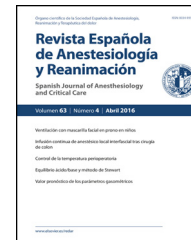




# Revista Española de Anestesiología y Reanimación

www.elsevier.es/redar



## EDITORIAL

### Medicina perioperatoria y función de la monitorización hemodinámica



### Perioperative medicine and the role of hemodynamic monitoring

S.C. Ng<sup>a,\*</sup> y M.G. Mythen<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Anaesthesia Department, University College London, Londres, Reino Unido

<sup>b</sup> Anaesthesia and Critical Care, University College London, Londres, Reino Unido

#### Introducción

La «medicina perioperatoria» es el nuevo modo de facilitar que el paciente participe en todos los aspectos relativos a sus propios cuidados, y de mejorar la colaboración entre las múltiples especialidades a lo largo del recorrido quirúrgico del paciente. La aportación de los mejores cuidados durante el periodo pre, intra y postoperatorio, para satisfacer las necesidades de los pacientes sometidos a cirugía mayor, es lo que define a la medicina perioperatoria<sup>1</sup>. Aun cuando es evidente que las complicaciones postoperatorias son el origen de los daños a corto plazo y que incrementan el tiempo de recuperación, la evidencia demuestra la emergencia de unos efectos a mayor plazo en estos pacientes<sup>2,3</sup>. Para abordar este problema se han desarrollado iniciativas para introducir unos cuidados más simplificados, integrados y orientados al paciente, como en el caso de los modelos de las vías de recuperación intensificada «enhanced recovery pathways (ERP) and perioperative surgical home», con el objetivo de reducir la morbilidad y mejorar la experiencia del paciente, además de los beneficios económicos.

#### Enhanced recovery pathways y manejo de los líquidos

La ERP consiste en una serie de prácticas basadas en la evidencia, en relación con la totalidad de los aspectos de

atención al paciente, prestadas por un equipo multiprofesional de cuidados sanitarios. Los estudios realizados sobre los resultados de la ERP no solo han demostrado la seguridad de su uso, sino que también han demostrado los beneficios del acortamiento de la estancia hospitalaria y la reducción de las complicaciones totales, sin incrementar los índices de readmisión<sup>4-6</sup>.

Uno de los principios clave de la ERP en el manejo perioperatorio de los líquidos es el mantenimiento del paciente quirúrgico en condiciones de hidratación y euvolemia. Los pacientes quirúrgicos se presentan a menudo en el quirófano en situación de deshidratación (con posibles desarreglos electrolíticos) debido a unas prácticas desfasadas y no basadas en la evidencia (por ejemplo, tiempo de ayuno prolongado y preparación intestinal). Sin embargo, las prácticas actuales de ERP abogan por mantener una buena hidratación preoperatoria mediante la reducción de los tiempos de ayuno, la carga de hidratos de carbono y la evitación de la preparación intestinal. ERP<sup>7</sup> recomienda el equilibrio de las soluciones electrolíticas, la administración conservadora de líquidos de «mantenimiento» y la terapia de líquidos dirigida a objetivos, guiada por las tecnologías de manejo de líquidos, de manera intraoperatoria.

La función esencial de los líquidos intravenosos no es refutable, pero, sin embargo, debería comprenderse que la aportación de líquidos no es solo una intervención que deba realizarse sin tener en cuenta que es necesario adaptarse a las necesidades de cada paciente. El informe *National Confidential Enquiry into Perioperative Deaths*, realizado en 1999<sup>8</sup>, recomendó que se asignara el mismo estatus a la prescripción de líquidos que a las prescripciones de fármacos, ya que numerosos pacientes desarrollan una grave

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [sucheenng@gmail.com](mailto:sucheenng@gmail.com) (S.C. Ng).

morbimortalidad postoperatoria debido a un manejo de los líquidos subóptimo. Dichas recomendaciones se ven respaldadas adicionalmente por una auditoría realizada en 2005, donde el 17% de los pacientes desarrollaron una morbilidad significativa a causa de la mala gestión de los líquidos<sup>9</sup>. La sobreadministración de líquidos, e incluso la infraadministración de estos, es el origen de morbimortalidades debido a su impacto negativo sobre la perfusión y la oxigenación tisular. Pueden producirse efectos perjudiciales, tales como edema tisular, hipoperfusión, íleo y dehiscencia de las heridas quirúrgicas<sup>10,11</sup>.

Es fundamental un manejo óptimo de los líquidos, pero ¿qué cantidad de estos precisa un paciente y cuál es el momento más adecuado para su aportación?

## Monitorización hemodinámica

Las técnicas tradicionales de monitorización no aportan a los facultativos suficiente información acerca del flujo de oxígeno o la situación de los líquidos intravasculares. No consideran el flujo a través del sistema vascular. La presión sanguínea, la presión venosa central y la presión de enclavamiento capilar pulmonar miden únicamente los componentes de la presión del sistema. Estas mediciones son sustitutivos insuficientes del estatus del volumen intravascular<sup>12</sup>.

Por otro lado, los sistemas avanzados de monitorización hemodinámica (MH) poseen capacidades para monitorizar las variables fisiológicas y aportar información sobre la perfusión tisular, el aporte de oxígeno a nivel macro y microcirculatorio, el gasto cardiaco (GC) y la capacidad de respuesta de los líquidos. A pesar de que estos sistemas no constituyen un tratamiento médico *per se*, sí aportan datos clínicos que serán de utilidad en el proceso de toma de decisiones, a fin de aportar una individualización al manejo de los líquidos y a las intervenciones sobre aportación de oxígeno. Las tecnologías mínimamente invasivas sobre GC aportan unos parámetros continuos en relación con el flujo (por ejemplo, volumen de eyección, GC, flujo de tiempo corregido). La utilización de estos parámetros durante las intervenciones para expresar los objetivos definidos, tales como la optimización del índice de aportación de oxígeno (DO<sub>2</sub>I) a los tejidos y mejorar el GC, es un concepto conocido como terapia dirigida a objetivos (TDO). Existe una gran cantidad de evidencia a favor de la TDO. A pesar de que el mayor ensayo realizado hasta la fecha sobre TDO (OPTIMISE), que recopiló más de 700 cirugías gastrointestinales de alto riesgo, fue incapaz de demostrar una diferencia estadística en cuanto a los resultados compuestos de las complicaciones postoperatorias moderadas y mayores, cuando se introdujo esta información para actualizar los metaanálisis existentes se produjo una disminución significativa de las complicaciones postoperatorias<sup>13</sup>. Una revisión Cochrane realizada en 2013 se posicionó a favor de la TDO, demostrando su seguridad y beneficio en cuanto a reducción de la estancia hospitalaria y de las complicaciones<sup>13</sup>.

La MH avanzada aporta también información acerca de cómo responde el sistema cardiovascular del individuo tras la carga de líquidos (precarga creciente)<sup>12</sup>, un término conocido como capacidad de respuesta a los líquidos. Lo que

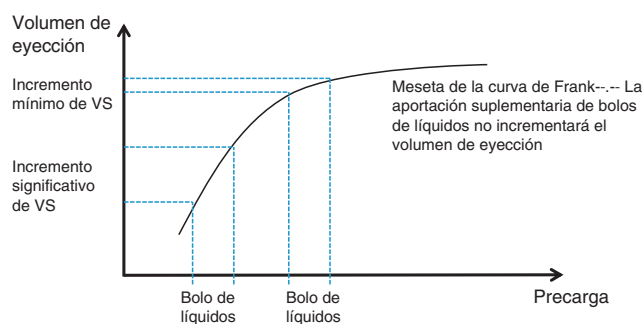


Figura 1 Curva de Frank-Starling.

hace es suprimir las «conjeturas» tradicionalmente planteadas por los facultativos al utilizar las presiones de llenado cardiaco, tal como la presión venosa central. No solo la presión venosa central es incapaz de distinguir entre la contractilidad o los cambios de los líquidos, sino que su imprecisión ha quedado demostrada<sup>12,14</sup>. Los índices dinámicos tales como la variación del volumen de eyección, la variación de la presión de pulso, el flujo de tiempo corregido (observado mediante doppler esofágico) y el índice de variabilidad pletismográfica se utilizan para evaluar la capacidad de respuesta a los líquidos en los pacientes sometidos a ventilación mecánica. Los estudios sobre optimización de líquidos que utilizan estos parámetros han reflejado una disminución de las complicaciones postoperatorias, un acortamiento de la estancia hospitalaria y una mejora de la estabilidad hemodinámica intraoperatoria<sup>15,16</sup>. Los principios subyacentes a estos índices recaen dentro de la relación entre el mecanismo de Frank-Starling y la posición intravascular del paciente sobre la curva (fig. 1). Si un paciente responde a los líquidos (parte de la inclinación ascendente de la curva), la aportación adicional de líquidos dará lugar a un incremento del volumen de eyección y, por tanto del GC, sin necesidad de aportar agentes vasopresores/inotrópicos. Sin embargo, si el paciente se encuentra ya en la fase plana, o de meseta de la curva, la administración suplementaria de líquidos es inútil, y puede ocasionar efectos perjudiciales. En esta etapa, si existe aún una necesidad de mejora hemodinámica, el facultativo deberá considerar el soporte de contractilidad cardiaca.

## Guía sobre monitorización hemodinámica

Las recomendaciones relativas a las tecnologías sobre el manejo de líquidos para la aportación de TDO pueden obtenerse del programa *The enhanced recovery partnership*, en Reino Unido (tabla 1)<sup>7</sup>.

## Función emergente de la monitorización hemodinámica

Se está produciendo una transición hacia los métodos quirúrgicos menos invasivos. A pesar de que la cirugía mínimamente invasiva ha derivado en una reducción del dolor, una mejor recuperación intestinal y una disminución de la estancia hospitalaria<sup>17</sup>, sigue conllevando una carga cardiovascular y respiratoria significativa que puede dar lugar a unos valores hemodinámicos adversos para al paciente<sup>18,19</sup>.

**Tabla 1** Recomendaciones a las tecnologías sobre el manejo de líquidos

El uso intraoperatorio de tecnologías para el manejo de líquidos está recomendado desde el momento en que aparecen las causas siguientes:

- Cirugía mayor con un índice de mortalidad a 30 días > 1%
- Cirugía mayor con hemorragia anticipada superior a 500 ml
- Cirugía mayor intraabdominal
- Cirugía intermedia (mortalidad a 30 días > 0,5%) en pacientes de alto riesgo (edad > 80 años, historia de FVI, CI, ACV o enfermedad arterial periférica)
- Hemorragia inesperada y/o pérdida de líquidos que requiera > 2 l de reemplazo de líquidos
- Pacientes con evidencia continua de hipovolemia y/o hipoperfusión (por ejemplo, acidosis láctica persistente)

Fuente: Adaptada de Mythen et al.<sup>7</sup>.

La insuflación de CO<sub>2</sub> en el neumoperitoneo origina un incremento de las presiones intraabdominales (normalmente de hasta 15 mmHg, cuando la presión intraabdominal normal es menor de 5 mmHg). El establecimiento del neumoperitoneo origina unos incrementos de la presión arterial media y de la resistencia vascular sistémica, pero reduce el GC<sup>18,20,21</sup>. Junto con el posicionamiento extremo del paciente para facilitar el acceso quirúrgico, existe una redistribución del flujo sanguíneo y una reducción de DO<sub>2</sub>I. También se encuentran efectos más profundos y variables del neumoperitoneo en pacientes con enfermedad cardiovascular que en aquellos sin enfermedad preexistente<sup>18</sup>. Además, la absorción sistémica de CO<sub>2</sub> da lugar también a depresión miocárdica. La MH avanzada en la cirugía mínimamente invasiva facilita una monitorización intraoperatoria más cercana, pudiendo mejorar potencialmente la hemodinámica intraoperatoria cuando la MH estándar es insuficiente, o cuando tampoco es deseable el uso de cateterismo de arteria pulmonar (CAP) invasivo. Considerando el envejecimiento de la población actual y la complejidad médica, la MH debería considerarse en todas las intervenciones mínimamente invasivas en pacientes que no sean estables según ASA I-II, sometidos a cirugía simple mínimamente invasiva.

Otra aplicación interesante de estas tecnologías de monitorización es el valor de DO<sub>2</sub>I como objetivo. Diversos estudios han demostrado unos mejores resultados con un DO<sub>2</sub>I más elevado<sup>22-24</sup>. Se han reportado fugas anastomóticas más elevadas en la cirugía mayor gastrointestinal con valores de DO<sub>2</sub>I < 400 ml/min/m<sup>2,24</sup>. ¿Podría existir la posibilidad de incrementar el DO<sub>2</sub>I e influir en los resultados? Esto está aún por determinar.

### ¿Qué sistemas utilizar?

Los facultativos disponen de una serie de tecnologías de MH, aunque no existe un único dispositivo que sea adecuado para un amplio rango de tipos de pacientes y situaciones

**Tabla 2** Características de un dispositivo ideal de gasto cardiaco

- Medición continua
- Medición precisa
- Medición reproducible
- Rapidez en la respuesta de tiempo
- Fiabilidad durante los diversos estados fisiológicos
- Rapidez y facilidad de uso
- Seguridad
- Independencia del operador
- Rentabilidad

clínicas. Ninguno de los dispositivos actuales es perfecto. La [tabla 2](#) muestra una relación de las características ideales que debería reunir un monitor de GC.

Existen diversos sistemas de monitorización para los distintos entornos, por lo que se precisa un conocimiento profundo de las diferentes capacidades de cada tecnología, y de sus ventajas y limitaciones, para que la elección de los dispositivos resulte menos desalentadora.

La información procedente de la MH debería complementar, y no sustituir, al resto de la información médica (historia, datos clínicos, investigaciones, datos de laboratorio) para evitar malas interpretaciones e intervenciones inadecuadas.

## Tipos de monitorización hemodinámica

### Invasiva

El CAP se considera la «técnica de referencia» en cuanto a supervisión hemodinámica desde su introducción en 1970. Se trata de un método ligeramente invasivo de medición del GC. No solo aporta mediciones intermitentes (desfase temporal), es poco fiable en presencia de regurgitación tricúspidea y tiene un considerable riesgo de complicaciones (tales como infecciones, rotura de la arteria pulmonar y arritmia, entre otros), sino que es dependiente del operador, lo que puede originar unas mediciones incorrectas que deriven en intervenciones inadecuadas. Por ello, el uso del CAP como «patrón de referencia» en la práctica clínica ha descendido considerablemente.

### Mínimamente invasiva

Se trata de cualquier método para la obtención de los valores del GC sin necesidad de realizar un CAP. La [tabla 3](#) describe brevemente la variedad de dispositivos de GC comercialmente disponibles. Los datos específicos sobre la tecnología de dichos monitores de GC no recae dentro del ámbito de este artículo.

## Conclusión

Existen numerosas opciones disponibles para el facultativo en cuanto a MH perioperatoria. En la cirugía intermedia o mayor, la asociación ERP no solo recomienda a los facultativos la disponibilidad de monitores de medición del GC, sino

**Tabla 3** Clasificación de monitores de gasto cardiaco

Clasificación		Dispositivos Fabricantes	Requisitos Descripción
Análisis de la presión de pulso	Calibrado	PiCCO Plus <i>Pulsion Medical Systems, Múnich, Alemania</i>	Catéter venoso central y catéter arterial Calibración: termodilución transpulmonar
		LiDCOplus <i>LiDCO, Londres, Reino Unido</i>	Catéter venoso central/periférico y catéter arterial Calibración: indicador de litio-dilución
		EV1000 VolumeView <i>Edwards Lifesciences, Irvine, CA, EE. UU.</i>	Catéter venoso central/periférico y catéter arterial
	No calibrado	Doppler Cardio-Q plus <i>Deltex Medical Ltd., Chichester, Reino Unido</i>	Sonda doppler
		FloTrac/Vigileo <i>Edwards Lifesciences, Irvine, CA, EE. UU.</i>	Línea arterial Utiliza un algoritmo propio para calcular el volumen de eyección
		LiDCOrapid <i>LiDCO, Londres, Reino Unido</i>	Línea arterial Requiere tarjetas con chip para desbloquear monitor
		PulsioFlex <i>Pulsion Medical Systems, Múnich, Alemania</i>	Línea arterial
		ProAQT <i>Pulsion Medical Systems, Múnich, Alemania</i>	Línea arterial
		MostCare <i>Vytech, Vygon, Padua, Italia</i>	Opción de calibración externa disponible
		CardioQ/ CardioQ-ODM <i>Deltex Medical Ltd., Chichester, Reino Unido</i>	Línea arterial Sonda transeofágica Mide la velocidad del flujo sanguíneo en la aorta descendente
Doppler	Transtorácico	USCOM <i>Uscom, Sidney, Australia</i>	Sonda transtorácica Mide el flujo de ultrasonidos transaórticos o transpulmonares
Reinhalación parcial de CO <sub>2</sub>		NICO System <i>Novamatrix Medical Systems, Wallingford, CT, EE. UU.</i>	Circuito de reinhalación desechable Ecuación de Fick modificada
No invasivo		ECOM <i>ConMed, Irvine, CA, EE. UU.</i>	Electrodo asegurado al tubo endotraqueal Tecnología de bioimpedancia
		BioZ <i>CardioDynamics, San Diego, CA, EE. UU.</i>	Electrodo dérmico Tecnología de bioimpedancia
		NICOM device <i>Cheetah Medical, Portland, OR, EE. UU.</i>	Electrodos dérmicos Tecnología de biorreactancia
		Nexfin <i>BMEYE, Ámsterdam, Holanda</i>	Oxímetro dedo (abrazadera inflable para dedo) Tecnología de descarga vascular
		Massimo <i>Massimo Corp., Irvine, CA, EE. UU.</i>	Oxímetro de pulso específico Mide los cambios de volumen del pulso
		ClearSight <i>Edwards Lifesciences, FloTrac, EV1000, Irvine, CA, EE. UU.</i>	Oxímetro de dedo Tecnología de descarga vascular

que también recomienda que dichos profesionales reciban formación sobre su uso<sup>7</sup>.

Cualquiera que sea la tecnología elegida, deberá ponerse en contexto la información reunida y considerarse con precaución. Las directrices locales y la supervisión regular deberían informar acerca de los usos adecuados y la evolución de los pacientes. Cualquier información deberá tener siempre en cuenta otros parámetros del paciente, que sirvan de orientación para una atención médica segura.

## Bibliografía

- Grocott MP, Pearse RM. Perioperative medicine: The future of anaesthesia. *Br J Anaesth*. 2012;108:723–6.
- Khuri SF, Henderson WG, DePalma RG, Mosca C, Healey NA, Kumbhani DJ, et al. Determinants of long-term survival after major surgery and the adverse effect of postoperative complications. *Ann Surg*. 2005;242:326–41, discussion 341–3.
- Brown SR, Mathew R, Keding A, Marshall HC, Brown JM, Jayne DG. The impact of postoperative complications on long-term quality of life after curative colorectal cancer surgery. *Ann Surg*. 2014;259:916–23.
- Greco M, Capretti G, Beretta L, Gemma M, Pecorelli N, Braga M. Enhanced recovery program in colorectal surgery: A meta-analysis of randomized controlled trials. *World J Surg*. 2014;38:1531–41.
- Ni TG, Yang HT, Zhang H, Meng HP, Li B. Enhanced recovery after surgery programs in patients undergoing hepatectomy: A meta-analysis. *World J Gastroenterol*. 2015;21:9209–16.
- Fulfilling the potential: A better journey for patients and a better deal for the NHS. NHS Improvement; 2012. [www.improvement.nhs.uk/enhancedrecovery](http://www.improvement.nhs.uk/enhancedrecovery).
- Mythen MG, Swart M, Acheson N, Crawford R, Jones K, Kuper M, et al. Perioperative fluid management: Consensus statement from the enhanced recovery partnership. *Perioper Med (Lond)*. 2012;1:2.
- Callum KG, Gray AJG, Hoile RW, Ingram GS, Martin IC, Sherry KM, et al. Extremes of age: the 1999 report of the National Confidential Enquiry into Perioperative Deaths. London: National Confidential Enquiry into Perioperative Deaths; 1999.
- Walsh SR, Walsh CJ. Intravenous fluid-associated morbidity in postoperative patients. *Ann R Coll Surg Engl*. 2005;87:126–30.
- Brandstrup B, Tonnesen H, Beier-Holgersen R. Effects of intravenous fluid restriction on postoperative complications: Comparison of two perioperative fluid regimens: a randomized assessor-blinded multicenter trial. *Ann Surg*. 2003;238:641–8.
- Thacker JK, Mountford WK, Ernst FR, Krukas MR, Mythen MM. Perioperative fluid utilization variability and association with outcomes: Considerations for enhanced recovery efforts in sample US surgical populations. *Ann Surg*. 2016;263:502–10.
- Marik PE, Baram M, Vahid B. Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systematic review of the literature and the tale of seven mares. *Chest*. 2008;134:172–8.
- Pearse RM, Harrison DA, MacDonald N. Effect of a perioperative, cardiac output-guided hemodynamic therapy algorithm on outcomes following major gastrointestinal surgery: A randomized clinical trial and systematic review. *JAMA*. 2014;311:2181–90.
- Berkenstadt H, Margalit N, Hadani M, Friedman Z, Segal E, Villa Y, et al. Stroke volume variation as a predictor of fluid responsiveness in patients undergoing brain surgery. *Anesth Analg*. 2001;92:984–9.
- Lopes MR, Oliveira MA, Pereira VO, Lemos IP, Auler JO Jr, Michard F. Goal-directed fluid management based on pulse pressure variation monitoring during high-risk surgery: A pilot randomized controlled trial. *Crit Care*. 2007;11:R100.
- Benes J, Chytra I, Altmann P, Hluchy M, Kasal E, Svitak R, et al. Intraoperative fluid optimization using stroke volume variation in high risk surgical patients: Results of prospective randomized study. *Crit Care*. 2010;14:R118.
- Veldkamp R, Kuhry E, Hop WC, Jeekel J, Kazemier G, Bonjer HJ, et al. Laparoscopic surgery versus open surgery for colon cancer: Short-term outcomes of a randomised trial. *Lancet Oncol*. 2005;6:477–84.
- Haxby EJ, Gray MR, Rodriguez C, Nott D, Springall M, Mythen M. Assessment of cardiovascular changes during laparoscopic hernia repair using oesophageal Doppler. *Br J Anaesth*. 1997;78:515–9.
- Nguyen NT, Ho HS, Fleming NW, Moore P, Lee SJ, Goldman CD, et al. Cardiac function during laparoscopic vs open gastric bypass. *Surg Endosc*. 2002;16:78–83.
- Joshi GP, Hein HA, Mascarenhas WL, Ramsay MA, Bayer O, Klotz P. Continuous transesophageal echo-Doppler assessment of hemodynamic function during laparoscopic cholecystectomy. *J Clin Anesth*. 2005;17:117–21.
- Koliopoulos A, Zografos G, Skiathitis S, Stithos D, Voukena V, Karampinis A, et al. Esophageal Doppler (ODM II) improves intraoperative hemodynamic monitoring during laparoscopic surgery. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*. 2005;15:332–8.
- Shoemaker WC, Appel PL, Kram HB, Waxman K, Lee TS. Prospective trial of supranormal values of survivors as therapeutic goals in high-risk surgical patients. *Chest*. 1988;94:1176–86.
- Boyd O, Grounds RM, Bennett ED. A randomized clinical trial of the effect of deliberate perioperative increase of oxygen delivery on mortality in high-risk surgical patients. *JAMA*. 1993;270:2699–707.
- Levy BF, Fawcett WJ, Scott MJ, Rockall TA. Intra-operative oxygen delivery in infusion volume-optimized patients undergoing laparoscopic colorectal surgery within an enhanced recovery programme: The effect of different analgesic modalities. *Colorectal Dis*. 2012;14:887–92.