

GTCICYRCP

¿Cómo valorar la respuesta a volumen en la UCI?

Luis Zapata¹, Luis Martín-Villén², Celina Llanos³, Virginia Fraile Gutiérrez⁴, Rocío Gómez López⁵, Juan José Jiménez Rivera³, Miguel Ángel Rodríguez Yago⁶, María Ángeles Rodríguez Esteban⁷, Chelo Guía Rambla⁸, María Nieto González⁹, Augusto Montenegro¹⁰, José Manuel Porres¹¹, María Paz Fuset Cabanes¹², Fernando Andrade¹⁰, Ana Ochagavía¹²

En nombre del Grupo de trabajo de cuidados intensivos cardiológicos y RCP

- i. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona.
- ii. Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla.
- iii. Complejo Hospitalario Universitario de Canarias, Tenerife
- iv. Hospital Universitario Río Hortega, Valladolid
- v. Hospital Álvaro Cunqueiro, Vigo
- vi. Hospital Son Espases, Palma de Mallorca
- vii. Hospital Universitario Central de Asturias, Oviedo
- viii. Hospital Corporació Sanitària Parc Taulí, Sabadell
- ix. Hospital Universitario Virgen de la Victoria
- x. Hospital Vega Baja, Orihuela
- xi. Hospital Universitario de Donostia, Donostia
- xii. Hospital de Bellvitge, Hospitalet del Llobregat

ISBN 978-84-126056-0-0



RESUMEN:

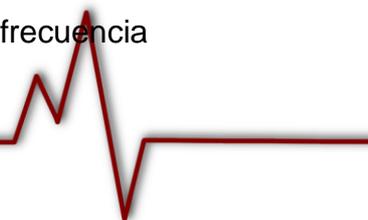
La administración de líquidos es una de las intervenciones terapéuticas de primera línea utilizadas para revertir la hipoperfusión tisular durante el shock. No obstante, la administración de líquidos no está exenta de efectos adversos, especialmente cuando se administran en exceso y sin una monitorización adecuada. Esta es la razón por la que se han desarrollado un gran número de pruebas e índices para detectar la dependencia de la precarga y predecir la capacidad de respuesta a volumen.

Para este propósito, los marcadores estáticos de precarga (presión venosa central, presión capilar pulmonar) que se han utilizado durante décadas no han resultado útiles, existiendo evidencia sólida en contra de su utilización.

Dadas las limitaciones de las pruebas existentes, durante los últimos años, se han desarrollado una serie de pruebas dinámicas. Estas pruebas se basan en el principio de inducir cambios en la precarga cardíaca mediante las interacciones corazón-pulmón, la elevación pasiva de piernas, la infusión de pequeños volúmenes de líquido, la oclusión al final de la espiración del circuito del respirador y observar el efecto resultante sobre el gasto cardíaco.

La variación de la presión de pulso y del volumen sistólico fueron las primeras técnicas dinámicas desarrolladas, pero solo son fiables bajo condiciones estrictas. La variación del diámetro de la vena cava inferior comparte muchas de las limitaciones de la variación de la presión del pulso. La prueba de elevación pasiva de piernas puede resultar útil en contextos en los que otras variables dinámicas están limitadas como: presencia de respiración espontánea, arritmias, ventilación mecánica con volumen corriente bajo o baja compliance pulmonar. Cuando los parámetros predictores no son aplicables, se puede realizar el *Mini-fluid challenge* que utiliza una mínima cantidad de volumen (50-100 cc) y requiere medir de forma directa el gasto cardíaco para valorar la respuesta. En pacientes en ventilación mecánica puede ser útil la realización del test de oclusión teleespiratorio y, recientemente, se ha descrito el "*tidal volume challenge*" para pacientes con SDRA que reciben ventilación protectora. La prueba consiste en el aumento del volumen corriente de 6 a 8 ml/kg de peso ideal durante 1 minuto.

Para la decisión de administrar volumen de forma razonada, debemos tener en cuenta que todas las pruebas dinámicas tienen limitaciones, pero con frecuencia



son complementarias, debiendo elegir entre ellas según el estado del paciente y la técnica utilizada de monitorización del gasto cardíaco.

SEMICYUC



1. INTRODUCCIÓN

La administración de líquidos es una de las intervenciones terapéuticas de primera línea utilizadas para revertir la hipoperfusión tisular durante el shock (1). No obstante, la administración de líquidos no está exenta de efectos adversos, especialmente cuando se administran en exceso sin una monitorización adecuada (2). Se estima que tan solo la mitad de los pacientes que ingresan en una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) con inestabilidad hemodinámica serán respondedores a la administración de volumen, es decir, presentarán un aumento significativo del gasto cardíaco (GC) o del volumen sistólico (VS) con la administración de volumen (2). Por ello, tras la fase inicial de reanimación del shock, es esencial determinar la capacidad de respuesta a volumen antes de la administración de líquidos o en su defecto monitorizar la respuesta al mismo. En este sentido no se recomienda la utilización únicamente de parámetros clínicos (débito urinario, aumento de la presión arterial) dado que tienden a mejorar de forma tardía y no constituyen una forma fiable de valorar la respuesta.

En el presente documento se resumen los métodos recomendados, según la situación clínica del paciente, para predecir y monitorizar la respuesta cardiovascular a volumen de acuerdo con la literatura disponible.

2. DEFINICIONES

Carga de volumen: infusión intravenosa de 500 ml de suero en un periodo corto de tiempo que puede oscilar entre los 10 y los 20-30 minutos (3).

Paciente respondedor a volumen: paciente que presenta un aumento como mínimo del 10-15% en el GC o el VS tras la administración de una carga de volumen. La capacidad de respuesta a los líquidos no significa que se “necesite” líquido, solo que el GC aumentará con el volumen (4).

Desde un punto de vista fisiológico, la capacidad del corazón de incrementar su gasto cardíaco va a depender del punto de la curva de función ventricular en el que se encuentre (Figura 1). Aquellos pacientes que se encuentren en la porción ascendente de la curva presentaran un incremento significativo del volumen sistólico con pequeños aumentos de la precarga y serán por tanto respondedores; en cambio, aquellos pacientes que se encuentren en la porción con menor pendiente presentarán un mínimo aumento del volumen sistólico a pesar de la administración de gran cantidad de volumen.



Tolerancia a volumen: ausencia de daño tisular u orgánico tras la administración de fluidos.

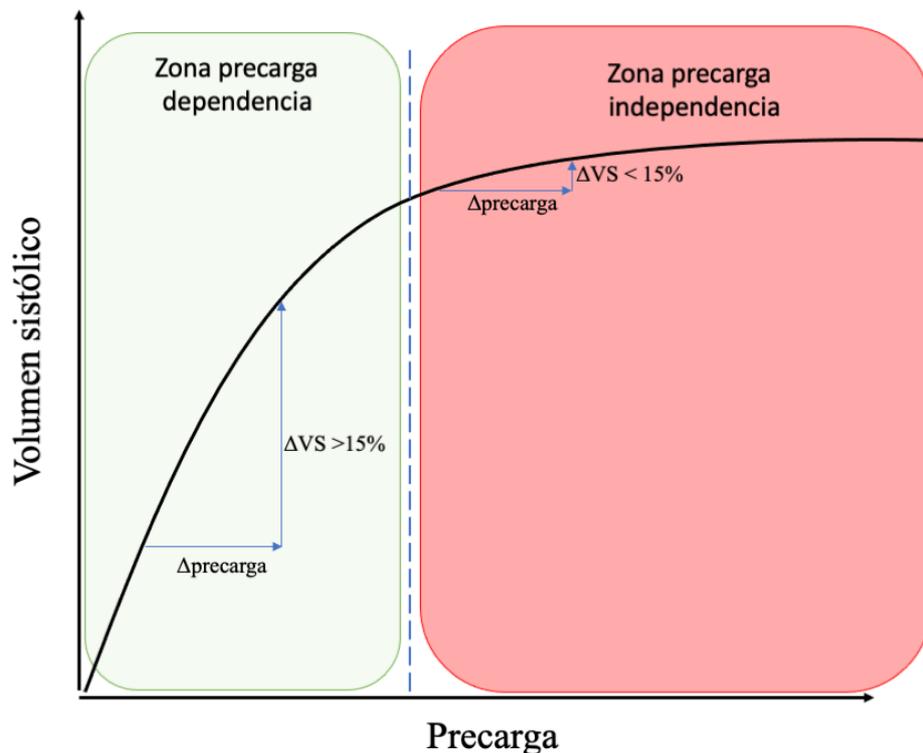


Figura 1. Curva de función ventricular o de Frank-Starling en la que se relaciona la precarga y el volumen sistólico. Nótese la existencia de una zona de precarga dependencia en la que un aumento de la precarga se corresponde con un aumento significativo del volumen sistólico, y una zona de precarga independencia en la que un aumento de la precarga no conlleva un aumento significativo del volumen sistólico. ΔVS , aumento del volumen sistólico.

Parámetro (o índice) estático: utiliza una medida cuantitativa de forma aislada sin tener en cuenta su variación (presión venosa central, presión capilar pulmonar, área telediastólica del ventrículo izquierdo). Actualmente es bien sabido que son incapaces de predecir qué efecto tendrá la administración de volumen sobre el GC y por ello no se recomienda su utilización (5). El motivo de esta imprecisión a la hora de identificar a los pacientes que responderán a la administración de volumen es, fundamentalmente su dependencia de la función ventricular y, por tanto, su incapacidad para medir la precarga cardiaca en distintas situaciones. Un mismo valor de un parámetro estático, como la PVC, puede corresponderse con una zona de precarga dependencia en un paciente y para otro situarse en una zona de ausencia de respuesta a volumen. Ello dependerá de que la curva sea normal o no (por ejemplo, en pacientes con

insuficiencia cardiaca). Por otra parte, las presiones intravasculares pueden sobreestimar la presión transmural en pacientes con hipertensión pulmonar, ventilados con PEEP elevada o con aumento de la presión intrabdominal.

Parámetro dinámico: proporcionan una valoración funcional del rendimiento cardiaco ante variaciones transitorias de la precarga. Utiliza un cambio transitorio y reversible en la precarga que, según su impacto en el gasto cardiaco, nos permiten conocer si el paciente se encuentra en situación de precarga-dependencia o de respuesta a volumen (5).

Se puede diferenciar entre los parámetros derivados del efecto de las interacciones corazón-pulmón sobre la precarga (Figura 2), y las pruebas dinámicas en las que se realiza una intervención (elevación pasiva de las piernas, oclusión teleespiratoria, aumento transitorio del volumen corriente pulmonar) y se determina su impacto en el GC o el VS (Tabla 1).

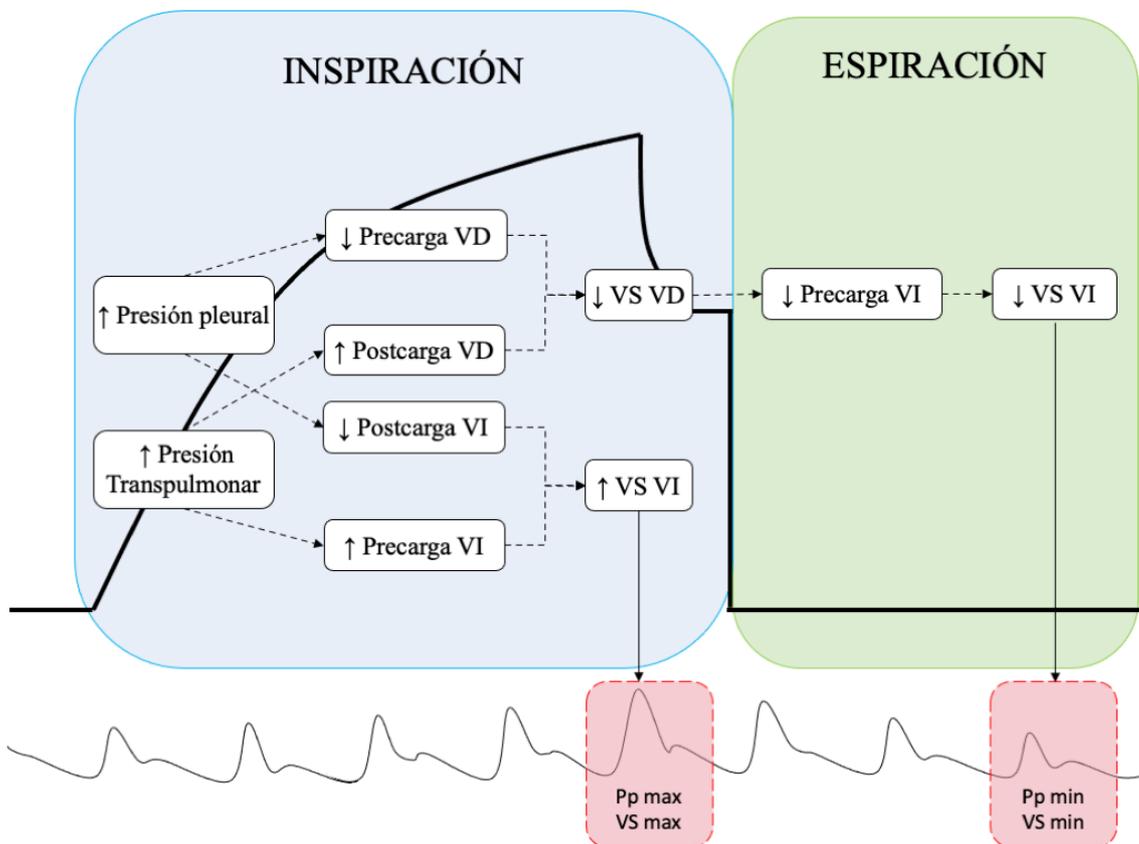


Figura 2. Se muestran las interacciones corazón-pulmón, en pacientes bajo ventilación mecánica invasiva, en las que se basan los sistemas dinámicos de predicción a volumen (variación de volumen de presión de pulso y del volumen sistólico). VD, ventrículo derecho; VI, ventrículo izquierdo; VS, volumen sistólico; Pp, presión de pulso.

Tabla 1. Principales sistemas de monitorización y pruebas utilizadas para valorar la respuesta a volumen en pacientes críticos.

Prueba	Monitorización	Principales ventajas	Principal Desventaja
VPP	Catéter arterial	Monitorización continua No necesita monitor de GC	Falsos negativos VC < 8 ml/kg p Pm < 20 cm H2O) Cp < 30 mL/cmH2O PIA elevada FC/FR < 3,6 Falsos positivos Respiración espontánea Disfunción VD Arritmias cardiacas
VVS	Contorno de pulso	Monitorización continua	Falsos negativos VC < 8 ml/kg p Pm < 20 cm H2O) Cp < 30 mL/cmH2O PIA elevada FC/FR < 3,6 Falsos positivos Respiración espontánea Disfunción VD Arritmias cardiacas
Δ IVT	Ultrasonidos	No necesita monitor de GC	Formación ecografía Limitaciones técnicas Aplicabilidad similar a VVS
Δ VCI	Ultrasonidos	No necesita monitor de GC	Formación ecografía Rendimiento pobre Mismas limitaciones que VPP excepto arritmias
PLR	Contorno de pulso Ultrasonidos (IVT) CAP con GC continuo Biorreactancia? EtCO ₂	Aplicable en pacientes ventilados y no ventilados (excepto EtCO ₂)	PIA elevada Hipovolemia extrema HTIC
Minifluid	Contorno de pulso Ultrasonidos?	Aplicable incluso cuando las otras pruebas no lo son	Requiere una medida precisa de GC Precaución si arritmias
TOTE	Contorno de pulso	Fácil realizar Independiente de arritmias, VC, Cp	Requiere una medida precisa de GC Soportar 15 segundos de pausa espiratoria Prono?
VC 6-8	Contorno de pulso	Aplicable a VC bajos Prono?	PIA elevada? Arritmias?

VPP, variación presión de pulso; GC, gasto cardiaco; VC, volumen corriente; Pm, presión meseta; Cp, compliance pulmonar; VD, ventrículo derecho; FC, frecuencia cardiaca; FR, frecuencia respiratoria; PIA, presión intra-abdominal; VVS, variación volumen sistólico; Δ IVT, integral velocidad tiempo; Δ VCI, variación vena cava inferior; PLR, elevación pasiva de piernas; EtCO₂, *end-tidal* de dióxido de carbono; CAP, catéter arteria pulmonar; HTIC, hipertensión intracraneal; TOTE, Test oclusión tele-espiratoria; VC 6-8, test de aumento del volumen corriente; SDRA, síndrome de distrés respiratorio agudo.



3. PARÁMETROS DINÁMICOS DERIVADOS DE LA INTERACCIÓN CORAZÓN PULMÓN

3.1.1. VARIACIÓN DE LA PRESIÓN DE PULSO

Principio: una amplia variación de la presión del pulso (VPP), como reflejo de la variación del VS izquierdo, con el ciclo respiratorio sugiere una respuesta positiva al volumen debido a las interacciones corazón-pulmón (Figura 2).

$$VPP(\%) = \frac{(PP_{max} - PP_{min})}{PP_{media}} \times 100$$

Limitaciones:

1. Volúmenes corrientes bajos (<8 ml/kg peso ideal)
2. Presiones intratorácicas bajas (presión meseta < 20 cm H₂O)
3. Compliance pulmonar baja (< 30 mL/cmH₂O)
4. Presencia de alguna respiración espontánea
5. Presencia de disfunción del ventrículo derecho
6. Arritmias cardíacas
7. Ratio Frecuencia cardíaca/Frecuencia Respiratoria < 3,6
8. Aumento de la presión intra-abdominal
9. Tórax abierto

Interpretación: Una VPP > 13% identifica a los pacientes respondedores con un 85-89% de sensibilidad y 88-98% de especificidad (6).

3.1.2. VARIACIÓN DEL VOLUMEN SISTÓLICO

Principio: El análisis de la forma de la onda de presión arterial se puede utilizar para estimar la variación del VS (VVS) o el GC. Podemos hacerlo mediante sistemas con calibración externa que utilizan fórmulas poblacionales, o sistemas calibrados que, tras una primera medición in-situ del GC mediante dilución de Litio o termodilución transpulmonar, realizan una medición de GC continuo mediante el análisis de la onda de pulso.

Limitaciones:

1. Volúmenes corrientes bajos (<8 ml/kg peso ideal)
2. Presiones intratorácicas bajas (presión meseta < 20 cm H₂O)
3. Compliance pulmonar baja (< 30 mL/cmH₂O)
4. Presencia de alguna respiración espontánea
5. Presencia de disfunción del ventrículo derecho
6. Arritmias cardíacas



7. Ratio Frecuencia cardiaca/Frecuencia Respiratoria < 3,6
8. Aumento de la presión intra-abdominal
9. Tórax abierto

Interpretación: Una VVS > 10-12% del GC o del VS predice respuesta a volumen con un 82% de sensibilidad y 86% de especificidad (4).

3.1.3. VARIACIÓN DE LA VENA CAVA INFERIOR

Principio: los cambios en la presión intratorácica inducidos por la ventilación mecánica también pueden inducir variaciones en la vena cava en su porción más próxima al corazón cuando la precarga es baja.

Limitaciones:

1. Volúmenes corrientes bajos (<8 ml/kg peso ideal)
2. Presiones intratorácicas bajas (presión meseta < 20 cm H₂O)
3. Compliance pulmonar baja (< 30 mL/cmH₂O)
4. Presencia de alguna respiración espontánea
5. Presencia de disfunción del ventrículo derecho
6. Ratio Frecuencia cardiaca/Frecuencia Respiratoria < 3,6

Interpretación: Variaciones entre el 12% y el 40% del diámetro de la vena cava inferior presenta áreas bajo la curva de 0,69 a 0,71 para predecir la respuesta a volumen (7). La utilización de diferentes fórmulas para realizar el cálculo de la variación respiratoria de las venas cavas puede influir en esta alta variabilidad.

Si se estima con la fórmula

$$\frac{(\text{Diámetro max} - \text{Diámetro min})}{\text{Diámetro medio}} \times 100, \text{ el punto de corte será el 12\%}.$$

3.1.4. VARIACIÓN DE LA INTEGRAL VELOCIDAD TIEMPO O DEL PICO DE VELOCIDAD DEL FLUJO AÓRTICO

Principio: la ecocardiografía puede estimar el GC mediante la siguiente fórmula:

$$GC = IVT \times \frac{\pi}{2} \text{Diámetro}^2 \times FC$$

Donde: IVT: integral velocidad tiempo del tracto de salida del ventrículo izquierdo; Diámetro: diámetro del tracto de salida del ventrículo izquierdo; FC: frecuencia cardiaca.

Dado que el diámetro permanece estable durante la exploración, la variación de la IVT equivale a la variación del VS. La variabilidad en la IVT es análoga a la VPP o VVS.

Limitaciones



1. Ventana ecográfica
2. Volúmenes corrientes bajos (< 8 ml/kg peso ideal)
3. Presiones intratorácicas bajas (presión meseta < 20 cm H₂O)
4. Compliance pulmonar baja (< 30 mL/cmH₂O)
5. Presencia de alguna respiración espontánea
6. Presencia de disfunción del ventrículo derecho
7. Arritmias cardíacas
8. Ratio Frecuencia cardíaca/Frecuencia Respiratoria $< 3,6$
9. Aumento de la presión intra-abdominal
10. Tórax abierto

Interpretación: Una variación $> 12\%$ de la IVT permite identificar a los respondedores con un área bajo la curva ROC de 0,92.

4. PRUEBAS DINÁMICAS PARA VALORAR LA RESPUESTA A VOLUMEN

4.1. ELEVACIÓN PASIVA DE LAS PIERNAS (PLR)

Principio: esta maniobra simula la administración de una carga de volumen al transferir el volumen de los territorios venosos de la parte inferior del cuerpo hacia el lado derecho del corazón (8).

Ventajas: Presenta resultados fiables en contextos en los que otras variables dinámicas están limitadas como: presencia de respiración espontánea, arritmias, ventilación mecánica con volumen corriente bajo o baja compliance pulmonar.

Limitaciones: factores como el dolor, la tos, la incomodidad y el hecho de que el paciente esté despierto podrían provocar estimulación adrenérgica, dando falsos positivos. Un aumento de la presión intra-abdominal o situaciones de hipovolemia extrema — como el shock hemorrágico, en las que no se consigue alcanzar un volumen suficiente con la PLR como para variar el GC— podrían dar falsos negativos. Está contraindicada en pacientes con hipertensión intracraneal

Protocolo:

1. Comenzar desde una posición semi-sentada a 45° (no desde posición supina). Tras la bajada del tronco sumar la elevación de las piernas de forma pasiva.
2. Los efectos deben ser evaluados directamente mediante la medición del GC/ VS y no por la simple medición de la presión arterial. Si bien la presión del pulso arterial periférico se correlaciona positivamente con el VS, también depende de la distensibilidad arterial y la

amplificación de la onda del pulso (9). La estimación del efecto de la PLR mediante la observación variación en la presión de pulso es específica pero poco sensible.

3. La técnica utilizada para medir el GC durante la PLR debe ser capaz de detectar cambios transitorios y a corto plazo, ya que los efectos de la PLR pueden desaparecer tras 1 minuto. Se recomienda utilizar técnicas de monitorización del GC como el análisis del contorno del pulso arterial, la ecocardiografía o el Doppler esofágico. La biorreactancia presenta resultados contradictorios. Como medida alternativa al GC, puede utilizarse el cambio en el dióxido de carbono exhalado al final de la espiración, que refleja los cambios en el GC en el caso de que la ventilación por minuto sea constante.
4. El GC debe monitorizarse antes, durante y después de la PLR, cuando retornamos al paciente a posición semisentada 45° para comprobar que el GC vuelve al valor previo a la PLR. El efecto máximo de la PLR (GC max), suele ser al cabo de 1 minuto de la elevación.
5. Interpretación:

$$\% \Delta GC = \frac{(GC \text{ max} - GC \text{ basal})}{GC \text{ basal}} \times 100$$

Un aumento > 10% del GC predice la respuesta a volumen con una sensibilidad del 85% y una especificidad del 91% (10). Una prueba de PLR negativa debe contribuir principalmente a la decisión de detener la infusión de volumen, para evitar la sobrecarga.

4.2. VARIACIÓN DEL END TIDAL DE CO₂

Principio: la cantidad de CO₂ exhalada dependerá de la producción de CO₂ del organismo, su transporte sanguíneo hasta el territorio pulmonar y su eliminación a través de la ventilación alveolar. Asumiendo una producción relativamente constante y en situaciones en las que la eliminación también lo es, como en la ventilación mecánica controlada, el aumento del GC provocará, un aumento en el CO₂ exhalado. Así, si realizamos una maniobra de expansión de volumen, como la elevación pasiva de piernas, en pacientes en ventilación mecánica controlada con medición continua del end-tidal de CO₂, un aumento del CO₂



exhalado nos permitirá identificar a los pacientes cuyo GC aumentará con la expansión de volumen.

Limitaciones

1. Limitado a pacientes en ventilación mecánica invasiva controlada
2. Requiere ausencia de respiraciones espontáneas (necesidad de ventilación minuto estable)

Interpretación: Un incremento absoluto > 2 mmHg o $> 5\%$ en el *end tidal* de CO_2 durante una maniobra de elevación pasiva de las piernas predice la respuesta a volumen con una sensibilidad del 71% y una especificidad del 95% (11).

4.3. MINI-FLUID CHALLENGE

Principio: la respuesta del GC a la infusión rápida de un pequeño volumen (50-100 ml) de líquido puede predecir la respuesta a un volumen más grande.

Ventaja: es fiable en condiciones en las que no se pueden utilizar los índices de respuesta a volumen que se basan en las interacciones cardiopulmonares, como la respiración espontánea, las arritmias, la ventilación con volumen corriente bajo y la compliance pulmonar baja, así como situaciones donde no se puede utilizar la PLR (politraumatismos, aumento de presión intra-abdominal), posición de prono.

Limitaciones: sus resultados deben interpretarse con cautela en pacientes con arritmias.

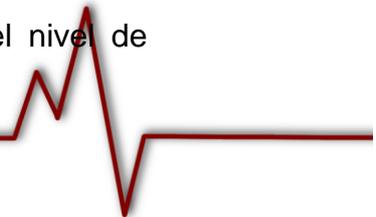
Protocolo:

1. Administración de un mini-bolus de líquido (100 cc) en un corto período de tiempo (2 minutos) con monitorización continua del GC. Como en la PLR, no sería fiable la simple medición de la presión arterial.
2. Administración de un micro-bolus (50 cc) en un corto período de tiempo (1 minuto) con monitorización continua del GC, no siendo fiable una simple medición de la presión arterial.

Interpretación: un aumento del GC/VS $> 5\%$ predice la respuesta a una carga mayor con una sensibilidad del 93% y una especificidad del 91% (12).

4.4. TEST DE OCLUSIÓN TELE-ESPIRATORIA

Principio: La interrupción de la ventilación mecánica en espiración durante algunos segundos, mientras la presión alveolar se mantiene en el nivel de



presión positiva al final de la espiración, detiene la disminución cíclica de la precarga cardíaca que induce la ventilación mecánica. En pacientes que responden volumen, esta pausa hará que el gasto cardíaco aumente significativamente (13) (Figura 3).

Ventajas: Puede utilizarse en pacientes con ventilación con volumen corriente bajo, síndrome de distrés respiratorio aguda o arritmias.

Limitaciones: su validez está limitada en pacientes en decúbito prono y en pacientes con esfuerzos respiratorios espontáneos.

Protocolo:

1. Paciente en posición semi-sentada o supina.
2. Pausa espiratoria de 15 segundos.
3. Monitorización continua del GC/VS, no siendo fiable una simple medición de la presión arterial.

Interpretación: Un aumento del GC/VS $> 5\%$ predice la respuesta a una carga mayor con una sensibilidad del 92% y una especificidad del 90% (12).

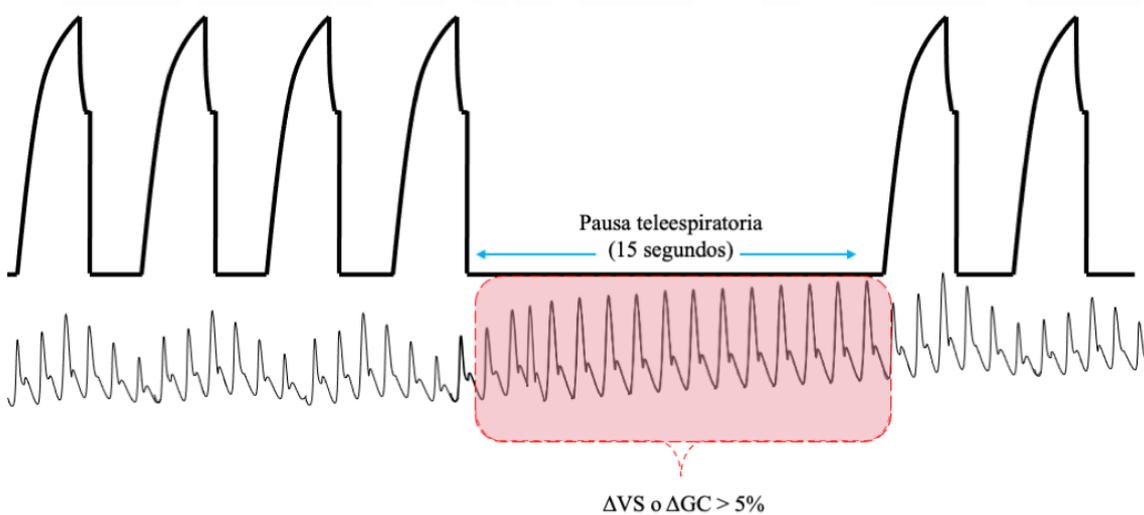


Figura 3. Se muestra la maniobra de oclusión teleespiratoria. Durante la pausa espiratoria cesan los aumentos cíclicos de presión intratorácica que hacen variar el gasto cardíaco. En pacientes respondedores a volumen, durante la pausa espiratoria existe un aumento de $>5\%$ en el volumen sistólico o el gasto cardíaco. ΔVS , aumento del volumen sistólico; ΔGC , aumento del gasto cardíaco.

4.5. VOLUME TIDAL CHALLENGE

Principio: en pacientes en ventilación mecánica con volúmenes corrientes < 8 ml/kg la monitorización mediante VVS o VPP puede resultar en falsos negativos para la predicción de respuesta a volumen al generarse un menor aumento en la presión torácica. El incremento transitorio del volumen corriente de 6 a 8 ml/kg durante 1 minuto incrementa la VVS o la VPP en los pacientes respondedores a volumen.

Ventajas: puede utilizarse en pacientes con ventilación con volumen corriente bajo.

Limitaciones: respiración espontánea, arritmias cardíacas, aumento de la presión intraabdominal, disfunción ventrículo derecho, altas frecuencias respiratorias (>35 rpm) y baja compliance pulmonar (<30 l/cm H₂O).

Protocolo:

1. Paciente en ventilación mecánica invasiva
2. Incremento del volumen corriente de 6 a 8 ml/kg durante 1 minuto.
3. Monitorización del VVS o del VPP

Interpretación: un cambio absoluto en la VPP de 3,5 % o en la VVS de 2,5 % después de realizar esta maniobra predice la respuesta a la administración de fluidos con un 75-88% de sensibilidad y 93-100% de especificidad (14).

5. CONCLUSIONES

Para la decisión de administrar volumen de forma razonada, debemos tener en cuenta que todas las pruebas dinámicas tienen limitaciones, pero con frecuencia son complementarias, debiendo elegir entre ellas según el estado del paciente y la técnica utilizada de monitorización del gasto cardíaco (Figura 4).



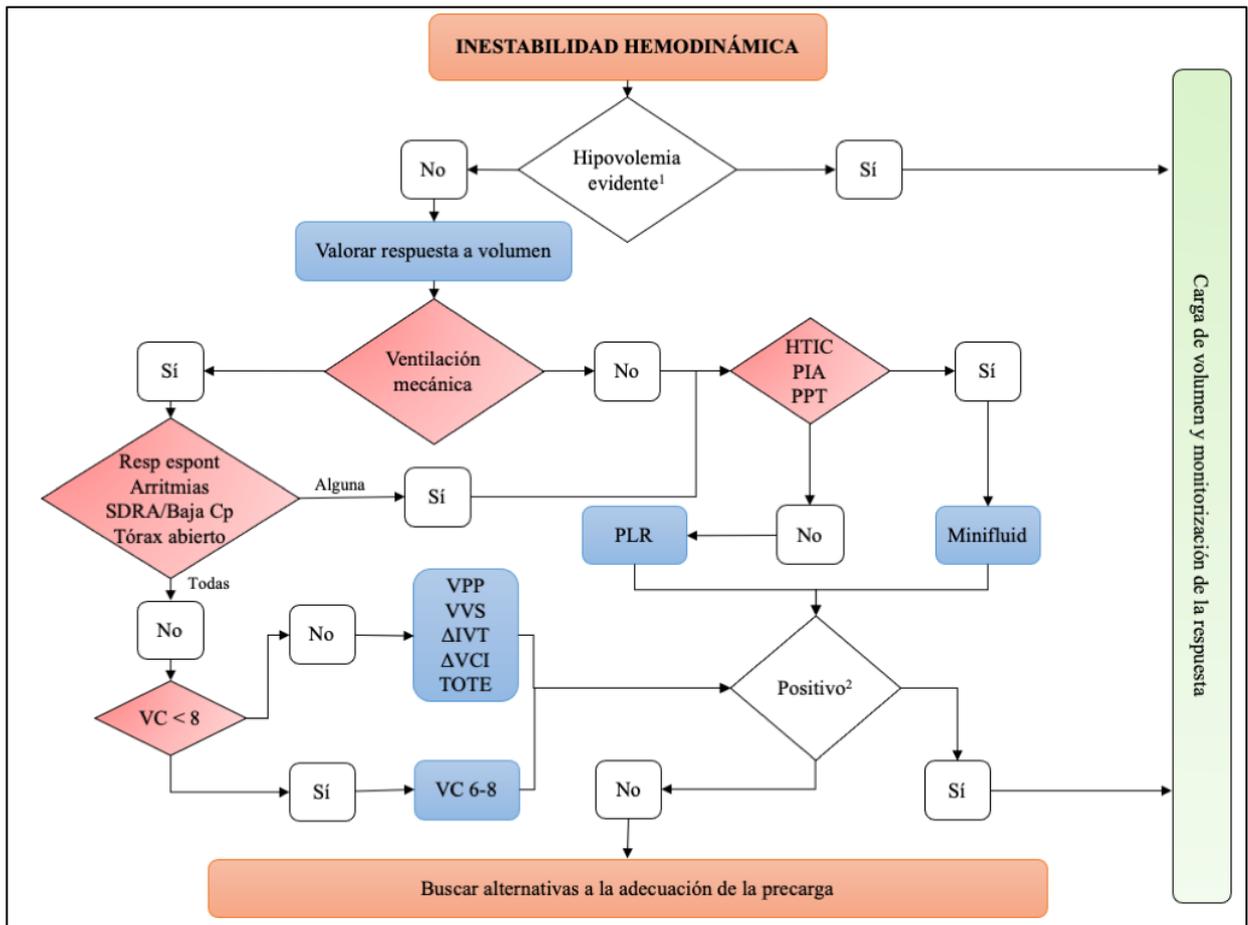


Figura 4. Algoritmo de decisión en función de las características de los pacientes.

1. Hipovolemia evidente: fase inicial de la resucitación del shock séptico o pérdida de volumen evidente (p.ej. sangrado).

2. Valores de positividad de las diferentes pruebas:

VPP (variación presión de pulso): $\geq 13\%$

VVS (variación volumen sistólico): $\geq 12\%$

Δ IVT (variación integral velocidad tiempo): $\geq 12\%$

Δ VCI (variación vena cava inferior): $\geq 12\% - 40\%$

VC 6-8 (volumen corriente de 6 a 8 ml/kg): cambio VPP $\geq 3,5\%$ o VVS $\geq 2,5\%$

TOTE (test oclusión tele-inspiratoria): aumento del GC $\geq 5\%$

PLR (elevación pasiva de las piernas): aumento del GC $\geq 10\%$

Mini-fluid challenge: aumento del GC $\geq 5\%$

Resp espont, respiraciones espontaneas; SDRA, síndrome de distrés respiratorio agudo; Cp, compliance pulmonar; VC, volumen corriente en mL/Kg; HTIC, hipertensión intracraneal; PIA, presión intra-abdominal; PPT, paciente politraumático.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Evans L, Rhodes A, Alhazzani W, Antonelli M, Coopersmith CM, French C, et al. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock 2021. *Intensive Care Med.* 2021;1–67. <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-021-06506-y>
2. Malbrain MLNG, Van Regenmortel N, Saugel B, De Tavernier B, Van Gaal P-J, Joannes-Boyau O, et al. Principles of fluid management and stewardship in septic shock: it is time to consider the four D's and the four phases of fluid therapy. *Ann Intensive Care.* 2018;8:66. <http://dx.doi.org/10.1186/s13613-018-0402-x>
3. Cecconi M, Parsons AK, Rhodes A. What is a fluid challenge? *Curr Opin Crit Care.* 2011;17:290–5. <http://dx.doi.org/10.1097/MCC.0b013e32834699cd>
4. Monnet X, Teboul J-L. Volume responsiveness. *Curr Opin Crit Care.* 2007;13:549–53. <http://dx.doi.org/10.1097/MCC.0b013e3282ec68b2>
5. Sabatier C, Monge I, Maynar J, Ochagavia A. [Assessment of cardiovascular preload and response to volume expansion]. *Med intensiva.* 2012;36:45–55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2011.04.005>
6. Teboul J-L, Monnet X, Chemla D, Michard F. Arterial Pulse Pressure Variation with Mechanical Ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019;199:22–31. <http://dx.doi.org/10.1164/rccm.201801-0088CI>
7. Das SK, Choupoo NS, Pradhan D, Saikia P, Monnet X. Diagnostic accuracy of inferior vena caval respiratory variation in detecting fluid unresponsiveness: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Anaesthesiol.* 2018;35:831–9. <http://dx.doi.org/10.1097/EJA.0000000000000841>
8. Monnet X, Marik P, Teboul J-L. Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2016;42:1935–47. <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-015-4134-1>
9. Monge García MI, Barrasa González H. Why did arterial pressure not increase after fluid administration? *Med intensiva.* 2017;41:546–9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.medin.2017.03.005>
10. Monnet X, Teboul J-L. Passive leg raising: five rules, not a drop of fluid! *Vol. 19, Critical care (London, England).* p. 18.

<http://dx.doi.org/10.1186/s13054-014-0708-5>

11. Monge García MI, Gil Cano A, Gracia Romero M, Monterroso Pintado R, Pérez Madueño V, Díaz Monrové JC. Non-invasive assessment of fluid responsiveness by changes in partial end-tidal CO₂ pressure during a passive leg-raising maneuver. *Ann Intensive Care*. 2012;2:9. <http://dx.doi.org/10.1186/2110-5820-2-9>
12. Messina A, Dell'Anna A, Baggiani M, Torrini F, Maresca GM, Bennett V, et al. Functional hemodynamic tests: a systematic review and a metanalysis on the reliability of the end-expiratory occlusion test and of the mini-fluid challenge in predicting fluid responsiveness. *Crit Care*. 2019;23:264. <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-019-2545-z>
13. Monnet X, Osman D, Ridel C, Lamia B, Richard C, Teboul J-L. Predicting volume responsiveness by using the end-expiratory occlusion in mechanically ventilated intensive care unit patients. *Crit Care Med*. 2009;37:951–6. <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0b013e3181968fe1>
14. Myatra SN, Prabu NR, Divatia JV, Monnet X, Kulkarni AP, Teboul J-L. The Changes in Pulse Pressure Variation or Stroke Volume Variation After a “Tidal Volume Challenge” Reliably Predict Fluid Responsiveness During Low Tidal Volume Ventilation. *Crit Care Med*. 2017;45:415–21. <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0000000000002183>



BIBLIOTECA SEMICYUC

