



ARTÍCULO ORIGINAL

Disminución de la presión venosa central: efecto sobre el gasto cardíaco



Mario Concha P.^a, Verónica Mertz K.^{a,*}, Luis Cortínez F.^a, Nicolás Jarufe C.^b, Jorge Martínez C.^b, Juan Francisco Guerra C.^b y Javiera Carmona B.^a

^a División de Anestesiología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

^b Departamento de Cirugía Digestiva, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile

Recibido el 24 de agosto de 2016; aceptado el 3 de enero de 2017

Disponible en Internet el 14 de febrero de 2017

PALABRAS CLAVE

Cirugía del hígado;
Presión venosa central;
Gasto cardíaco

Resumen

Introducción: La disminución de la presión venosa central (PVC) a menos de 5 mmHg ha sido recomendada para disminuir el sangrado durante la cirugía hepática. No se conoce el efecto de esto en el llenado ventricular e índice cardíaco (IC).

Objetivo: Medir el efecto en el volumen de fin de diástole del ventrículo izquierdo indexado (VFDVII) e IC de la disminución a 3-4 mmHg de la PVC.

Método: Se estudiaron pacientes sometidos a cirugía general en los cuales se monitorizó presión arterial directa, PVC, y ecocardiografía transesofágica (ETE). Posterior a la inducción anestésica, y después de 5 min de estabilidad hemodinámica, se midieron VFDVII e IC, los cuales se repitieron 5 min después de disminuir la PVC a 3-4 mmHg.

Resultados: Se estudiaron 32 pacientes; 12 cumplían criterios de disfunción diastólica (DD). Los valores basales y posteriores a la reducción de la PVC de VFDVII e IC fueron respectivamente $49,4 \pm 13$ y $40,1 \pm 13$ ml/m², y $2,8 \pm 0,56$ y $2,5 \pm 0,7$ l/m² (ambos $p < 0,01$). Todas las variaciones fueron mayores en los pacientes con DD.

Conclusiones: La disminución de la PVC a los niveles recomendados para disminuir el sangrado produce una moderada pero significativa reducción del IC. Esto debe ser considerado en pacientes con condiciones que pudieran hacer más importante el efecto de la disminución de la PVC.

© 2017 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad de Cirujanos de Chile. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: vmertz@med.puc.cl (V. Mertz K.).

KEYWORDS

Liver surgery;
Central venous
pressure;
Cardiac output

Reduction of central venous pressure: Effect on cardiac output**Abstract**

Introduction: The reduction of central venous pressure (CVP) below 5 mmHg has been recommended to decrease bleeding during hepatic surgery. The effect of this practice on cardiac function has not been quantified.

Objective: To measure the repercussion of the decrease of CVP on left ventricular end diastolic volume (LVEDV) and cardiac index (CI).

Method: Patients undergoing general anaesthesia for major surgery were studied. Monitoring included direct arterial pressure, CVP, and transesophageal echocardiography (TEE). During a stable period of anaesthesia, all of these parameters were measured before and after lowering CVP to 3-4 mmHg.

Results: Thirty-two patients were studied. Twelve patients met TEE diagnostic criteria for diastolic dysfunction (DD). Basal and post CVP reduction values of LVEDVI and CI were 49.4 ± 13 and 40.1 ± 13 ml/m², 2.8 ± 0.56 and 2.5 ± 0.7 l/m² respectively (both $P < .01$). All these variations were greater in patients with DD.

Conclusions: Reduction of CVP produced a moderate but significant decrease in LVEDV and CI. This should be considered in patients with conditions that may increase the effect of decreasing the CVP.

© 2017 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Sociedad de Cirujanos de Chile. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La disminución de la presión venosa central (PVC) ha sido recomendada para disminuir el sangrado durante la cirugía resectiva hepática¹⁻⁶. Aun cuando no existe consenso de los reales beneficios de esta recomendación^{7,8}, y que incluso se ha asociado a complicaciones graves⁹, su uso está ampliamente difundido^{7,9-11}. Hasta hoy, la discusión referente a los efectos de la disminución de la PVC se ha centrado en la disminución del sangrado, existiendo muy poca información respecto a los efectos de esto en la función cardíaca o perfusión tisular. De acuerdo con la ley de Frank-Starling, la disminución de la PVC disminuirá el gasto cardíaco (GC). Considerando que este es uno de los principales determinantes de la entrega de oxígeno a los tejidos, su disminución puede determinar hipoperfusión tisular. El objetivo de este estudio fue medir el efecto de la disminución de la PVC en el llenado ventricular y el GC.

Método

Con aprobación del Comité de Ética de la Facultad de Medicina de la Pontificia Universidad Católica, y con el consentimiento escrito de los pacientes, se estudiaron prospectivamente 32 pacientes ASA I-III sometidos a cirugía electiva no cardíaca, en quienes se estimó necesario el uso de monitorización hemodinámica invasiva. Todos se monitorizaron con ECG continuo, presión arterial invasiva, PVC, sonda urinaria, oximetría de pulso, capnografía, análisis biespectral (BIS) y ecocardiografía transesofágica (ETE). La inducción anestésica se realizó con tiopental 3-5 mg/kg, fentanilo 2-4 µg/kg y vecuronio 0,1 mg/kg. La ventilación se realizó con una FiO₂ de 0,5, volumen corriente 8 ml/kg de

peso ideal para la talla, y la ventilación se ajustó para obtener un CO₂ espirado de 30-35 mmHg. Las mediciones se realizaron en la fase espiratoria del ciclo. La mantención se realizó con isoflurano buscando mantener el BIS entre 40-60. La presión arterial media (PAM) se mantuvo dentro del 20% de los valores basales, usando dosis adicionales de 1 µg/kg de fentanilo o 6 mg de efedrina. Solo se administró el volumen requerido para la administración de drogas. Posterior a la inducción se colocó una sonda nasogástrica para aspirar el aire que pudiera estar en el estómago, después de lo cual se retiró para colocar la sonda de ETE. Los transductores de presión se fijaron a la pared torácica a nivel de la línea medio axilar. Después de 5 min de estabilidad hemodinámica y del BIS, se registraron la frecuencia cardíaca (FC), PAM, PVC y se realizaron las mediciones ecocardiográficas que incluían volumen de fin de diástole del ventrículo izquierdo (VFDVI), GC y función diastólica. Todas las mediciones fueron realizadas por el mismo anestesiólogo, utilizando un ecógrafo Philips Envisor-C, y se obtuvieron imágenes satisfactorias en todos los casos. El VFDVI fue medido en un corte medio esofágico utilizando el método de Simpson¹². El GC se midió con la técnica de Perrino en un eje largo transgástrico del tracto de salida del ventrículo izquierdo¹³. El VFDVI y el GC se dividieron por la superficie corporal para obtener el VFDVI indexado (VFDVII) y el índice cardíaco (IC), que es la manera como se muestran los resultados. El volumen sistólico (VS) se calculó dividiendo el GC por la FC. La función diastólica y la presencia de disfunción diastólica (DD) se determinaron a través de las mediciones de velocidad de flujo transmitral y de venas pulmonares usando como referencia los valores normales para la edad del paciente¹⁴. Una vez completadas las mediciones, se modificó la inclinación de la mesa quirúrgica bajando los pies hasta obtener una PVC de 3-4 mmHg. Tres minutos después se registró la PAM y se repitieron las

mediciones de VFDVII e IC. No se administró volumen o efedrina adicional durante el período en el cual se realizaron las mediciones. Los valores de VFDVII e IC fueron calculados a partir de 2 mediciones con menos del 20% de variación entre ellas. Después de la cirugía los pacientes fueron evaluados para detectar posibles complicaciones atribuibles a los métodos de monitorización.

El tamaño muestral para detectar una disminución del 20% del IC se estimó en 32 pacientes (potencia del 80% y error alfa del 5%). Para probar la distribución normal de los datos se utilizó el test de Shapiro-Wilk. De acuerdo con la distribución, para la comparación de los parámetros hemodinámicos y ecocardiográficos previos y posteriores a la disminución de la PVC se utilizó la t de Student pareada o el test de Wilcoxon. En pacientes con disfunción diastólica, los datos de distribución continua fueron analizados con promedio y desviación estándar o mediana y rango intercuartiles. Los cambios de PAM, IC y VFDVII entre pacientes con y sin DD fueron comparados usando la t de Student para datos no pareados y el test de Mann-Whitney. Se consideró significativo un valor de $p \leq 0,05$. Se realizó el análisis estadístico con R (<http://www.r-project.org/>).

Resultados

Se estudiaron 32 pacientes. Los datos demográficos y las cirugías realizadas se muestran en las [tablas 1 y 2](#) respectivamente. La disminución de la PVC determinó una disminución significativa de PAM, VFDVII e IC, sin modificaciones de la FC y del volumen sistólico ([tabla 3](#)). Doce pacientes presentaban criterios de DD. Un análisis de los cambios hemodinámicos y ecocardiográficos de este subgrupo se muestra en la [tabla 4](#). La magnitud de las disminuciones de la PAM, del VFDVII y del IC en pacientes con y sin DD se muestra en la [tabla 5](#). No se encontraron complicaciones atribuibles a ninguno de los métodos de monitorización utilizados.

Discusión

El hallazgo más importante de este estudio es que la disminución de la PVC a 3-4 mmHg se asocia a una disminución

Tabla 1 Demografía

Pacientes (masculino/femenino)	32 (19/13)
Edad	62 (12,1)
Peso (kg)	72,2 (13,2)
Talla (cm)	165,5 (10,4)
Superficie corporal (m ²)	1,8 (0,21)

Los datos corresponden a promedio y desviación estándar.

Tabla 2 Cirugía

Lobectomía hepática	23
Pancreatectomía	5
Lobectomía pulmonar	1
Hemicolectomía	1
Wertheim-Meigs	1
Trasplante renal	1
Total	32

Tabla 3 Valores hemodinámicos y ecocardiográficos basales y posteriores a la disminución de la PVC

	Basal	PVC 4	p
PAM (mmHg)	83 (14,5)	61 (10)	< 0,001
FC	67 (12)	63 (11)	0,006
VFDVII (ml/m ²)	49,4 (13)	40,1 (13)	< 0,001
IC (l/m ²)	2,8 (0,56)	2,5 (0,7)	< 0,001
VS (ml)	77,4 (24,5)	73,2 (26,6)	0,052

Los valores corresponden a promedio y desviación estándar.

IC: índice cardíaco; FC: frecuencia cardíaca; PAM: presión arterial media; PVC: presión venosa central; VFDVII: volumen de fin de diástole del ventrículo izquierdo indexado; VS: volumen sistólico.

Tabla 4 Valores hemodinámicos y ecocardiográficos basales y posteriores a la disminución de la PVC en pacientes con disfunción diastólica

	Basal	PVC 4	p
PAM (mmHg)	82 (13)	60 (16)	0,001
VFDVII (ml/m ²)	48 (39-66)	35 (28-41)	0,001
IC (l/m ²)	2,6 (0,61)	2 (0,64)	0,028

Los valores corresponden a promedio y desviación estándar, o a mediana y rango intercuartiles.

IC: índice cardíaco; PAM: presión arterial media; PVC: presión venosa central; VFDVII: volumen de fin de diástole del ventrículo izquierdo indexado.

Tabla 5 Comparación de la magnitud de los cambios en pacientes con y sin disfunción diastólica

	No DD	DD	p
Δ PAM (mmHg)	22,1 (17)	21,3 (13,2)	0,88
Δ VFDVII (ml/m ²)	6,9 (3,5-8,4)	12 (5,9-20,8)	0,023
Δ IC (l/m ²)	0,2 (0,18)	0,6 (0,25)	< 0,001

Los valores se muestran como promedio y desviación estándar, o como mediana y rango intercuartiles.

Δ: cambio de basal a PVC 4; DD: disfunción diastólica; IC: índice cardíaco; PAM: presión arterial media; VFDVII: volumen de fin de diástole del ventrículo izquierdo indexado.

del 10,8% del IC, lo cual aumenta a un 23,1% en pacientes con DD. La ausencia de cambios de la FC y del VS confirma la disminución del llenado ventricular, evidenciado por la disminución del VFDVII, como la causa de esta disminución. El efecto sobre los pacientes con DD no era un objetivo específico de este estudio; sin embargo, al ser evidente la mayor disminución del IC en estos pacientes, nos pareció necesario destacarlo en los resultados, especialmente dada la frecuencia y potencial importancia clínica de esto. A pesar de que las recomendaciones actuales¹⁵ para el diagnóstico de DD tienen diferencias con las utilizadas al momento del estudio, los criterios utilizados, que reflejan una menor distensibilidad del VI, permitieron identificar pacientes expuestos a una mayor disminución del IC. Aun cuando, de acuerdo con la ley de Frank-Starling, la disminución del IC en relación con la disminución del llenado ventricular es un resultado esperable, no hemos encontrado estudios que cuantifiquen la magnitud de esto en el llenado ventricular y el IC. En

relación con la metodología utilizada para medir el IC, si bien la termodilución a través de un catéter de arteria pulmonar es el *gold standard* para la determinación del GC, la medición por ETE ha mostrado una correlación con esta técnica del 0,98¹⁶, presentando además la ventaja de un bajo grado de invasividad, razón por la cual se eligió para este estudio. El objetivo de disminuir la PVC durante la cirugía hepática es disminuir el sangrado intraoperatorio, el cual ha sido relacionado con la morbilidad postoperatoria^{17,18}. Massicotte et al. reportaron la disminución de los requerimientos transfusionales sin efectos en la función renal postoperatoria⁵ al disminuir la PVC. Contrariamente, Schroeder et al.⁹, si bien confirman la disminución de los requerimientos transfusionales en pacientes con PVC menor de 5 mmHg, encuentran una significativa mayor incidencia de falla renal y necesidad de diálisis a los 30 días que aquellos pacientes en quienes se mantuvo la PVC en 8 mmHg. Desafortunadamente, ninguno de estos estudios reporta los cambios en el IC durante el período de disminución de la PVC. Nuestros resultados sugieren que una disminución de la PVC, del llenado ventricular y finalmente del IC debieran ser considerados como una posible explicación del aumento de la incidencia de falla renal. Si bien en pacientes sanos la disminución encontrada del IC pudiera no ser determinante de morbilidad, si pudiera serlo en pacientes con disminución de la reserva funcional renal, o cuando existen condiciones como la DD que pudieran aumentar el efecto de la disminución de la PVC sobre el IC. La cirugía resectiva hepática se asocia frecuentemente al riesgo de alteraciones hemodinámicas importantes derivadas de sangrado, manipulación quirúrgica y pinzamientos venosos que pueden aumentar más aún el efecto de la disminución de la PVC sobre el IC, incrementando con esto la posibilidad de morbilidad. Pacientes ancianos, con patologías como hipertensión arterial, enfermedad coronaria o daño renal preoperatorio, pudieran verse más afectados por la disminución del IC, pudiendo disminuciones como las observadas generar la posibilidad de aparición de daño. Esto sin embargo no puede ser conocido a través de este estudio. El hecho de que la PVC promedio utilizada en el estudio de Massicotte et al. (6,4 mmHg) fuera superior a la reportada por Schroeder et al.⁹, o a la de este estudio, puede explicar la ausencia de efecto sobre la función renal observada en ese estudio. Además, el menor compromiso de función hepática en el estudio de Massicotte et al., evidenciada por un menor puntaje de Model for End-Stage Liver Disease (MELD) en relación con el estudio de Schroeder et al., podría estar asociado a una mejor condición médica general y a una mayor capacidad de tolerar la disminución de IC asociada a la disminución de la PVC. Estudios previos destacan la importancia pronóstica de la preservación de la función renal. El aumento de la creatininemia, la necesidad de usar vasopresores para mantener adecuadas condiciones hemodinámicas, o la necesidad de diálisis en el postoperatorio, se han asociado a aumento de la mortalidad y mala función del injerto en caso de trasplante¹⁹⁻²². Si bien la disminución del sangrado intraoperatorio es un objetivo clínico deseable, debe ser obtenido sin afectar el IC o la perfusión de algún órgano. La mantención de un adecuado volumen intravascular que permita asegurar una adecuada perfusión de todos los territorios debe ser asegurada durante la cirugía resectiva hepática.

Desafortunadamente los métodos de monitorización tradicionales no permiten garantizar que esto ocurra. La PVC es frecuentemente utilizada como un indicador del estado del compartimento intravascular, sin embargo, existe mucha evidencia de la mala correlación existente entre ambos²³. Factores como el grado de estimulación simpática y el tono vascular, la ventilación a presión positiva, el aumento de la presión intraabdominal, la distensibilidad toracopulmonar, pueden determinar importantes discrepancias entre el volumen intravascular, la presión de fin de diástole ventricular izquierdo, el VFDVII y la PVC²⁴. Por lo tanto, se requieren métodos que permitan asegurar un adecuado volumen de llenado ventricular, y preservar el IC durante la fase de PVC baja, particularmente cuando se esperan cambios de volumen importantes o frente a pacientes con patología cardíaca, pulmonar renal o hepática importante²⁵. Considerando que la inserción de un catéter de arteria pulmonar no es justificable en la mayor parte de los pacientes, el uso de la ETE aparece como una buena alternativa. La ETE es probablemente el mejor método disponible en la práctica clínica para estimar la precarga del ventrículo izquierdo. Debe sin embargo recordarse que este tampoco está libre de complicaciones serias, es un equipo caro y requiere un operador entrenado. Los resultados no significan que se recomiende el uso rutinario de la medición de IC en todos los casos de cirugía hepática, sin embargo, en ciertas condiciones relativamente frecuentes en la práctica clínica, esta disminución pudiera no ser segura, y los beneficios de disminuir el sangrado deben ser balanceados con los potenciales riesgos de la disminución del IC. Aun cuando la ETE es un método de medición del GC que es operador dependiente, y que la segunda medición no fue realizada por un operador ciego, los resultados sugieren que la medición del IC debe ser considerada cada vez que se estime que se producirán cambios hemodinámicos significativos o en presencia de patología cardiovascular, pulmonar o renal de importancia²⁵.

En resumen, la disminución de la PVC determina una caída moderada pero significativa del IC. En ciertas condiciones esta disminución del IC puede ser más importante, pudiendo ser un factor en el origen de morbilidad.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Conflicto de intereses

No hay conflictos de interés.

Bibliografía

1. Ayanoglu HO, Ulukaya S, Yuzer Y, Tokat Y. Anesthetic management and complications in living donor hepatectomy. *Transplant Proc.* 2003;35:2970–3.
2. Melendez JA, Arslan V, Fischer ME, Wuest D, Jarnagin WR, Fong Y, et al. Perioperative outcomes of major hepatic resections under low central venous pressure anesthesia: Blood loss, blood transfusion, and the risk of postoperative renal dysfunction. *J Am Coll Surg.* 1998;187:620–5.
3. Jones RM, Moulton CE, Hardy KJ. Central venous pressure and its effect on blood loss during liver resection. *Br J Surg.* 1998;85:1058–60.
4. Cunningham JD, Fong Y, Shriver C, Melendez J, Marx WL, Blumgart LH. One hundred consecutive hepatic resections. Blood loss, transfusion, and operative technique. *Arch Surg.* 1994;129:1050–6.
5. Massicotte L, Lenis S, Thibeault L, Sassine MP, Seal RF, Roy A. Effect of low central venous pressure and phlebotomy on blood product transfusion requirements during liver transplantations. *Liver Transpl.* 2006;12:117–23.
6. Huntington JT, Royall NA, Schmidt CR. Minimizing blood loss during hepatectomy: A literature review. *J Surg Oncol.* 2014;109:81–8.
7. Niemann CU, Feiner J, Behrends M, Eilers H, Ascher NL, Roberts JP. Central venous pressure monitoring during living right donor hepatectomy. *Liver Transpl.* 2007;13:266–71.
8. Chhibber A, Dziak J, Kolano J, Norton JR, Lustik S. Anesthesia care for adult live donor hepatectomy: Our experiences with 100 cases. *Liver Transpl.* 2007;13:537–42.
9. Schroeder RA, Collins BH, Tuttle-Newhall E, Robertson K, Plotkin J, Johnson LB, et al. Intraoperative fluid management during orthotopic liver transplantation. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2004;18:438–41.
10. Kim YK, Chin JH, Kang SJ, Jun IG, Song JG, Jeong SM, et al. Association between central venous pressure and blood loss during hepatic resection in 984 living donors. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2009;53:601–6.
11. Stephan F, Rezaiguia-Delclaux S. Usefulness of a central venous catheter during hepatic surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2008;52:388–96.
12. 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.
13. 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.
14. Matyal R, Skubas NJ, Shernan SK, Mahmood F. Perioperative assessment of diastolic dysfunction. *Anesth Analg.* 2011;113:449–72.
15. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF 3rd, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2016;29:277–314.
16. Darmon PL, Hillel Z, Mogtader A, Mindich B, Thys D. Cardiac output by transesophageal echocardiography using continuous-wave Doppler across the aortic valve. *Anesthesiology.* 1994;80:796–805, discussion 725A.
17. Kooby DA, Stockman J, Ben-Porat L, Gonen M, Jarnagin WR, Dematteo RP, et al. Influence of transfusions on perioperative and long-term outcome in patients following hepatic resection for colorectal metastases. *Ann Surg.* 2003;237:860–9, discussion 869–870.
18. Imamura H, Seyama Y, Kokudo N, Maema A, Sugawara Y, Sano K, et al. One thousand fifty-six hepatectomies without mortality in 8 years. *Arch Surg.* 2003;138:1198–206, discussion 1206.
19. Nair S, Verma S, Thuluvath PJ. Pretransplant renal function predicts survival in patients undergoing orthotopic liver transplantation. *Hepatology.* 2002;35:1179–85.
20. Gainza FJ, Valdivieso A, Quintanilla N, Errazti G, Gastaca M, Campo M, et al. Evaluation of acute renal failure in the liver transplantation perioperative period: Incidence and impact. *Transplant Proc.* 2002;34:250–1.
21. Faenza S, Santoro A, Mancini E, Pareschi S, Siniscalchi A, Zanzani C, et al. Acute renal failure requiring renal replacement therapy after orthotopic liver transplantation. *Transplant Proc.* 2006;38:1141–2.
22. Saner F. Kidney failure following liver resection. *Transplant Proc.* 2008;40:1221–4.
23. 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.
24. Sondergaard S, Parkin G, Aneman A. Central venous pressure: We need to bring clinical use into physiological context. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2015;59:552–60.
25. American Society of Anesthesiologists and Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force on Transesophageal Echocardiography. Practice guidelines for perioperative transesophageal echocardiography. An updated report by the American Society of Anesthesiologists and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Task Force on Transesophageal Echocardiography. *Anesthesiology.* 2010;112:1084–96.