

Aporte de volumen en el perioperatorio: ¿debemos modificar nuestro enfoque?

MARIO CONCHA P.¹, VERÓNICA MERTZ K.¹, LUIS CORTÍNEZ F.¹,
ALVARO ZÚÑIGA D.², GEORGE PINEDO M.²

Transesophageal echocardiography to monitor fluid administration during the perioperative period

Background: During the perioperative period an adequate intravascular volume must be maintained. Current recommendations overestimate perioperative volume requirements. **Aim:** To compare perioperative volume administration using standard monitoring methods or guided by left ventricular filling parameters. **Material and Methods:** Twenty-four patients subjected to colon resection were randomized to monitoring by electrocardiography, blood and central venous pressure, or by transesophageal echocardiography. In the latter, volume administration was adjusted to maintain basal values of left ventricular end diastolic volume and cardiac index. **Results:** Patients with the standard monitoring system and transesophageal echocardiographic monitoring received 21.1 ± 12 and 6.3 ± 2 ml/kg/h of fluids during the perioperative period, respectively ($p < 0.01$). **Conclusions:** The use of transesophageal echocardiography significantly reduced the perioperative fluid administration.

(Rev Med Chile 2011; 139: 1157-1162).

Key words: Central venous pressure; Echocardiography, transesophageal; Intravascular procedures.

La mantención de un adecuado volumen del espacio intravascular constituye un punto central en el manejo perioperatorio de pacientes sometidos a gran cirugía. Tanto déficit como excesos en el aporte de volumen han sido relacionados con morbilidad¹⁻⁷. Resulta, por lo tanto, de gran importancia disponer de los medios de monitorización que permitan determinar el estado de este compartimento. Desafortunadamente los que utilizamos no son aplicables en clínica o pueden no reflejar la real condición de este⁸. A ello se agrega que las recomendaciones de reposición utilizadas probablemente sobreestiman los requerimientos^{9,10}, y que algunas estrategias de reposición se han extendido a situaciones en las que pudieran no ser las más adecuadas¹¹. Como resultado de esto, durante el período perioperatorio con frecuencia se administran cantidades de volumen que probablemente son mayores a las

requeridas para cumplir los objetivos fisiológicos buscados^{12,13}.

El intraoperatorio de la gran cirugía abdominal es considerado un período de elevados requerimientos de reemplazo de volumen intravascular. El poder cuantificar los aportes y pérdidas de volumen, y mantener condiciones hemodinámicas similares entre los grupos comparados, hacen de este período una buena oportunidad de probar la hipótesis que la utilización de medios de monitorización y criterios clínicos habituales, determinan un aumento del volumen administrado, en relación a la cantidad aportada cuando esto se realiza buscando alcanzar un objetivo definido y cuantificable. El objetivo de este estudio fue comparar las diferencias en la cantidad de volumen administrado cuando esto se realiza de acuerdo a métodos y recomendaciones consideradas habituales, o cuando se realiza tratando de mantener

¹División de Anestesiología.
²Departamento de Cirugía Digestiva, Hospital Clínico, Escuela de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Recibido el 7 de marzo de 2011, aceptado el 11 de julio de 2011.

Correspondencia a:
Dra. Verónica Mertz K.
Departamento de Anestesiología
Hospital Clínico Universidad Católica de Chile.
Marcoleta 367, piso 3.
Santiago, Chile.
Teléfono: 56 2 639 8766.
Fax: 56 2 632 7620
E-mail: vmertz@med.puc.cl

los valores basales de volumen de llenado ventricular o índice cardiaco (IC).

Pacientes y Método

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de Chile. Los pacientes firmaron consentimiento informado de participación voluntaria. Se estudiaron prospectivamente 24 pacientes programados para cirugía resectiva de colon, clasificados como I o II de la clasificación de la *American Society of Anesthesiologists* (ASA) ASA I: paciente sano, sólo presenta cuadro quirúrgico que motiva la cirugía, ASA II: paciente con enfermedad sistémica leve, ASA III: enfermedad sistémica moderada, ASA IV: paciente con enfermedad sistémica que pone en riesgo permanente la vida, ASA V: paciente que con o sin cirugía fallecerá en 24 horas. Todos recibieron la misma preparación de colon, que incluía la administración de 1.000 ml de *Ringer* lactato durante la noche previa a la cirugía, la que se realizó a primera hora de la mañana. En un grupo la monitorización consistió en electrocardiografía continua, presión arterial no invasiva, presión venosa central (PVC), diuresis, oximetría de pulso, y capnografía (G1). En el otro incluyó además el uso de ecocardiografía transesofágica (ETE) (G2). Los pacientes se asignaron a cada grupo en forma aleatorizada. Todos recibieron la misma técnica anestésica basada en fentanil e isoflurano, cuya administración se ajustó para controlar cambios de presión arterial media

(PAM) y frecuencia cardiaca (FC) mayores de 20% de los valores basales, definidas estas como el valor promedio de tres determinaciones hechas en reposo el día previo a la cirugía. En G2 se colocó la sonda de ETE una vez terminada la inducción anestésica. Las mediciones basales fueron hechas después de 5 minutos de mantención de PAM y FC dentro de un rango de $\pm 20\%$ de los valores basales, previo a la incisión quirúrgica, con la mesa en posición neutra, con el paciente en posición quirúrgica con las piernas ligeramente flectadas y separadas (posición de Lloyd-Davies). Se midió el volumen de fin de diástole del ventrículo izquierdo indexado (VFDVII) e índice cardiaco (IC). Todas las determinaciones fueron hechas por el mismo operador (VM). Determinaciones adicionales fueron hechas cada 30 minutos o cada vez que la PAM disminuyó más de 20% de los valores basales. El VFDVII fue medido en el esófago medio de acuerdo al método de Simpson¹⁴. El IC fue medido de acuerdo al método descrito por Perrino¹⁵. En G1 el tipo y cantidad de volumen administrado se realizó de acuerdo a la evaluación del anestesiólogo a cargo, considerando el balance hídrico, y las variaciones de FC, PAM, PVC, y diuresis. Los anesthesiólogos a cargo de los pacientes de G1 desconocían el objetivo de este estudio, y sólo se les instruyó para estandarización de la técnica anestésica y de los criterios hemodinámicos para el control de ésta. En G2 se administró una infusión basal de 3 ml/kg/h de *Ringer* lactato. Aportes adicionales se realizaron de acuerdo al algoritmo de la Figura 1. Disminuciones de PAM mayores de

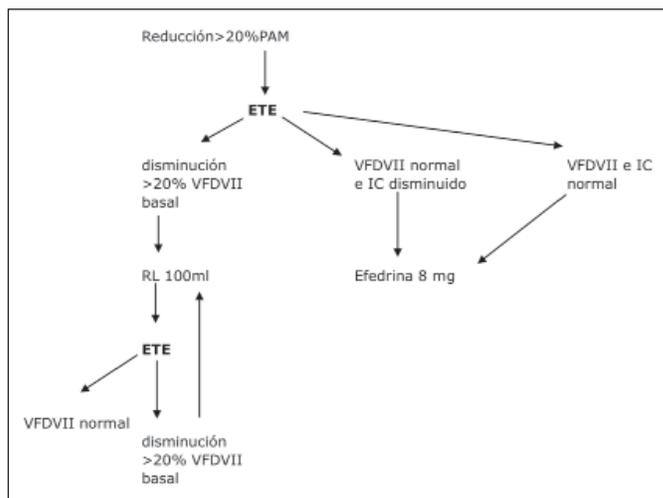


Figura 1. Manejo hemodinámico en pacientes sometidos a cirugía abdominal. PAM: Presión arterial media. VFDVII: Volumen de fin de diástole del ventrículo izquierdo indexado. IC: Índice cardiaco. RL: Ringer lactato.

20% previo a la inserción de sonda de ETE fueron tratadas administrando 100 ml de *Ringer* lactato y 8 mg de efedrina. Esto fue repetido a los tres minutos en caso de falta de respuesta. Cuando las mediciones realizadas cada 30 minutos mostraban una disminución mayor de 20% del VFDVII o del IC, se aplicó el mismo algoritmo de la Figura 1. En ambos grupos, la administración de GR se realizó tratando de mantener un hematocrito alrededor de 30%. El tiempo quirúrgico fue definido como el intervalo entre el inicio de la inducción anestésica y el momento de la extubación. No se administraron diuréticos durante el intraoperatorio. Las pérdidas sanguíneas fueron determinadas cada 30 minutos a través de la medición de los frascos de aspiración menos volumen de solución de lavado, y peso de compresas a las que se restó el peso seco. Las complicaciones post operatorias fueron registradas prospectivamente por el equipo quirúrgico, y fueron definidas como cualquier condición clínica que determinara cambios en la terapia o solicitud de exámenes de laboratorio que mostraran hallazgos anormales.

Basados en un estudio previo que mostraba que en cirugía abierta la cantidad de *Ringer* lactato requerido para mantener un VFDVII o IC similar al basal era de 5,9 ml/kg/h¹⁶, se estimó que se requerían 12 pacientes en cada grupo para detectar una diferencia de al menos 40% en el total de volumen administrado (potencia 80%, error a 0,05). Los datos están expresados como promedio y desviación estándar. Las comparaciones fueron hechas con la prueba de *Wilcoxon sum-rank* en muestras independientes o *Wilcoxon signed-rank* en muestras pareadas. El análisis estadístico fue

hecho con el programa R (acceso libre a través de <http://www.r-project.org/>). Se consideró significativa una $p \leq 0,05$.

Resultados

Se estudiaron 24 pacientes, todos los cuales completaron el período de estudio. Sus datos demográficos se muestran en la Tabla 1. Las cirugías realizadas fueron 8 hemicolectomías y 4 colectomías totales en G1, y en G2 las 12 cirugías fueron hemicolectomías. La cantidad de volumen administrada en cada grupo, pérdidas sanguíneas, requerimientos de efedrina y diuresis se muestran en la Tabla 2. En G1 no hubo diferencias en la cantidad de volumen administrado a los pacientes sometidos a colectomía y hemicolectomía ($19,2 \pm 8,7$ ml/kg/h y $16,8 \pm 4,4$ ml/kg/h, respectivamente, $p = 0,68$). En G1, 4 pacientes recibieron además de *Ringer* lactato alguna solución coloidal, y un paciente recibió 600 ml de glóbulos rojos.

Tabla 1. Datos demográficos de 24 pacientes sometidos a cirugía de colon

	G1	G2
Edad (años)	60,8 ± 9,7	59,3 ± 11,5
Peso (kg)	54,3 ± 9,7	66,7 ± 12,3*
Talla (cm)	162 ± 5,5	161 ± 10,2
Sexo (m/f)	7/5	8/4

* $p < 0,05$. Promedio ± Desviación estándar. m: masculino. f: femenino.

Tabla 2. Volumen administrado, pérdidas sanguíneas, requerimientos de efedrina, y diuresis, en pacientes operados de cirugía de colon

	G1	G2
Volumen total administrado (ml)	2.562 ± 1.030	1.311 ± 474*
Volumen total administrado (ml·kg ⁻¹ ·h ⁻¹)	21,1 ± 12	6,3 ± 2*
Pérdidas sanguíneas (ml)	277 ± 50	302 ± 126
Pacientes que requirieron efedrina en la inducción	8	6
Pacientes que requirieron efedrina en la mantención	6	2
Diuresis (ml·kg ⁻¹ ·h ⁻¹)	1,6 ± 1,2	0,6 ± 0,4*
Duración de la cirugía (horas)	2,6 ± 0,9	3,1 ± 0,7

*= $p \leq 0,01$, prueba de Wilcoxon para muestras independientes.

Tabla 3. Mediciones ecocardiográficas en pacientes sometidos a cirugía de colon

	Basal	Final
VFDVII	39,2 ± 5,7	37,5 ± 1,6
IC	3,1 ± 0,5	3,5 ± 0,7

VFDVII (ml/m²): Volumen de fin de diástole del ventrículo izquierdo indexado. IC (l/m²): Índice cardiaco.

Todos los pacientes en G2 requirieron aporte adicional de volumen en al menos una oportunidad. No hubo diferencias en las mediciones ecocardiográficas en los valores basales y finales (Tabla 3). La estadía hospitalaria fue de $9,7 \pm 3,6$ en G1, y de $11,4 \pm 5,1$ días en G2 ($p = 0,4$). Un paciente en cada grupo presentó una infección urinaria, 2 pacientes en G2 presentaron una infección respiratoria, y un paciente en G1 presentó infección de la herida operatoria.

Discusión

El resultado más importante del estudio fue comprobar que la administración de volumen guiada por un parámetro cuantitativo de las condiciones de llenado ventricular y débito cardiaco, determina una importante disminución del volumen administrado. Resulta importante destacar que la cantidad utilizada en G2 fue significativamente menor a la que ha sido recomendada para este tipo de cirugía, y similar a la utilizada en otros estudios en los cuales se trató de restringir el aporte o se definió un objetivo fisiológico a alcanzar^{7,16}. Considerando la evidencia existente en relación a los problemas asociados a un aporte de volumen en exceso^{1,5,7,17}, debemos considerar seriamente las limitaciones de los métodos de monitorización que frecuentemente utilizamos, y plantearnos la necesidad de incorporar otros que permitan controlar que una adecuada entrega de oxígeno a los tejidos, objetivo final de la terapia de reemplazo de volumen, se cumpla. La utilización de métodos de monitorización que entreguen esta información, por la complejidad, costo, riesgos e invasividad que representan no se justifican en la mayoría de los pacientes. En otros, sin embargo, la evaluación frecuente de lactato, saturación venosa central, o de las variaciones de la presión de pulso pueden aportar a precisar la estrategia de reposición de volumen.

La disminución del aporte en G2 hace plantear la posibilidad de una disminución del espacio intravascular, que no se evidenció como resultado de activación simpática, la que puede determinar también redistribuciones de flujo que podrían comprometer al territorio esplácnico, renal, piel y músculo, que precozmente son afectados por una disminución del volumen circulante. Aun cuando el diseño del estudio no permite descartar esta posibilidad, esto sería leve ya que disminuciones de hasta 10% del volumen intravascular no afectan el débito cardiaco o la presión arterial¹⁸, parámetros ambos que fueron mantenidos cercanos a los basales de acuerdo al protocolo de estudio. En G2 la diuresis fue significativamente menor, y en el límite de lo que habitualmente se acepta. De acuerdo con lo señalado, la mantención de la presión arterial, de llenado ventricular y de IC permiten asumir una adecuada perfusión renal, pudiendo explicarse la disminución de la diuresis por una respuesta fisiológica a la cirugía que promueve la absorción de sodio y agua¹⁹. Este punto, sin embargo, debe ser específicamente estudiado para el período perioperatorio. Aún cuando ninguno de los pacientes estudiados desarrolló complicaciones relacionadas a un inadecuado reemplazo de volumen intravascular, el número de pacientes estudiados no permite obtener conclusiones.

Una potencial debilidad del estudio es la falta de protocolización en la forma de administrar volumen en G1. Sin embargo, la metodología utilizada trata de representar una manera muy habitual de manejar el aporte de fluidos en el perioperatorio, en la cual criterios ampliamente aceptados pero sin límites precisos en cuanto a lo que se puede aceptar en las variaciones de estos, o en las cantidades de fluidos a administrar, terminan provocando acumulación de varios litros de exceso^{12,13,20,21}. A la luz de los resultados obtenidos, esto es claramente innecesario para mantener condiciones de llenado e IC normales. La probable sobreestimación de los requerimientos y la escasa capacidad de los medios de monitorización habitual de reflejar las condiciones del compartimento intravascular han sido ampliamente reportadas^{8,22-27} y enfatizan la necesidad de modificar la manera de realizar el aporte de volumen en el perioperatorio. La respuesta acerca de cual es el mejor método aún no está definida, sin embargo, debemos considerar las limitaciones de la monitorización que utilizamos, y los posibles riesgos de

un aporte excesivo. La utilización de parámetros que nos informen acerca de la efectividad de la entrega de oxígeno, o de la capacidad de respuesta del corazón frente al aporte de volumen²⁸ pueden ayudarnos a enfrentar el problema de manera más precisa, evitando el uso de cantidades innecesarias de volumen que podrían estar influyendo en la morbilidad.

Referencias

- Brandstrup B, Tonnesen H, Beier-Holgersen R, Hjortso E, Ording H, Lindorff-Larsen K, et al. 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.
- Mythen MG, Webb AR. Perioperative plasma volume expansion reduces the incidence of gut mucosal hypoperfusion during cardiac surgery. *Arch Surg* 1995; 130: 423-9.
- Mythen MG, Webb AR. Intra-operative gut mucosal hypoperfusion is associated with increased post-operative complications and cost. *Intensive Care Med* 1994; 20: 99-104.
- Sinclair S, James S, Singer M. Intraoperative intravascular volume optimisation and length of hospital stay after repair of proximal femoral fracture: randomised controlled trial. *BMJ* 1997; 315: 909-12.
- Lobo DN, Bostock KA, Neal KR, Perkins AC, Rowlands BJ, Allison SP. Effect of salt and water balance on recovery of gastrointestinal function after elective colonic resection: a randomised controlled trial. *Lancet* 2002; 359: 1812-8.
- Poelaert JI, Schupfer G. Hemodynamic monitoring utilizing transesophageal echocardiography: the relationships among pressure, flow, and function. *Chest* 2005; 127: 379-90.
- Nisanevich V, Felsenstein I, Almogy G, Weissman C, Einav S, Matot I. Effect of intraoperative fluid management on outcome after intraabdominal surgery. *Anesthesiology* 2005; 103: 25-32.
- 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.
- Hwang G, Marota, JA. Anesthesia for abdominal surgery. In: Hurford WE BM, Davison JK, Haspel KL, Rosow C, ed. *Clinical anesthesia procedures of the Massachusetts General Hospital Philadelphia: Lippincott-Raven*, 1997: 330-46.
- Grocott MP, Mythen MG, Gan TJ. Perioperative fluid management and clinical outcomes in adults. *Anesth Analg* 2005;100:1093-106.
- Shoemaker WC, Montgomery ES, Kaplan E, Elwyn DH. Physiologic patterns in surviving and nonsurviving shock patients. Use of sequential cardiorespiratory variables in defining criteria for therapeutic goals and early warning of death. *Arch Surg* 1973; 106: 630-6.
- Chappell D, Jacob M, Hofmann-Kiefer K, Conzen P, Rehm M. A rational approach to perioperative fluid management. *Anesthesiology* 2008; 109: 723-40.
- Rehm M, Haller M, Orth V, Kreimeier U, Jacob M, Dressel H, et al. Changes in blood volume and hematocrit during acute preoperative volume loading with 5% albumin or 6% hetastarch solutions in patients before radical hysterectomy. *Anesthesiology* 2001; 95: 849-56.
- Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al Recommendations for chamber quantification. *Eur J Echocardiogr* 2006; 7: 79-108.
- Perrino AC, Jr., Harris SN, Luther MA. Intraoperative determination of cardiac output using multiplane transesophageal echocardiography: a comparison to thermodilution. *Anesthesiology* 1998; 89: 350-7.
- Concha MR, Mertz VF, Cortínez LI, González KA, Butte JM, López F, et al. The volume of lactated Ringer's solution required to maintain preload and cardiac index during open and laparoscopic surgery. *Anesth Analg* 2009; 108: 616-22.
- Lobo DN, Bjarnason K, Field J, Rowlands BJ, Allison SP. Changes in weight, fluid balance and serum albumin in patients referred for nutritional support. *Clin Nutr* 1999; 18: 197-201.
- Circulatory Shock and Physiology of its Treatment. In: Guyton AC, ed. *Textbook of Medical Physiology*. Tenth ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2000: 253-62.
- Traynor C, Hall GM. Endocrine and metabolic changes during surgery: anaesthetic implications. *Br J Anaesth* 1981; 53: 153-60.
- Jacob M, Chappell D, Hofmann-Kiefer K, Conzen P, Peter K, Rehm M. [Determinants of insensible fluid loss. Perspiration, protein shift and endothelial glycocalyx]. *Anaesthesist* 2007; 56: 747-58, 60-4.
- Rehm M, Orth V, Kreimeier U, Thiel M, Haller M, Brechtelsbauer H, Finsterer U. Changes in intravascular volume during acute normovolemic hemodilution and intraoperative retransfusion in patients with radical hysterectomy. *Anesthesiology* 2000; 92: 657-64.
- Cunnion RE, Natanson C. Echocardiography, pulmonary artery catheterization, and radionuclide cineangiography in septic shock. *Intensive Care Med* 1994; 20: 535-7.

23. Stephan F, Flahault A, Dieudonne N, Hollande J, Paillard F, Bonnet F. Clinical evaluation of circulating blood volume in critically ill patients-contribution of a clinical scoring system. *Br J Anaesth* 2001; 86: 754-62.
24. Hofer CK, Furrer L, Matter-Ensner S, Maloigne M, Klaghofner R, Genoni M, Zollinger A. Volumetric preload measurement by thermodilution: a comparison with transoesophageal echocardiography. *Br J Anaesth* 2005; 94: 748-55.
25. Spahn DR, Chassot PG. CON: Fluid restriction for cardiac patients during major noncardiac surgery should be replaced by goal-directed intravascular fluid administration. *Anesth Analg* 2006; 102: 344-6.
26. Gan TJ, Soppitt A, Maroof M, el-Moalem H, Robertson KM, Moretti E, et al. Goal-directed intraoperative fluid administration reduces length of hospital stay after major surgery. *Anesthesiology* 2002; 97: 820-6.
27. Michard F, Alaya S, Zarka V, Bahloul M, Richard C, Teboul JL. Global end-diastolic volume as an indicator of cardiac preload in patients with septic shock. *Chest* 2003; 124: 1900-8.
28. Michard F, Teboul JL. Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence. *Chest* 2002; 121: 2000-8.