73%, y una especificidad del 82% al 92% con áreas bajo las curvas ROC de 0,75 a 0,88. Los valores de corte óptimos para la variación de presión de pulso oscilaron entre 9,1% y 14%, con áreas bajo las curvas ROC de 0,81 a 0,91, sensibilidades de 73% a 86% y especificidades de 78% a 86%. (7) Así mismo Lipszyc et al. encontró que entre todos los métodos de evaluación ecográfica de la arteria carotídea, la variación de la velocidad máxima del flujo carotídeo

en pacientes bajo ventilación mecánica tuvo una mejor exactitud para predecir la respuesta a volumen con una sensibilidad del 0.79 (95% [CI], 0.74–0.84) y una especificidad de 0.85 (95% CI, 0.76–0.90). (6)

Sin embargo, la heterogeneidad de los estudios al establecer el estándar de oro del gasto cardiaco entre métodos de termodilución pulmonar, transpulmonar y de la integral velocidad tiempo del flujo del tracto de salida del ventrículo izquierdo bajo evaluación ecográfica transtorácica, hacen claramente que sea difícil la comparación y generalización de los resultados, así como establecer su verdadera validez diagnóstica. (6)

Es necesaria por lo tanto la optimización de los estudios precedentes, mediante la homogenización de la población bajo un diagnóstico específico como el shock séptico propuesto por este trabajo, establecer adecuadamente un estándar de oro como es el gasto cardiaco medido por termodilución pulmonar y compararlo con el método menos invasivo, de mayor precisión, factibilidad, reproducibilidad y de disposición en el actuar clínico cotidiano como se ha demostrado, lo es la variabilidad de velocidad máxima del flujo carotídeo.

1.2 Formulación del problema

¿La variación de la velocidad máxima del Doppler carotideo puede predecir la respuesta a fluidos mediante la maniobra de elevación pasiva de miembros comparada con la variación de gasto cardiaco medida por termodilución pulmonar en pacientes hospitalizados con shock séptico en la UCI del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins de Junio a Agosto del 2024?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Comparar la variación de la velocidad máxima del Doppler carotideo con la variación de gasto cardiaco medida por termodilución pulmonar para predecir la respuesta a fluidos mediante la maniobra de elevación pasiva de miembros en pacientes hospitalizados con shock séptico en la UCI del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins de Junio a Agosto del 2024

1.3.2 Objetivos específicos

1. Identificar la prevalencia de pacientes con shock séptico
2. Determinar la prevalencia de pacientes con respuesta a volumen mediante la maniobra de elevación pasiva de miembros y el aumento de gasto cardiaco por termodilución pulmonar.
3. Determinar la prevalencia de pacientes con respuesta a volumen mediante la maniobra de elevación pasiva de miembros y la variación de velocidad máxima de doppler carotideo.
4. Demostrar la presencia de asociación estadísticamente significativa entre la variación de la velocidad máxima de Doppler carotideo y la variación de gasto cardiaco medido por termodilución para predecir la respuesta a fluidos mediante la maniobra de elevación pasiva de miembro en pacientes con shock séptico.

1.4 Justificación del estudio

La evaluación de la predicción de respuesta a volumen en pacientes con shock séptico es una de la variable hemodinámicas más estudiadas en los últimos años como instrumento para optimizar la decisión clínica de requerir el uso de fluidos durante las diferentes fases de manejo del shock séptico.(9) Si bien es cierto, existen varios métodos para evaluar la respuesta a volumen, sigue

siendo necesarios la utilización de algún un método invasivo o con cierto cortejo técnico para medir el gasto cardiaco o volumen stroke.(10)

La termodilución por catéter de arteria pulmonar para medir el gasto cardiaco, requiere una curva de aprendizaje en su colocación, calibración y adecuada medición mucha más amplia que la colocación de una línea arteria, que permite la evaluación de la variabilidad de presión de pulso, parámetro que se ha demostrado ampliamente tener mejor evidencia para evaluar la respuesta a volumen, pero que sin embargo tiene la limitante de no poder ser usado en casos de ventilación espontánea, pacientes ventilados con volúmenes tidales bajos como en el ARDS, o.(8) Por otro lado, es eficiente la obtención directa del gasto cardiaco bajo ecografía transtorácica, y evaluar la respuesta a volumen con la maniobra de elevación pasiva de miembro, esta última ha demostrado tener la mejor precisión para evaluar la respuesta a volumen, sin embargo, se ve limitada en escenario en donde no se puede obtener una adecuada ventana ecocardiográfica.(11) por lo que la alternativa de la evaluación ecográfica de la arteria carotídea viene a lugar, ya de ser de fácil acceso, no ser invasiva, y los estudios elaborados a la fecha de este parámetro han demostrado su correlación con la respuesta a volumen, aunque con diseños muy variados, que no permiten definir con una adecuada significancia estadística en la heterogeneidad al momento de su metaanálisis. (6,7)

Por lo tanto, este estudio pretende examinar la variable con mejor precisión diagnóstica que se ha demostrado en las revisiones sistemáticas de la evaluación ecográfica de la arteria carotídea, que es la variabilidad de la velocidad máxima del flujo carotídeo, como predictor de respuesta a volumen mediante la elevación pasiva de miembros inferiores, en comparación con la prueba de oro de la variación del gasto cardiaco medido por termodilución transpulmonar.

1.5 Delimitación

Pacientes mayores de 18 años con diagnóstico clínico de shock séptico, bajo ventilación mecánica, y que cuenten con catéter de arteria pulmonar admitidos en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins entre Junio y Agosto del 2024

1.6 Viabilidad

La comisión de ética del hospital tiene conocimiento del proyecto y autorizará la investigación, contando con el apoyo de los adscritos al área de cuidados intensivos y los recursos económicos propios del autor para desarrollarla. La ficha de recolección de datos será llenada con datos obtenidos de la práctica clínica diaria por lo que no habrá ninguna intervención terapéutica que altere la decisión del clínico, siendo este un estudio fisiológico observacional

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

Sidor et al. en su estudio fisiológico de 20 voluntarios sanos encontraron que las variaciones en la precarga cardíaca y las alteraciones posteriores en el gasto cardíaco, demostraron una correlación directa entre el gasto cardíaco y el flujo sistólico carotídeo de 0,67 con un valor de $P < 0,001$. También encontramos una correlación positiva de 0,57, con $P < 0,001$ del flujo carotídeo total y el gasto cardíaco se podían traducir directamente en variaciones en el flujo sanguíneo carotídeo. Esto respaldaría la posibilidad de utilizar el flujo carotídeo como sustituto del gasto cardíaco.(8)

Cheong et al. evaluaron la integral de velocidad tiempo del flujo sistodiastólico carotídeo y la integral de velocidad tiempo del flujo sistólico a nivel de la fosa supraclavicular izquierda, en comparación con la integral velocidad tiempo del tracto de salida del ventrículo izquierdo obtenido por ecocardiografía transtorácica. El coeficiente de correlación de Spearman entre TSVI VTI y CS VTI fue 0,81 (IC 95% 0,67-0,89) y entre TSVI VTI y CSD VTI fue 0,89 (IC 95% 0,81-0,94). El análisis del método Bland-Altman del VTI del TSVI de ventana apical de 5 cámaras en comparación con el VTI del CSD mostró un sesgo de $-0,2$ (IC del 95 %: $-0,82$ a $0,43$), con un intervalo de concordancia entre $-4,2$ (IC del 95 %: $-5,2$ a $0,43$). $-3,1$ y $3,8$ cm (IC del 95%: $2,7$ a $4,9$). El error porcentual fue del 37,9%. Casi el 100% de los valores estuvieron dentro de los límites de concordancia y no se observó ninguna tendencia de sesgo en todo el espectro de variables medias. Llegando a la conclusión de que aunque la VTI CSD no podría ser intercambiable con la VTI TSVI, podría considerarse como su sustituto (4).

En otro ensayo de Cheong et al. encontraron un área bajo la curva ROC para un cambio en la integral velocidad tiempo del flujo carotídeo durante la prueba de elevación pasiva de piernas fue de 0,869 (IC del 95%: 0,743–0,947), y que un aumento de al menos el 11% en la integral velocidad tiempo del flujo carotídeo con la elevación pasiva de miembros predijo la capacidad de respuesta a los líquidos con una sensibilidad del 77,3% (IC del 95%: 54,6–92,2%) y una especificidad del 78,6% (IC del 95%: 59–91,7%). El valor predictivo positivo fue del 73,9% (IC 95% 57,4 85,6%) y el valor predictivo negativo fue del 81,5% (IC 95% 66,5 90,7%).(10)

La revisión hecha por Kenny evidencia que se describe matemáticamente la relación de la integral velocidad tiempo de una arteria periférica con el del tracto de salida del ventrículo izquierdo, teniendo en cuenta que debe ser

capturada en fosa supraclavicular para "mirar hacia abajo" a la arteria carótida común izquierda desde su bifurcación fuera del arco aórtico, de modo que el ángulo de insonación sea cero.(12,13)

Beier et al. realizaron una revisión sistemática donde evaluaron las diferentes medidas del Doppler carotideo para predecir respuesta a volumen, que incluían el tiempo de flujo sistólico, el diámetro de la arteria carótida, la velocidad de la arteria carótida y el volumen del flujo sanguíneo carotídeo , y con maniobras que incluían la administración de líquido endovenosos y la elevación pasiva de piernas, siendo comparadas con la medición de gasto cardíaco por arteria de catéter pulmonar, por ecocardiografía y la variabilidad de presión de pulso. Concluyeron que La medida mejor definida y respaldada actualmente es el cambio de la velocidad de flujo carotideo con la respiración, con puntos de corte que van del 9% al 14% y con áreas bajo las curvas ROC de 0,81 a 0,91, sensibilidades de 73% a 86% y especificidades de 78% a 86%.(7)

Recientemente Lipszyc et al. publicón un metanálisis actualizado donde encontró que el cambio en la velocidad máxima del Doppler carotídeo arrojó una sensibilidad de 0,79 (intervalo de confianza [IC] del 95 %, 0,74–0,84) y una especificidad de 0,85 (IC del 95 %, 0,76–0,90) para la predicción de respuesta a volumen sin embargo con una alta heterogeneidad en el diseño de estudios. (6)

2.2 Bases teóricas

En el contexto del shock séptico, las estrategias de resucitación con fluidos desempeñan un papel crucial en el manejo inicial del paciente.(14) El objetivo principal de estas estrategias es optimizar la perfusión tisular y restaurar el equilibrio hemodinámico. (15) Se utilizan diferentes tipos de fluidos, como

cristaloides y coloides, para restablecer el volumen intravascular y mejorar la presión arterial.(16) Sin embargo, es importante tener en cuenta que la administración adecuada de fluidos debe basarse en la evaluación individualizada de cada paciente y en la monitorización de parámetros hemodinámicos. Además, se deben considerar las características clínicas del paciente, como la presencia de comorbilidades y la respuesta previa a la resucitación con fluidos. En general, las estrategias de resucitación con fluidos deben ser agresivas pero controladas, evitando tanto la sobrecarga de líquidos como la hipoperfusión.(1)

Marik et al. han realizado diversas investigaciones relacionadas con la administración de fluidos en pacientes críticos. Una de las contribuciones más conocidas es el enfoque sobre el tratamiento de la sepsis, conocido como la "terapia de fluidos restrictiva". (16) La administración excesiva de fluidos en pacientes con sepsis puede llevar a complicaciones como edema intersticial y empeoramiento del flujo microvascular, así un mayor riesgo de mortalidad. En lugar de seguir el enfoque tradicional de administrar grandes cantidades de líquidos, se ha propuesto una estrategia más conservadora y personalizada basada en la respuesta individual del paciente a los fluidos.(14,15)

La personalización del manejo de fluidos basada en índices hemodinámicos específicos de cada paciente es fundamental para mejorar los resultados, sin embargo, aún no se ha establecido el tipo, la cantidad y la estrategia óptima de resucitación de fluidos. (15) En general, la administración de líquidos tiene como objetivo aumentar el gasto cardíaco, suponiendo que esto mejorará la perfusión tisular y luego la respiración celular y el metabolismo celular (5). Pero ya que desde los años 80, se descubrió que aproximadamente el 50% de los pacientes no mostraban cambios en el gasto cardíaco tras la administración

de fluidos, se reconoció la necesidad de predecir la respuesta a los fluidos antes de su administración para evitar la administración excesiva o insuficiente.(1)

Existen diferentes estrategias para la evaluación de la respuesta a fluidos las cuales se han clasificado en índices hemodinámicos estáticos y dinámicos (1,16)

Los marcadores hemodinámico estáticos, fueron los primeros establecidos históricamente en evaluar la precarga en un momento dado durante el ciclo cardiaco, mediante la medición de presiones, como la presión venosa central, la presión de oclusión de la arteria pulmonar por catéter venoso central o de arterial pulmonar respectivamente; y volúmenes el área al final de la diástole del ventrículo izquierdo o el volumen diastólico global.(16) Si bien se popularizó el uso de la PVC como una herramienta de predicción de respuesta a fluidos, tiene una amplia zona gris entre los valores de 8 - 15 mmHg; y se ha demostrado que los índices de precarga estática tienen una capacidad predictiva limitada para determinar la respuesta de fluidos.(5)

Se pasó de utilizar marcadores estáticos de precarga cardíaca a un enfoque dinámico que evalúa la respuesta a los fluidos mediante maniobras que alteran temporalmente la precarga cardíaca(1) Las pruebas dinámicas, son métodos que se basan en la interacción cardiopulmonar durante la ventilación mecánica y pueden ofrecer una mejor predicción de la capacidad de respuesta a los fluidos en los pacientes. Entre las variables dinámicas más destacadas se encuentran la variación del volumen sistólico (SVV, por sus siglas en inglés) y la variación de la presión del pulso (PPV, por sus siglas en inglés), que han mostrado una mejor capacidad predictiva que los índices estáticos tradicionales como la presión venosa central y la presión de oclusión de la arteria pulmonar. Estas pruebas asumen que, durante la ventilación mecánica, las variaciones en

el retorno venoso y por consiguiente en el volumen de latido del corazón podrían predecir cómo un paciente responderá a la administración de fluidos. Para maximizar el valor predictivo de las variables dinámicas como la SVV y la PPV, deben cumplirse varias condiciones, como que el paciente se encuentre en ventilación mecánica en modo controlado, sin respiraciones espontáneas, con ritmo cardíaco regular, y con un volumen tidal adecuado. Es importante destacar que mientras más cumplidas estén estas condiciones, mayor será la fiabilidad de las pruebas dinámicas para predecir la respuesta a los fluidos. Sin embargo, estas condiciones pueden ser modificadas (por ejemplo, incrementando temporalmente el volumen tidal en pacientes bajo ventilación protectora del pulmón o utilizando marcapaso en caso de fibrilación auricular) para adaptarse a las limitaciones y mejorar la capacidad predictiva de estas pruebas.

Aunque las variables dinámicas requieren de ciertas condiciones para su optimización, pueden ser indicativas de la respuesta a los fluidos incluso si no todas estas condiciones se cumplen a cabalidad, pero es crucial tener en cuenta que el valor predictivo podría disminuir. Por ejemplo, si la SVV es extremadamente alta o baja (mayor al 20% o menor al 5%) en un paciente que respira espontáneamente, es probable que esto indique una respuesta a los fluidos.

Se ha demostrado que los índices dinámicos muestra una adecuada correlación para predecir la respuesta a volumen, esto también depende de ciertas condiciones ideales para aumentar su valor predictivo, por mencionar algunas: ritmo cardíaco regular, ventilación mecánica controlada con volúmenes corrientes de al menos 8 ml/kg de peso corporal previsto, sin respiraciones espontáneas, tórax cerrado, sin dispositivos de asistencia mecánica que generen cambios en la forma de onda de la presión arterial como asistencia ventricular,

balón de contrapulsación o circulación por membrana extracorpórea, no existir hipertensión abdominal, entre otros.(5,16) Por otro lado, es de considera que hay una zona gris de punto de corte de estas variables que se encuentra entre el 8 al 15 %.(2) A pesar de todo esto siguen los índices dinámicos de respuesta a volumen, siguen siendo al momento las pruebas con mejor evidencia estadística para predecir la respuesta a volumen. (5)

La posición de la función cardiaca en la curva de Frank-Starling, se realiza mediante las pruebas hemodinámicas funcionales, que requieren medir la presencia o no de variación del gasto cardiaco, antes y después de cada prueba.(1,5,16) Estas se dividen en la prueba por reto de fluidos; y las pruebas dinámicas. Las primera evidentemente comprenden el empleo de fluidos endovenosos, requiriendo administrar aproximadamente 500 ml o 6 a 8 ml/kg de un bolo de líquido endovenoso durante aproximadamente 10 a 30 minutos; mientras que, el gasto cardíaco se mide antes y después del bolo de líquidos y si hay un aumento de al menos el 10%, se identifica al paciente como respondedor de líquido.(16) Lamentablemente en el contexto clínico donde la medición continua y repetida de variables fisiológicas es la actividad *sine qua non* de la medicina intensiva, el riesgo de sobrecarga hídrica por la mediciones continuas bajo este método expresa resultados adversos ya mencionados(5). Una alternativa con significancia estadística es el mini-reto de fluidos que consiste en la infusión de una pequeña cantidad de fluido, específicamente 100–150 mL, durante un período de hasta 10 minutos. A diferencia del "reto de fluidos" estándar, que busca un incremento del 10% en el gasto cardíaco para determinar la respuesta al fluido, el mini reto de fluidos busca un cambio más pequeño en el gasto cardíaco, del 5%. Este enfoque tiene un buen valor predictivo para determinar la respuesta de un paciente a los fluidos, según se ha documentado.(16)

Por otro lado, las pruebas dinámicas alteran el volumen de precarga, sin la necesidad de administración de fluidos, estas son la prueba de elevación pasiva de piernas (PLR, por sus siglas en ingles) y la prueba de oclusión del final de la espiración (EEOT, por sus siglas en ingles). La primera intervención consiste en elevar las piernas del paciente pasivamente durante aproximadamente 5 minutos, lo que conduce a una autotransfusión de aproximadamente 500 mL desde el volumen de sangre venosa periférica hacia la circulación central. Se busca un aumento del gasto cardíaco de al menos el 10% tras la intervención. La maniobra de elevación pasiva de miembros tiene los beneficios de no ser invasivo, es económico, es aplicable en pacientes que respiran espontáneamente y con ritmos cardíacos irregulares; y que además ofrece un categórico valor predictivo para la respuesta a fluidos. La Prueba de Oclusión del Final de la Espiración se realiza como la medición de PEEP autoimpuesta, utilizando la función de retención de la espiración del ventilador. La retención se mantiene durante 15–30 segundos, lo que provoca una caída en la presión intratorácica, permitiendo un aumento del retorno venoso y un bolo de sangre al corazón. Si ambos ventrículos responden a los fluidos, el gasto cardíaco aumentará brevemente. Pero por su corta duración, es necesaria una técnica de monitorización continua del gasto cardíaco.

Es entonces evidente que es necesario la medición del gasto cardiaco no solo para medir la variación del volumen sistólico, sino también el acople con las pruebas de dinámicas de la evaluación de respuesta a fluidos. Tradicionalmente se puede medir mediante termodilución, siendo necesario métodos cruentos, que toman tiempo y que no están exentos de complicación como el empleo de un catéter de arteria pulmonar, sin embargo, es la técnica más exacta de medida de gasto cardiaca de disponibilidad médica a la fecha. Por otro lado se pueden emplear como método no invasivo la medición de gasto cardiaco por ecografía transtorácica(17).

La medición del gasto cardíaco (CO) y de variables relacionadas, como el índice cardíaco (CI), el volumen sistólico (SV), el índice de volumen sistólico (SVI), y la integral de tiempo de velocidad (VTI), se relaciona significativamente con un mejor rendimiento de la prueba de elevación pasiva de las piernas (PLR) y la prueba de oclusión al final de la espiración (EEOT). Por otro lado, el uso de sustitutos del gasto cardíaco, como la variación de la presión del pulso (PPV), la variación del volumen sistólico (SVV), y la presión del pulso (PP), disminuye el rendimiento. Este fenómeno puede deberse a la relación entre los sustitutos del gasto cardíaco y otras variables fisiológicas, como la presión de pulso, que está vinculadas a la conformidad arterial, la impedancia y la reflexión de ondas.(18) Las estimaciones directas del flujo sanguíneo macrovascular, tales como el gasto cardíaco, el flujo arterial, el volumen sistólico y la integral velocidad tiempo se asociaron a un mejor desempeño operativo, lo cual contrasta con el uso de mediciones sustitutas del gasto cardíaco, como la presión de pulso, la variación de volumen sistólico y la variación de presión de pulso, que disminuyen el rendimiento de la pruebas dinámica de respuesta a volumen (5)

La variación de presión de pulso (PPV) es un método sencillo para cuantificar la disminución de la presión arterial sistólica inducida por la disminución inspiratoria de precarga bajo ventilación mecánica, su valor absoluto debe ser mayor o igual al 15% para ser considerada clínicamente significativa(5). Este índice es considerado el indicador de la receptividad de la precarga con el más alto nivel de evidencia.(2,5) Sin embargo, el está limitado porque no pueden emplearse en muchas condiciones clínicas, que incluye: baja relación frecuencia cardíaca/frecuencia respiratoria, latidos cardíacos irregulares, ventilación mecánica con volumen tidal bajo, presión abdominal aumentada, tórax abierto y respiración espontánea.(6,16) Es importante destacar que, aunque PPV se mide de forma automática, está ampliamente disponible (ya sea mediante presión arterial invasiva o no invasiva),y no requiere de maniobras

específicas para su medición, no puede utilizarse en muchos pacientes debido a factores de confusión. Además, se pueden producir falsos positivos en casos de arritmias cardíacas, actividad de respiración espontánea y posiblemente, insuficiencia ventricular derecha. Los falsos negativos ocurren en caso de bajo volumen tidal, baja compliance pulmonar y presión intraabdominal alta.(5)

Además, los cambios en la complacencia arterial durante el shock séptico afectan significativamente la precisión en la estimación del gasto cardíaco. Estas alteraciones se deben a las profundas variaciones en el tono vascular que ocurren durante el shock séptico, que no son uniformes en todo el lecho arterial. Debido a estas variaciones, las estimaciones del gasto cardíaco basadas en medidas de la presión arterial periférica pueden resultar inexactas. Este problema radica en la premisa de que los cambios en la morfología de la onda de presión arterial reflejan modificaciones en el flujo sanguíneo y en el tono vasomotor central. Sin embargo, en el contexto del shock séptico, se observan cambios profundos y no uniformes en el tono vascular a lo largo de la red arterial, lo que puede conducir a una evaluación imprecisa de la respuesta al fluido y, por ende, a una gestión inadecuada de fluidos y vasopresores en los pacientes.(18)

Es así que actualmente llega el interés por el empleo de la ecografía como un instrumento de evaluación hemodinámica del paciente crítico. Los métodos ecocardiográficos para predecir la capacidad de respuesta a fluidos incluyen la evaluación de la colapsabilidad de la vena cava inferior (IVC), la colapsabilidad de la vena cava superior (SVC) y las variaciones respiratorias en la velocidad del flujo sanguíneo aórtico. (19). Sin embargo, varios estudios y metanálisis han informado que la confiabilidad de las variaciones en el diámetro de la vena cava es bastante baja, esto se debe en parte a que las variaciones en la vena cava no dependen únicamente del estado de respuesta a la precarga; y hay múltiples

factores en juego; En el caso de la vena cava inferior, aunque su presión intramural (presión venosa central) varía más en amplitud en caso de respuesta a la precarga, este no es el único determinante. También influyen la distensibilidad de la vena cava, que se supone que es mayor en casos de hipovolemia, así como la presión extramural (presión intraabdominal) y sus variaciones respiratorias resultantes de la transmisión toracoabdominal de la presión intratorácica.(2)

Las variaciones del flujo sanguíneo aórtico medidas por ecografía y bajo la maniobra de elevación pasiva de miembros, han demostrado un alto valor predictivo en las pruebas de respuesta a fluidos, las variaciones respiratorias en la velocidad del flujo sanguíneo aórtico se refieren al cambio en la velocidad del flujo sanguíneo en la aorta descendente durante un ciclo respiratorio. Este parámetro se considera un método mínimamente invasivo para medir el flujo sanguíneo en el uso de la monitorización Doppler transesofágica con una sensibilidad de 1 y una especificidad de 0.89, dado que una proporción relativamente fija del flujo total viaja por la aorta torácica descendente, se considera que este flujo es una estimación confiable del gasto cardíaco y su variación.(19)

Entre las opciones no invasivas disponibles para medir el gasto cardíaco se encuentra la ecocardiografía, siendo las mediciones ecocardiográficas de volumen sistólico y gasto cardíaco, pruebas con una concordancia similar a la de la técnica de termodilución, que es el estándar de oro para la monitorización del gasto cardíaco(20)

El método más ampliamente aceptado para medir el gasto cardíaco mediante ecocardiografía es la medida de la integral de velocidad-tiempo (VTI), que es la distancia recorrida de la sangre durante la sístole (cm) combinada con el área

de la sección transversal del TSVI (cm²)(13) Una variabilidad del VTI del TSVI >10% en pacientes con respiración espontánea y >15% en pacientes con ventilación mecánica predice la respuesta de los líquidos a la expansión del volumen(17). Sin embargo una de las mayores limitantes para su valoración es la inadecuada ventana ecográfica que puede presentarse en escenarios como cirugía torácica, hiperinsuflación pulmonar, obesidad y abundante tejido mamario(4).

En respuesta, entre las numerosas técnicas propuestas para predecir la capacidad de respuesta a los líquidos, la ecografía carotídea es la técnica más novedosa, no es invasiva, y requiere menor capacidad técnica y curva de aprendizaje que la evaluación del tracto de salida del ventrículo izquierdo (7), y ha demostrado una concordancia intra e Inter observador aceptable.(6,7) Los inconvenientes de la ecografía carotídea para la evaluación del volumen incluyen cirugía de la región, patología del vaso carotídeo, como estenosis de alto grado, arritmias, y deterioro de la autorregulación cerebral.(4)

El flujo carotídeo puede proporcionar información valiosa sobre el estado hemodinámico del paciente, se demostró una correlación directa entre el gasto cardíaco y el flujo sanguíneo carotideo en pacientes sanos, en donde la variación en la precarga cardíaca se refleja en cambios en el flujo sanguíneo carotídeo.(8). Se han realizado varios estudios que analizaron una variedad de medidas carotídeas, que incluyeron el tiempo de flujo sistólico (que es el tiempo que el ciclo cardíaco pasa en sístole), el diámetro de la arteria carótida, la velocidad de la arteria carótida y el volumen del flujo sanguíneo carotídeo. (7)

La investigación realizada por Cheong y colegas se centró en una novedosa metodología para medir la velocidad máxima de la integral de tiempo (VTIMAX-CA) en la arteria carótida común izquierda, y cómo esta se relaciona

con la integral de tiempo de velocidad (VTILVOT) en el tracto de salida del ventrículo izquierdo. Se realizaron mediciones absolutas de VTI en centímetros en pacientes críticamente enfermos que, aunque estaban relativamente estables, no parecían estar bajo la influencia de medicamentos vasoactivos y tenían una función cardíaca normal. Durante esta investigación no se realizaron maniobras dinámicas, descubrieron que había una relación más fuerte entre el VTIMAX-CA total (es decir, la suma de las partes sistólica y diastólica) y el VTILVOT, en comparación con la relación entre solo la parte sistólica del VTIMAX-CA y el VTILVOT. Lo más notable fue la casi igualdad en valor absoluto entre el VTIMAX-CA y el VTILVOT. Según su ecuación de regresión, el VTIMAX-CA sobreestimaba el VTILVOT en menos del 10%. Este hallazgo llevó a una reflexión sobre los posibles límites de su enfoque.(4,10)

Un punto clave que se destaca en la investigación es el concepto de la relación máximo-centroide. En condiciones ideales dentro de vasos, como el tracto de salida del ventrículo izquierdo (LVOT, por sus siglas en inglés) y la aorta ascendente, donde se da un flujo "en tapón", la velocidad máxima y la velocidad centroide casi coinciden, dando una relación de aproximadamente 1.0. Sin embargo, en condiciones de "flujo parabólico", como se puede encontrar en vasos más pequeños, la velocidad máxima puede ser el doble de la velocidad centroide. El perfil de velocidad en la arteria carótida común se describe como "parabólico atenuado", con una relación máximo-centroide entre 1.0 y 2.0, y observaciones en voluntarios sanos en reposo indican que esta relación se encuentra entre 1.5 y 1.7 a lo largo del ciclo cardíaco.(13)

La investigación sugiere que al insonar la arteria carótida común izquierda desde la fosa supraclavicular y cerca de la bifurcación de la arteria carótida común izquierda desde el arco aórtico, el perfil de velocidad podría haberse aproximado más a un perfil de "flujo en tapón", lo que habría hecho que el

VTIMAX-CA se acercara más en valor absoluto al VTILVOT. Esto se debe a la alteración del perfil de velocidad asociada con la bifurcación y la longitud de entrada de la arteria carótida.(4) Por último, el estudio señala que el empleo de mediciones VTIMAX-CA sin considerar intervenciones hemodinámicas podría no reflejar cabalmente los cambios en VTILVOT debido a posibles variaciones en ciertas variables como la fracción del volumen sistólico distribuido a una arteria carótida y su área transversal(10)

De todas estas medidas de flujo carotideo, las más comunes fueron el tiempo de flujo corregido y la velocidad pico o cambio en la velocidad pico con la respiración. Se encontró que el cambio en la velocidad pico con la respiración fue la medida más respaldada, con valores de corte óptimos entre 9% y 14%. Aunque el tiempo de flujo corregido también mostró promesa, la heterogeneidad en su medición dificultó establecer un valor de corte definitivo(7) En la literatura se encuentra resultados contradictoria en cuanto a la correlación entre la variabilidad de la CPSV y la variabilidad de LVOT VTI tanto antes como después de la terapia de fluidos (20,21)

Factores clínicos, como la presión positiva al final de la espiración y la dosis de norepinefrina, también afectan la predicción de la respuesta a fluidos.(5)

La evaluación de la respuesta a los fluidos debe considerar no solo la presencia de respuesta a los fluidos, sino también el riesgo de acumulación de fluidos y la intolerancia a los mismos, con el objetivo no solo de aumentar el gasto cardíaco, sino mejorar la oxigenación tisular, lo cual puede no ocurrir de forma constante en los respondedores a los fluidos (1)

2.3 Definiciones conceptuales

- **Sepsis:** Disfunción orgánica con alta probabilidad de mortalidad a consecuencia de una respuesta no regulada de los mecanismos de defensa del huésped a una infección. (14)
- **Shock séptico:** Sepsis en la que las singularidades circulatorias y del metabolismo celular son lo suficientemente deletéreas como para aumentar sustancialmente la mortalidad(14)
- **Respuesta a fluidos:** Incremento del volumen stroke o gasto cardiaco en respuesta a la administración de líquidos endovenosos(16)
- **Elevación pasiva de piernas:** Cambio postural, que transfiere de manera transitoria sangre de las extremidades inferiores y del territorio esplácnico (aproximadamente 300 mL), aumentando la precarga cardíaca.(2)
- **Gasto cardiaco:** Volumen de sangre que el corazón transfiere en cada ciclo cardiaco a la circulación en el periodo de un minuto.(22)
- **Termodilución transpulmonar:** Técnica que emplea la variación de temperatura sanguínea detectada en la arteria pulmonar, al administrar solución salina inyectada por la aurícula derecha que produce un cambio de resistencia y voltaje en el aparataje del catéter de swan-ganz de donde se obtiene una curva de tiempo-temperatura a partir de la cual se calcula el gasto cardiaco empleando la ecuación de Stewart-Hamilton. (22)
- **Variabilidad de la velocidad máxima del flujo carotídeo:** Cálculo que aprovecha la interacción corazón-pulmón en pacientes bajo ventilación mecánica, que permite obtener un porcentaje que refleja la variación de la velocidad sistólica máxima sistólica del flujo carotideo promedio de tres ciclos respiratorios al aumento de precarga, mediante la elevación pasiva de miembros inferiores.(20)

2.4 Hipótesis

La variación de la velocidad máxima del Doppler carotideo tiene la misma validez diagnóstica para predecir la respuesta a fluidos mediante la maniobra de elevación pasiva de miembros comparada con la variación de gasto cardiaco medida por termodilución pulmonar en pacientes hospitalizados con shock séptico en la UCI del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins de Junio a Agosto del 2024

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de estudio

Prospectivo, observacional, analítico de pruebas diagnósticas, cuantitativo y de estadística inferencial.

3.2 Diseño de investigación

Será prospectivo, debido a que tomará datos de meses posteriores junio-agosto 2024; observacional porque no habrá manipulación de variables a través de alguna intervención que difiera del juicio clínico del médico tratante; analítico, puesto que demostrará la asociación entre el valor pronóstico de una herramienta de evaluación clínica fisiológica (Variabilidad Máxima del Doppler Pulsado) y el efecto clínico (respuesta a volumen); cuantitativa ya que empleará datos numéricos para el análisis estadístico; y será de estadística inferencial, ya que se aplicará las pruebas de chi-cuadrado, OR y curvas ROC.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población:

El universo estará compuesto por la totalidad de los casos con diagnóstico de shock séptico que serán ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins en el período junio – agosto de 2024.

Para determinar el tamaño de muestra se empleará el muestreo no probabilístico por conveniencia de acuerdo a los siguientes criterios de inclusión

Criterios de inclusión.

- Pacientes mayores de 18 años
- Pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos con diagnóstico de Shock Séptico de acuerdo al Tercer Consenso para la definición de Sepsis y Shock Séptico (Sepsis-3) del 2016
- Pacientes bajo ventilación mecánica invasiva
- Pacientes portadores de catéter de arteria pulmonar

Criterios de exclusión.

- Pacientes en el perioperatorio de cirugía cardíaca
- Embarazadas
- Presencia de prótesis o enfermedad valvular aórtica
- Presencia de enfermedad carotídea
- Enfermedad renal crónica en hemodiálisis.
- Pacientes con dispositivo de asistencia ventricular o bajo soporte con membrana de circulación extracorpórea.

3.3.2 Tamaño de la muestra

Todo el universo

3.3.3 Selección de la muestra

No probabilísticos por conveniencia

3.4 Operacionalización de variables ☒

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	TIPO DE VARIABLE RELACION Y NATURALEZA	CATEGORÍA O UNIDAD
Edad	Cantidad de años del paciente al momento de su ingreso a UCI	Cantidad de años obtenidos de la historia clínica	Razón Discreta	Independiente Cuantitativa	Años cumplidos
Sexo	Género biológico	Género biológico procedente de la historia clínica	Nominal Dicotómica	Independiente Cualitativa	0= Femenino 1= Masculino
Sepsis	Disfunción orgánica probablemente mortal debido a una respuesta mal regulada a la infección.(14)	Puntaje SOFA ≥ 2 puntos(14)	Ordinal Dicotómica	Independiente Cualitativa	0=No 1=Si
Puntaje SOFA	Sistema de medición de falla de seis disfunciones orgánicas(14)	Puntaje obtenido de la sumatoria de los criterios PaO ₂ /FiO ₂ , plaquetas, bilirrubinas, hipotensión, escala de coma de Glasgow y creatinina(14)	Razón Discreta	Independiente Cuantitativa	0-24

Shock Séptico	Sepsis en la que las singularidades circulatorias y del metabolismo celular son lo suficientemente deletéreas como para aumentar sustancialmente la mortalidad(14)	Sepsis que requiriere vasopresores para mantener una > PAM de 65 mm Hg y un nivel de lactato sérico <2 mmol/L pese a una reanimación con volumen adecuado(14)	Ordinal Dicotómica	Independiente Cualitativa	0=No 1=Si
Respuesta a fluidos	Incremento del volumen stroke o gasto cardiaco en respuesta a la administración de líquidos endovenosos(2,6)	Aumento del Gasto Cardiaco en un 10% medido por termodilución transpulmonar tras una maniobra de elevación pasiva de miembros en pacientes bajo ventilación mecánica(2,23)	Ordinal Dicotómica	Independiente Cualitativa	0=No 1=Si
Gasto Cardiaco	Volumen de sangre bombeado por minuto por cada ventrículo(15)	Medición obtenida a partir de termodilución transpulmonar por catéter de arteria pulmonar(22)	Razón Continua	Independiente Cuantitativa	Litros por minuto
Variabilidad de la velocidad máxima sistólica del doppler carotideo	Porcentaje de variacion de la velocidad maxima del flujo sanguineo sistólico obtenido por ecografia doppler de la arteria carotida común(7)	Porcentaje de variación de la velocidad de flujo máxima más alta y la velocidad de flujo máxima más baja del Doppler carotideo de 10 latidos consecutivos.(24)	Razón Continua	Independiente Cuantitativa	Porcentaje=%

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Para recabar la información de las historias clínicas, se utilizará una ficha de recolección de la información electrónica realizada en Formulario de Google (ver anexos).
- Para medir el gasto cardiaco se utilizará la técnica de termodilución pulmonar a través de un catéter de arteria pulmonar
- Para medir la variabilidad de la velocidad máxima sistólica del flujo Doppler carotideo, se utilizará la ecografía Doppler pulsado

3.6 Procesamiento y plan de análisis de datos

Para el procesamiento de datos se utilizará la última versión del software IBM SPSS. Luego de ingresar los datos de cada variable, estas se presentarán bajo medidas de tendencia central y de dispersión según correspondan la variables cuantitativas y cualitativas respectivamente. La distribución de las variables cuantitativas se evaluará analíticamente con la prueba de Shapiro-Wilks. La asociación de variables cuantitativas y cualitativas serán evaluadas con las pruebas de T student y Chi² respectivamente. Se utilizará la prueba t pareada y de Wilcoxon para comparar los datos antes y después a la maniobra de elevación de pasiva de miembros. Se construirán un área bajo la curva ROC usando la prueba de Hanley-McNeil para determinar el punto de corte para la mejor sensibilidad y especificidad para el porcentaje de cambio en la variabilidad de velocidad máxima del flujo carotídeo con elevación pasiva de miembro para identificar a los pacientes con respuesta a líquidos teniendo como gold estándar al aumento de gasto cardiaco medido por termodilucion pulmonar, todos los resultados de cada análisis mencionado, serán aceptados como significativamente diferentes al obtener un valor $p < 0,05$.

3.7 Aspectos éticos

El estudio contará con los permisos respectivos de los Comités de Ética de la Universidad Ricardo Palma y del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins; y contará con el debido consentimiento de los familiares, respetado los principios éticos de la declaración de Helsinki.

IV. RECURSOS Y CRONOGRAMA

4.1 Recursos

Los recursos serán autofinanciados por el autor, siendo necesario la impresión de fichas de recolección de datos, bolígrafos, y la asesoría metodológica.

4.2 Cronograma

ITEM	ETAPAS	2024							
		M	A	M	J	J	A	S	N
1	Revisión bibliográfica	X	X						
2	Elaboración proyecto		X	X					
3	Presentación del proyecto		X						
4	Trabajo de campo y captación de información				X	X	X		
5	Procesamiento de datos						X	X	
6	Análisis e interpretación de datos							X	
7	Elaboración del informe							X	X
8	Presentación del informe								X

4.3 Presupuesto

RECURSOS MATERIALES				
Cantidad	Unidad de medida	Descripción	Precio unitario (S/.)	Costo total (S/.)
1	Paquete	Papel Bond A4 de 500 hojas	14	14
3	Unidad	Archivador	12	36
3	Unidad	Tinta de impresora	20	60
Subtotal				100

SERVICIOS				
Cantidad	Descripción	Precio Unitario (S/.)	Costo (S/.)	Total
3	Empastados	40	120	
1	Asesor estadístico	200	200	
Subtotal			320	
TOTAL (S/.)			420	

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
<p>¿La variación de la velocidad máxima del Doppler carotideo puede predecir la respuesta a fluidos mediante la maniobra de elevación pasiva de miembros comparada con la variación de gasto cardiaco medida por termodilución pulmonar en pacientes hospitalizados con shock séptico en la UCI del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins de Junio a Agosto del 2024?</p>	<p>Objetivo general Comparar la variación de la velocidad máxima del Doppler carotideo con la variación de gasto cardiaco medida por termodilución pulmonar para predecir la respuesta a fluidos mediante la maniobra de elevación pasiva de miembros en pacientes hospitalizados con shock séptico en la UCI del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins de Junio a Agosto del 2024</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar la prevalencia de pacientes con shock séptico - Determinar la prevalencia de pacientes con respuesta a volumen mediante la maniobra de elevación pasiva de miembros y el aumento de gasto cardiaco por termodilución pulmonar. - Determinar la prevalencia de pacientes con respuesta a volumen mediante la maniobra de elevación pasiva de miembros y la variación de velocidad máxima de doppler carotideo. - Demostrar la presencia de asociación estadísticamente significativa entre la variación de la velocidad máxima de Doppler carotideo y la variación de gasto cardiaco medido por termodilución para predecir la respuesta a fluidos mediante la maniobra de elevación pasiva de miembro en pacientes con shock séptico. 	<p>La variación de la velocidad máxima del Doppler carotideo tiene validez similar al gasto cardiaco por termodilución pulmonar para predecir la respuesta a fluidos mediante la maniobra de elevación pasiva de miembros</p>

VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p>VARIABLE 1: RESPUESTA A VOLUMEN</p> <p>VARIABLE 2: GASTO CARDIACO POR TERMODILUCIÓN TRANSPULMONAR</p> <p>VARIABLE 3: VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD MÁXIMA DE FLUJO DOPPLER CAROTÍDEO</p>	<p>Estudio analítico prospectivo de pruebas diagnósticas</p>	<p>Muestra por conveniencia compuesta por todo el universo en el periodo establecido</p>

ANEXO N°2 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN GOOGLE FORMS

Ficha de Recolección de Datos

Número de Historia Clínica *

Tu respuesta

Edad *

Tu respuesta

Sexo *

Masculino

Femenino

Gasto Cardíaco por Termodilución Transpulmonar - Previo a la prueba de elevación pasiva de miembros *

Tu respuesta

Gasto Cardíaco por Termodilución Transpulmonar - Posterior a la prueba de elevación pasiva de miembros *

Tu respuesta

Ficha de Recolección de Datos

Gasto Cardíaco por Termodilución Transpulmonar - Previo a la prueba de elevación pasiva de miembros *

Tu respuesta _____

Gasto Cardíaco por Termodilución Transpulmonar - Posterior a la prueba de elevación pasiva de miembros *

Tu respuesta _____

Variación de la velocidad máxima del flujo carotídeo - Previo a la prueba de elevación pasiva de miembros *

Tu respuesta _____

Variación de la velocidad máxima del flujo carotídeo - Posterior a la prueba de elevación pasiva de miembros *

Tu respuesta _____

ANEXO N°3 CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo,, deaños de edad, manifiesto tener claro que los datos extraídos de la historia clínica de mi familiar, serán utilizados bajo mi consentimiento, con el único propósito de realizar un trabajo de investigación observacional de pruebas diagnósticas, en donde no habrá ninguna intervención o manejo diferente al habitual del que decida su médico tratante y po el cual demás paciente en las mismas condiciones puedan recibir. Así mismo, declaro estar consiente que solicito el derecho de anonimato para mi paciente y mi persona, respetando su integridad y privacidad.

Firma:

Documento de Identidad:

Limas, de del 2024

ANEXO N°4 SOLICITUD DE PERMISO INSTITUCIONAL

Lima, 24 de abril del 2024

Jefe De la Unidad de Capacitación Docencia e Investigación
Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins
Presente.-

De mi especial consideración:

Me es grato dirigirme a Ud. para saludarlo, y a su vez solicitar el permiso institucional para realizar el trabajo de investigación titulado “Variabilidad de la velocidad Máxima del Doppler carotideo como predictor de Respuesta a Volumen mediante la Maniobra de Elevación Pasiva de Miembros en Pacientes con Shock Séptico de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati Martins en el Periodo Junio – Agosto 2024”, para que su despacho y el comité de ética tengan a bien revisar el protocolo para su futura ejecución.

Este es un estudio prospectivo, analítico, observacional de pruebas diagnóstica; que será ejecutado bajo los principios éticos mencionados en la declaración de Helsinki, y contará con el consentimiento del familiar directo de cada uno de los participantes en el estudio.

Sin otro particular, me despido cordialmente esperando contar con su aprobación

Atentamente

Shano Alfredo Cuizano Mendocilla
Médico Residente de Tercer año
de la especialidad de Medicina Intensiva
HNERM
DNI: 70452246

BIBLIOGRAFIA

1. Monnet X, Malbrain MLNG, Pinsky MR. The prediction of fluid responsiveness. *Intensive Care Med.* enero de 2023;49(1):83-6.
2. Monnet X, Shi R, Teboul JL. Prediction of fluid responsiveness. What's new? *Ann Intensive Care.* diciembre de 2022;12(1):46.
3. Ma IWY, Caplin JD, Azad A, Wilson C, Fifer MA, Bagchi A, et al. Correlation of carotid blood flow and corrected carotid flow time with invasive cardiac output measurements. *Crit Ultrasound J.* diciembre de 2017;9(1):10.
4. Cheong I, Otero Castro V, Sosa FA, Tort Oribe B, Merlo PM, Tamagnone FM. Carotid flow as a surrogate of the left ventricular stroke volume. *J Clin Monit Comput.* abril de 2023;37(2):661-7.
5. Alvarado Sánchez JI, Caicedo Ruiz JD, Diaztagle Fernández JJ, Cruz Martínez LE, Carreño Hernández FL, Santacruz Herrera CA, et al. Variables influencing the prediction of fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 20 de septiembre de 2023;27(1):361.
6. Lipszyc AC, Walker SCD, Beech AP, Wilding H, Akhlaghi H. Predicting Fluid Responsiveness Using Carotid Ultrasound in Mechanically Ventilated Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Diagnostic Test Accuracy Studies. *Anesth Analg [Internet].* 30 de enero de 2024 [citado 24 de marzo de 2024]; Disponible en: <https://journals.lww.com/10.1213/ANE.00000000000006820>
7. Beier L, Davis J, Esener D, Grant C, Fields JM. Carotid Ultrasound to Predict Fluid Responsiveness: A Systematic Review. *J Ultrasound Med.* octubre de 2020;39(10):1965-76.
8. Sidor M, Premachandra L, Hanna B, Nair N, Misra A. Carotid Flow as a Surrogate for Cardiac Output Measurement in Hemodynamically Stable Participants. *J Intensive Care Med.* julio de 2020;35(7):650-5.
9. Judson Pi, Prabhakar Abhilash K, Pichamuthu K, Chandy G. Evaluation of carotid flow time to assess fluid responsiveness in the emergency department. *J Med Ultrasound.* 2021;29(2):99.
10. Cheong I, Otero Castro V, Sosa FA, Tort Oribe B, Früchtenicht MF, Tamagnone FM, et al. Passive leg raising test using the carotid flow velocity-time integral to predict fluid responsiveness. *J Ultrasound.* 5 de septiembre de 2023;27(1):97-104.
11. Barjaktarevic I, Toppen WE, Hu S, Aquije Montoya E, Ong S, Buhr R, et al. Ultrasound Assessment of the Change in Carotid Corrected Flow Time in Fluid Responsiveness in Undifferentiated Shock. *Crit Care Med.* noviembre de 2018;46(11):e1040-6.
12. Kenny JES. The left ventricular outflow tract and carotid artery velocity

time integrals. *Front Med Technol.* 24 de enero de 2024;6:1320810.

13. Kenny JES. A theoretical foundation for relating the velocity time integrals of the left ventricular outflow tract and common carotid artery. *J Clin Monit Comput.* junio de 2023;37(3):937-9.

14. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar-Hari M, Annane D, Bauer M, et al. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis-3). *JAMA.* 23 de febrero de 2016;315(8):801.

15. Moschopoulos CD, Dimopoulou D, Dimopoulou A, Dimopoulou K, Protopapas K, Zavras N, et al. New Insights into the Fluid Management in Patients with Septic Shock. *Medicina (Mex).* 29 de mayo de 2023;59(6):1047.

16. Enev R, Krastev P, Abedinov F. Prediction of fluid responsiveness: a review. *Biotechnol Biotechnol Equip.* 1 de enero de 2021;35(1):1147-55.

17. Innocenti F, Savinelli C, Coppa A, Tassinari I, Pini R. Integrated ultrasonographic approach to evaluate fluid responsiveness in critically ill patients. *Sci Rep.* 6 de junio de 2023;13(1):9159.

18. Papaioannou V, Papaioannou T. Rethinking Fluid Responsiveness during Septic Shock: Ameliorate Accuracy of Noninvasive Cardiac Output Measurements through Evaluation of Arterial Biomechanical Properties. *J Pers Med.* 5 de enero de 2024;14(1):70.

19. La Via L, Vasile F, Perna F, Zawadka M. Prediction of fluid responsiveness in critical care: Current evidence and future perspective. *Trends Anaesth Crit Care.* febrero de 2024;54:101316.

20. Roy A, Pachisia AV, Govil D, Kn J, Patel S, Harne R, et al. Fluid Responsiveness in Critically Ill Patients Using Carotid Peak Systolic Velocity Variability: A New Frontier. *Cureus [Internet].* 18 de julio de 2023 [citado 24 de marzo de 2024]; Disponible en: <https://www.cureus.com/articles/163638-fluid-responsiveness-in-critically-ill-patients-using-carotid-peak-systolic-velocity-variability-a-new-frontier>

21. Kim DH, Shin S, Kim N, Choi T, Choi SH, Choi YS. Carotid ultrasound measurements for assessing fluid responsiveness in spontaneously breathing patients: corrected flow time and respirophasic variation in blood flow peak velocity. *Br J Anaesth.* septiembre de 2018;121(3):541-9.

22. Carrasco Rueda JM, Gabino Gonzalez GA, Sánchez Cachi JL, Pariona Canchiz RP, Valdivia Gómez AF, Aguirre Zurita ON. Monitoreo hemodinámico invasivo por catéter de arteria pulmonar Swan-Ganz: conceptos y utilidad. *Arch Peru Cardiol Cir Cardiovasc.* 4 de octubre de 2021;2(3):175-86.

23. Monnet X, Teboul JL. Passive leg raising: five rules, not a drop of fluid! *Crit Care.* diciembre de 2015;19(1):18.

24. Van Houte J, De Boer EC, Van Knippenberg L, Suriani I, Meesters MI, Meijs LPB, et al. Evaluating carotid and aortic peak velocity variation as an alternative index for stroke volume and pulse pressure variation: a method comparison study. *WFUMB Ultrasound Open*. junio de 2023;1(1):100001.