



Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Médicas
Carrera de Posgrado de Especialización en Anestesiología

**Comparación entre índice de variabilidad
pletismográfica y Doppler carotídeo para identificar
pacientes respondedores a fluidos**

Alumno: Torrano, Juan Martín¹

Tutor: Llorens, Antonio²

Cotutor: Pérez, Eduardo²

CENTRO FORMADOR: Hospital Provincial del Centenario

AÑO 2025

¹ Médico. Alumno de la Carrera de Posgrado de Especialización en Anestesiología, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Rosario.

² Médico especialista en Anestesiología. Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Rosario.

RESUMEN

La euvolemia en pacientes intubados es importante para su manejo. Como alternativa a las mediciones clásicas invasivas para determinar el volumen sistólico (VS), se planteó la ecografía carotídea. El índice de variabilidad pletismográfica (IVP) es un parámetro ya validado para identificar los requerimientos de fluidos del paciente. Se estudiaron 60 pacientes que se sometieron a anestesia general en cirugía electiva videolaparoscópica en el que se comparó Doppler de la arteria carótida medidos por ultrasonografía con el IVP como predictor de respuesta a fluidos. Los hallazgos de este estudio sugieren una fuerte y significativa correlación entre el IVP y la velocidad de flujo pico de la arteria carótida (ΔV_{peak}) como herramientas dinámicas para predecir la respuesta a la administración de fluidos. A su vez, el tiempo de flujo corregido de la arteria carótida (FTc) mostró limitaciones a la hora de predecir o identificar a un paciente respondedor a fluidos (FR).

PALABRAS CLAVE

Carotid artery; Fluid therapy; Hemodynamic monitoring; Ultrasonography; Pleth variability index.

Arteria carótida; Fluidoterapia; Monitoreo hemodinámico; Ecografía; Índice de variabilidad pletismográfica.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
OBJETIVOS.....	6
MATERIAL Y MÉTODOS	6
RESULTADOS	9
DISCUSIÓN.....	11
CONCLUSIÓN	13
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

INTRODUCCIÓN

La asociación entre la morbilidad y la terapia de fluidos intravenosos (IV) ha sido estudiada y establecida, con aumentos en la mortalidad asociados tanto con volúmenes muy altos como muy bajos de administración de fluidos IV. (1)

El objetivo de la administración de fluidos IV es restaurar y mantener la euvolemia central y la homeostasis electrolítica. Conseguir una terapia de fluidos IV óptima debería mejorar los resultados perioperatorios y es un componente clave en muchos protocolos perioperatorios. Los fluidos IV, como cualquier otra medicación, deberían ser administrados bajo protocolos bien definidos de acuerdo con las necesidades individuales de cada paciente. (2)

La terapia de fluidos IV debería ser administrada a pacientes considerados respondedores (FR, que proviene del término en inglés *Fluid Responder*). Estos se ubican en la pendiente de la curva de volumen sistólico (VS) dependiente de la precarga. La ventilación a presión positiva induce una reducción cíclica de la precarga en el ventrículo izquierdo principalmente por una disminución en el retorno venoso, con un efecto pronunciado en contexto de hipovolemia. Por esto, los FR varían su VS con el ciclo respiratorio y, por consiguiente, varía la presión de pulso – que es la diferencia entre la presión arterial sistólica (PAS) y la diastólica (PAD). (2)

Como alternativa a las mediciones clásicas invasivas para determinar el VS, se plantean diferentes mediciones continuas y no invasivas. El índice de variabilidad pletismográfica (IVP) es el porcentaje de variación de la onda pletismográfica en relación con los ciclos respiratorios en pacientes mecánicamente ventilados. Este índice ha sido indicado como un predictor de la respuesta a la administración de fluidos cuando su valor es mayor o igual a 14 %. (3)

La capacidad del IVP de predecir FR puede ser variable y depende de un número de factores. El esmalte de uñas de color rojo altera la longitud de la onda pletismográfica al interferir con la absorción de la luz del pulsioxímetro. Una cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea en la que no hay volumen sistólico al corazón estar parado. Por último, existen limitaciones tecnológicas propias del sensor que llevan al fabricante a advertir que los datos deben ser considerados en un contexto clínico amplio. (4)

Entre las numerosas técnicas propuestas para predecir FR, la ecografía carotídea es la más nueva y prometedora. Es no invasiva, no requiere de una sonda ancha, es menos compleja técnicamente que la medición del flujo de salida del ventrículo izquierdo. (5)

Dentro de las mediciones carotídeas por ecografía, el tiempo de flujo corregido (FTc) es la duración de eyección del ventrículo izquierdo medido en una curva de pulso sistólico desde el inicio de la pendiente ascendente hasta el inicio de la curva descendente. Esto es corregido por la frecuencia cardíaca (FC) utilizando la fórmula de Wodey.

$$FTc = \text{Tiempo de Flujo} + 1,29 \times (FC - 60). (6)$$

La otra medición ecográfica planteada es la variación respirofásica en la velocidad de flujo pico de la arteria carótida (ΔV_{peak}). Consiste en el cambio en la altura de la pendiente ascendente del pulso carotídeo con las variaciones respiratorias. Se obtienen la velocidad pico sistólicas máxima y mínima de un ciclo respiratorio y se utiliza la siguiente fórmula para calcularla:

$$\Delta V_{\text{peak}} = (\text{velocidad pico máxima} - \text{velocidad pico mínima}) / [\text{velocidad pico máxima} + \text{velocidad pico mínima}] / 2 \times 100. (7)$$

En 2024 se realizó un metaanálisis para evaluar la precisión de la ecografía carotídea como una herramienta predictora de FR que arrojó como resultados una sensibilidad del 79% y especificidad del 85%. Sin embargo, se limitó la generalización de estos resultados por fallas en la heterogeneidad y diseño de los estudios. (4)

El uso del FTc y ΔV_{peak} presentan la ventaja de ser no invasivos y ser accesibles en un paciente en decúbito dorsal a nivel del cuello. Además, no necesitan una ventilación de alto volumen para la precisión de los resultados. Entre las limitaciones del método ecográfico se incluyen la cirugía en la zona de evaluación, patología vascular carotídea, arritmias y déficit de autorregulación cerebral. (7,8)

Se plantean estas mediciones ecográficas como alternativas al IVP a la hora de identificar FR. Es relevante destacar que se realiza en cirugías electivas para eliminar el contexto de cirugía de urgencia que puede acarrear comorbilidades o la necesidad de adecuar la inducción anestésica por fuera del protocolo. Además, las cirugías videolaparoscópicas requieren de anestesia general y ventilación mecánica, lo que las hacen compatibles para la investigación. Además, el neumoperitoneo que se realiza en este tipo de procedimientos tiene un impacto a nivel de la circulación al disminuir el retorno venoso y, por consiguiente, la precarga cardíaca.

OBJETIVOS

Comparar la ΔV_{peak} y el FTc de la arteria carótida medidos por ecografía con el IVP como predictores de respuesta a fluidos en pacientes mecánicamente ventilados sometidos a anestesia general en cirugías electivas videolaparoscópicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó adelante un estudio de carácter experimental prospectivo, aprobado por el Comité de ética del Hospital Provincial del Centenario. El mismo se realizó en el dicho hospital durante el período de febrero hasta mayo de 2025.

Se invitó a participar a 60 pacientes que, al aceptar, firmaron el correspondiente consentimiento informado y cumplieron con los requisitos presentados a continuación.

Criterios de inclusión:

Edad de 18 a 65 años

Sistema de clasificación de estado físico *American Society of Anesthesiologists* (ASA) I-II

Función cardíaca clase I-II (*New York Heart Association*)

Índice de masa corporal (IMC) de 18 a 30 kg/m²

Cirugía videolaparoscópica.

Ayuno de al menos 6 horas.

Criterios de exclusión:

PAS >180 mmHg

PAD >110 mmHg

Arritmia

Enfermedad valvular cardíaca

Enfermedad vascular periférica
Enfermedad renal crónica
Enfermedad cerebrovascular
Estenosis de arteria carótida >50%
Variación anatómica vascular conocida
Antecedente de cirugía de cuello
Antecedente de traumatismo de cuello
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica severa
Anemia severa (Hb: <8 g/dl)
Hipotensión severa de base (PAS <70 mmHg)
Alergia a cualquier fármaco involucrado en este estudio

En la sala de preanestesia se registraron los datos de cada paciente y se colocó un acceso venoso periférico calibre n° 18 en el miembro superior derecho. Al ingresar a quirófano, se monitorizó con electrocardiograma, presión arterial no invasiva y pulsioximetría con IVP Masimo Rainbow SET® en la plataforma Root®. Se inició infusión intravenosa de Ringer Lactato a 4 ml/kg/h por vía periférica con bomba de infusión volumétrica ICU Medical Plum 360®.

Se realizó la inducción de anestesia general con propofol a 2 mg/kg junto con fentanilo 1,5 ug/kg, remifentanilo a 0,3 ug/kg/min, facilitando la intubación endotraqueal con vecuronio a 0,1 mg/kg. Los pacientes se ventilaron utilizando volumen control con un volumen corriente de 6 ml/kg de peso ideal, 12 ventilaciones/min, relación Inspiración: Espiración 1:2, presión positiva de fin de espiración (PEEP) de 6 cmH₂O con un mantenimiento de presión parcial de dióxido de carbono (PCo₂) de 40 mmHg en la capnometría. Se mantuvo la anestesia con sevoflurane y remifentanilo manteniendo un límite de frecuencia espectral (SEF) mayor a 12 mHz y menor a 15 mHz.

El FTc, ΔV_{peak} y los valores hemodinámicos se registraron 1 minuto después de la intubación endotraqueal (T1).

Se categorizó a los pacientes de acuerdo con su IVP; mayor o igual que 14 % se consideró en el grupo FR, mientras que menor que 14 % se consideró dentro del grupo de los no FR (3).

De acuerdo con el ΔV_{peak} , el punto de corte se situó en igual o mayor a 14 % para el grupo FR (9).

Con respecto al FTc, se agrupó a los flujos iguales o menores a 330 milisegundos como pacientes FR (10).

Luego de la recolección de esta información, se administró una carga de fluidos a 5 ml/kg del peso de Ringer Lactato en 5 minutos. Al terminar la infusión, se volvió a registrar las mismas variables (T2).

Se inició el procedimiento quirúrgico continuando las infusiones de mantenimiento previamente mencionadas y se registraron las variables nuevamente en un tercer tiempo (T3) luego de la estabilización del neumoperitoneo con una presión de 12 mmHg y un flujo de gases de 20 litros por minuto.

La ultrasonografía carotídea se realizó en la arteria carótida común como fue descrita en otros trabajos (6,10). Se utilizó un ecógrafo MX7 de marca Mindray (Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics, Nanshan, China). Los pacientes fueron posicionados en decúbito dorsal con la cabeza inclinada hacia la izquierda, se utilizó un transductor lineal de 6-13 MHz ubicado longitudinalmente en el cuello con el notch apuntando a cefálico. La imagen en modo B del eje largo de la arteria carótida común derecha se obtuvo a nivel del borde inferior del cartílago tiroideo. El medidor de volumen se ubicó en el centro del lumen, aproximadamente 2 cm proximal a la bifurcación carotídea. Con corrección angular, se realizó la medición de curva pulsátil Doppler del flujo por la arteria. Al obtener las imágenes con estabilidad y calidad aceptable, se congeló la imagen para ser medida utilizando la función calibre del ecógrafo.

Se registraron además las siguientes variables tanto en los respondedores y como en los no respondedores: PAS, PAD, PAM y FC.

Todos los datos fueron recolectados en una planilla de recolección de datos, diseñada para tal fin.

Análisis estadístico

Se presenta el promedio acompañado del desvío estándar (DE) para describir las variables continuas y las frecuencias junto con los porcentajes para las variables categóricas. Se analizó la capacidad predictiva de los parámetros ecográficos evaluados (ΔV_{peak} y FTc) sobre la condición de paciente respondedor a fluidos mediante un modelo de regresión logística y las correspondientes medidas diagnósticas: sensibilidad, especificidad, valor predictivo negativo (VPN) y valor predictivo positivo (VPP). Los puntos de corte óptimos se eligieron en función del valor máximo del índice de Youden (11). Para el procesamiento se utilizó *R Core Team* (2025) (12).

RESULTADOS

Datos generales

Se analizaron los datos de 60 pacientes con una edad promedio de 40 años (± 11). La mayoría de los participantes fueron mujeres (55 %) y se clasificaron en el estado físico ASA II (88 %). El IMC promedio fue de 25 ($\pm 2,6$).

Cambios en las variables hemodinámicas

Se observó una tendencia a la disminución de la FC, PAS PAM a lo largo de los tres momentos de medición (T1, T2 y T3). La FC media disminuyó de 64 lat/min en T1 a 58 lat/min en T3, mientras que la PAM media descendió de 72 mmHg a 66 mmHg en el mismo periodo.

Variabilidad del IVP y ΔV_{peak}

Tanto el IVP como la ΔV_{peak} mostraron una reducción progresiva en el porcentaje de pacientes clasificados como FR.

ΔV_{peak} : En T1, el 67 % de los pacientes fueron clasificados como respondedores. Este porcentaje disminuyó a 38 % en T2 y a 23 % en T3.

IVP: En T1, el 48 % de los pacientes fueron clasificados como respondedores. Este porcentaje disminuyó a 28 % en T2 y a 12 % en T3.

Predictores de FR: curvas ROC y puntos de Corte

El análisis de las curvas ROC demostró que el ΔV_{peak} es un predictor más fiable que el FTc. El punto de corte óptimo de 14,5 % para el ΔV_{peak} , seleccionado mediante el Índice de Youden, mostró un rendimiento superior, con una sensibilidad del 83 % y una especificidad del 58 %. Esto se traduce en un área bajo la curva (AUC) de 0,70.

Por el contrario, el punto de corte óptimo para el FTc (352 ms) arrojó un rendimiento deficiente, con una baja sensibilidad del 41 % y un AUC de 0,57. (Tabla 1)

El FTc en su punto de corte de igual o menor a 330 ms tuvo una sensibilidad del 41 %, una especificidad del 45 %, con un AUC de 0,57. De esto sale su 41 % de valor predictivo positivo (VPP) y 45 % de valor predictivo negativo (VPN).

Tabla 1. Rendimiento del ΔV_{peak} y el FTc como predictores de respuesta a fluidos

Predictor	Punto de corte	AUC	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN
ΔV_{peak}	> 14.5 %	0,70	83 %	58 %	65 %	78 %
FTc	> 352 ms	0,57	41 %	84 %	N/A	N/A

Comparación entre IVP y ΔV_{peak} a la hora de identificar pacientes FR

Los resultados muestran una fuerte y significativa correlación entre las clasificaciones de respondedores del IVP y de la ΔV_{peak} en los tres momentos de la medición.

T1: Se encontró una asociación significativa entre ambas clasificaciones ($p=0,0105$). En este momento, la ΔV_{peak} clasificó a un mayor porcentaje de pacientes como respondedores (67 %) en comparación con el IVP (48 %). (Tabla 2)

T2: La asociación entre las clasificaciones de ambos índices fue altamente significativa ($p=0.0001$), lo que demuestra que ambos índices clasifican de manera similar a los pacientes después de la infusión de fluidos. (Tabla 3)

T3: La correlación entre ambos índices fue muy fuerte ($p<0,0001$). En este contexto, el número de respondedores disminuyó drásticamente para ambos. (Tabla 4)

Tabla 2. Comparación IVP vs ΔV_{peak} T1

Clasificación según IVP	Clasificación según ΔV_{peak}		
	No respondedor	Respondedor	Total
No respondedor	15	16	31
Respondedor	5	24	29
Total	20	40	60

Tabla 3. Comparación IVP vs ΔV_{peak} T2

Clasificación según IVP	Clasificación según ΔV_{peak}		
	No respondedor	Respondedor	Total
No respondedor	33	10	43
Respondedor	4	13	17
Total	37	23	60

Tabla 4. Comparación IVP vs ΔV_{peak} T3

Clasificación según IVP	Clasificación según ΔV_{peak}		
	No respondedor	Respondedor	Total
No respondedor	46	7	53
Respondedor	0	7	7
Total	46	14	60

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio sugieren una fuerte y significativa correlación entre el IVP y la ΔV_{peak} como herramientas dinámicas para predecir la respuesta a la administración de fluidos. La coherencia en la clasificación de ambos índices a lo largo de los distintos momentos de medición valida su utilidad en el entorno clínico, en línea con el creciente interés en los métodos no invasivos para la monitorización hemodinámica.

Estos resultados concuerdan con la literatura que ha explorado la utilidad de la ecografía Doppler carotídea para evaluar el estado de volumen intravascular. El estudio de Blehar

et al. (13), por ejemplo, encontró que la administración de fluidos en pacientes deshidratados resultó en cambios significativos en el FTc en la arteria carótida, incluso cuando no había cambios en los signos vitales. Si bien su estudio se centró en el FTc y el hallazgo principal de esta investigación es sobre la ΔV_{peak} , ambos estudios refuerzan la idea de que la ecografía Doppler carotídea es una herramienta sensible a los cambios de volumen.

Por otro lado, los datos obtenidos sobre la capacidad predictiva del FTc son menos favorables, lo que genera un contraste con la literatura. La baja sensibilidad del FTc en este estudio (41 %) y su pobre AUC de 0,57 sugieren que este índice tiene limitaciones importantes para detectar a los pacientes respondedores. Esto contrasta con algunos estudios, como el de Hossein-Nejad *et al.* (14), que establecieron valores de referencia para el FTc en población sana. Sin embargo, este estudio, al igual que el de van Houte *et al.* (15), se realizó en un contexto de anestesia y cirugía, lo que puede explicar las diferencias. El estudio de van Houte también encontró una baja correlación entre el FTc y mediciones invasivas como el gasto cardíaco, lo que respalda la idea de que el FTc puede no ser un predictor robusto de la respuesta a fluidos, a pesar de que su valor absoluto pueda cambiar. La gran variabilidad en la respuesta de FTc en el estudio también refleja esta falta de fiabilidad.

Un aspecto crítico de la discusión surge al comparar nuestros hallazgos con los de Khan *et al.* (16). Ese estudio concluyó que los índices Doppler de la arteria carótida no predijeron la respuesta a fluidos en pacientes sometidos a cirugía de revascularización coronaria. Este resultado es directamente opuesto a los indicios encontrados por esta investigación. Esta discrepancia subraya la importancia de este estudio, ya que sugiere que el entorno clínico (por ejemplo, el tipo de cirugía, la población de pacientes o el método de ventilación) puede influir de manera significativa en la validez de estos predictores. Podría ser que la ΔV_{peak} sea un mejor predictor en la población de estudio abarcada por esta investigación, mientras que, en pacientes de cirugía cardíaca, la fisiología subyacente (y las posibles comorbilidades) alteran la respuesta del índice.

La ΔV_{peak} se mostró como un predictor más significativo en este estudio, con una AUC de 0,7, una alta sensibilidad (83 %) y una correlación significativa con el IVP. Este resultado es consistente con la teoría que sustenta a los índices de variabilidad: el aumento de la presión intratorácica durante la ventilación mecánica reduce la precarga, y esta

variabilidad en el flujo sanguíneo es un indicador de la capacidad de respuesta a la fluidoterapia. Nuestros datos sugieren que la ΔV_{peak} puede ser una alternativa válida al IVP, especialmente en entornos donde el monitoreo pletismográfico no es óptimo. El hecho de que la ΔV_{peak} haya clasificado a un mayor porcentaje de pacientes como respondedores podría indicar una mayor sensibilidad, lo que justificaría su uso en la práctica clínica para guiar la terapia de fluidos.

En conclusión, mientras que el FTc mostró limitaciones predictivas en este estudio, la ΔV_{peak} y el IVP demostraron ser herramientas dinámicas y prometedoras para la evaluación del estado de volumen en pacientes quirúrgicos. Estos hallazgos, en el contexto de la literatura contradictoria, resaltan la necesidad de más estudios para determinar la utilidad de la ecografía Doppler carotídea en poblaciones de pacientes específicas.

Para futuras investigaciones, se recomienda:

Ampliar el tamaño de la muestra para validar estos hallazgos en una población más grande.

Comparar estos índices con un método invasivo, como la medición del gasto cardíaco con un catéter de Swan-Ganz.

Evaluar el impacto de la terapia guiada por IVP y ΔV_{peak} en los resultados clínicos de los pacientes (por ejemplo, duración de la estancia hospitalaria, complicaciones postoperatorias).

CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio experimental indican que tanto el IVP como la ΔV_{peak} son herramientas válidas y robustas para guiar la terapia de fluidos en el entorno clínico. Ambos índices son capaces de reflejar los cambios hemodinámicos inducidos por la administración de volumen y por la presión del neumoperitoneo. El uso de cualquiera de los dos podría ser beneficioso para la toma de decisiones clínicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bennett VA, Cecconi M. Perioperative fluid management: From physiology to improving clinical outcomes. *Indian J Anaesth.* agosto de 2017;61(8):614–21.
2. Miller TE, Myles PS. Perioperative Fluid Therapy for Major Surgery. *Anesthesiology.* 1 de mayo de 2019;130(5):825–32.
3. Cannesson M, Desebbe O, Rosamel P, Delannoy B, Robin J, Bastien O, et al. Pleth variability index to monitor the respiratory variations in the pulse oximeter plethysmographic waveform amplitude and predict fluid responsiveness in the operating theatre. *British Journal of Anaesthesia.* 1 de agosto de 2008;101(2):200–6.
4. 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.* 30 de enero de 2024;
5. Kenny JÉS, Barjaktarevic I, Mackenzie DC, Eibl AM, Parrotta M, Long BF, et al. Diagnostic characteristics of 11 formulae for calculating corrected flow time as measured by a wearable Doppler patch. *Intensive Care Med Exp.* 17 de septiembre de 2020;8:54.
6. Chen Y, Liu Z, Fang J, Xie Y, Zhang M, Yang J. Correlation of carotid corrected flow time and respirophasic variation in blood flow peak velocity with stroke volume variation in elderly patients under general anaesthesia. *BMC Anesthesiol.* 4 de agosto de 2022;22:246.
7. Barjaktarevic I, Toppen WE, Hu S, Montoya EA, Ong S, Buhr RG, 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.
8. Dey A, Bidkar PU, Swaminathan S, M MK, Joy JJ, Balasubramanian M, et al. Comparison of two techniques of goal directed fluid therapy in elective neurosurgical patients - a randomized controlled study. *Br J Neurosurg.* 3 de febrero de 2023;1–9.
9. Ibarra-Estrada MÁ, López-Pulgarín JA, Mijangos-Méndez JC, Díaz-Gómez JL, Aguirre-Avalos G. Respiratory variation in carotid peak systolic velocity predicts volume responsiveness in mechanically ventilated patients with septic shock: a prospective cohort study. *Crit Ultrasound J.* diciembre de 2015;7(1):12.
10. Maitra S, Baidya DK, Anand RK, Subramaniam R, Bhattacharjee S. Carotid Artery Corrected Flow Time and Respiratory Variations of Peak Blood Flow Velocity for Prediction of Hypotension After Induction of General Anesthesia in Adult Patients Undergoing Elective Surgery: A Prospective Observational Study. *J of Ultrasound Medicine.* abril de 2020;39(4):721–30.
11. Youden WJ. Index for rating diagnostic tests. *Cancer.* 1950;3(1):32–5.

12. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. [Internet]. Vienna, Austria.: R Foundation for Statistical Computing,; 2025. Disponible en: <https://www.R-project.org/>
13. Blehar DJ, Glazier S, Gaspari RJ. Correlation of corrected flow time in the carotid artery with changes in intravascular volume status. *Journal of Critical Care*. agosto de 2014;29(4):486–8.
14. Hossein-Nejad H, Banaie M, Davarani SS, Mohammadinejad P. Assessment of corrected flow time in carotid artery via point-of-care ultrasonography: Reference values and the influential factors. *Journal of Critical Care*. agosto de 2017;40:46–51.
15. Van Houte J, Raaijmakers AE, Mooi FJ, Meijs LPB, De Boer EC, Suriani I, et al. Evaluating corrected carotid flow time as a non-invasive parameter for trending cardiac output and stroke volume in cardiac surgery patients. *J Ultrasound* [Internet]. 9 de abril de 2022 [citado 25 de agosto de 2025]; Disponible en: <https://link.springer.com/10.1007/s40477-022-00678-z>
16. Khan S, Mishra SK, Parida S, Jha AK, Nagabhushanam Padala SRA. Carotid doppler indices do not predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients undergoing coronary artery bypass grafting surgery. *Journal of Cardiac Surgery*. diciembre de 2022;37(12):4418–24.