

· 综述 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.02.041

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20241118.1915.008\(2024-11-19\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20241118.1915.008(2024-11-19))

# 控制性低中心静脉压在肝脏切除术中的应用和挑战

唐倩<sup>1</sup>, 蔡兵<sup>2</sup>, 徐广民<sup>1△</sup>

(1. 成都中医药大学医学与生命科学学院, 成都 610075; 2. 四川省医学科学院·

四川省人民医院麻醉科, 成都 610072)

**[摘要]** 肝切除术和肝移植中常采用控制性低中心静脉压(CLCVP)技术及肝脏血流阻断技术,其可以降低肝静脉压,从而有效减少术中失血和输血,并降低手术风险,因而被广泛应用于临床。但应用 CLCVP 及肝门阻断技术时,可能出现术中低血压,增加急性肾损伤、心肌损伤及神经系统并发症的风险,且增加患者术后死亡率。目标导向液体治疗(GDFT)是一种新型补液措施,可优化重要脏器灌注,降低监测中心静脉压的风险,有效改善患者预后。本文主要论述 CLCVP 技术在肝切除术中的应用、挑战及 GDFT 在围手术期液体管理中的优势。

**[关键词]** 肝脏切除术;低中心静脉压;急性肾损伤;预后

**[中图法分类号]** R657.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2025)02-0528-04

## Application and challenge of controlled low central venous pressure in liver resection surgery\*

TANG Qian<sup>1</sup>, CAI Bing<sup>2</sup>, XU Guangmin<sup>1△</sup>

(1. School of Medicine and Life Sciences, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu, Sichuan 610075, China; 2. Department of Anesthesiology, Sichuan Provincial Academy of Medical Sciences · Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu, Sichuan 610072, China)

**[Abstract]** Hepatic resection and liver transplantation usually adopt the controlled low central venous pressure (CLCVP) technique and liver blood flow blocking technique, which can reduce hepatic venous pressure, thus effectively reduce intraoperative blood loss and blood transfusion, as well as decrease the risk of surgery, therefore have been widely used in clinical practice. However, intraoperative hypotension may occur when applying CLCVP and hepatic portal blockade, which increases the risk of acute kidney injury, myocardial injury and neurologic complications, moreover increases the postoperative mortality rate of the patients. The goal-directed fluid therapy (GDFT) is a novel fluid infusion measure that optimizes the vital organ perfusion, reduces the risk of monitoring central venous pressure and effectively improves the patient's prognosis. This article discussed the use of CLCVP technique in hepatic resection, challenges and the advantages of GDFT in perioperative fluid management.

**[Key words]** liver resection surgery; low central venous pressure; acute kidney injury; prognosis

原发性肝癌是世界上常见的恶性肿瘤之一,手术切除是首选治疗方法。临床研究表明接受肝切除术的患者的平均失血量为 700 mL, 30% 的患者需要术中输血来保证身体重要器官的血液灌注<sup>[1]</sup>。控制性低中心静脉压(controlled low central venous pressure, CLCVP)技术通过减少中心静脉压(central venous pressure, CVP)来减轻肝静脉和肝窦的压力,从而降低肝脏在实质破裂时的出血。但实施 CLCVP 技术时循环系统可能出现波动,使重要组织脏器如肾脏、心脏和脑灌注不足,而造成急性肾损伤(acute kid-

ney injury, AKI)、急性心肌损伤,提高恶性心脑血管事件发生率。

### 1 CLCVP 的定义、实施及优势

#### 1.1 CLCVP 的定义

CVP 是指位于胸腔内的上、下腔静脉或右心房内的压力,反映右心排出回心血量的能力。其正常范围为 5~12 cmH<sub>2</sub>O。其大小具体取决于血容量、心功能、静脉血管张力、静脉血回流量、胸膜腔内压及肺循环阻力等因素<sup>[2]</sup>。低 CVP 目前仍无明确定义,临床上一般指 CVP ≤ 5 cmH<sub>2</sub>O<sup>[3]</sup>。

## 1.2 CLCVP 的实施

目前,降低 CVP 的主要方式为麻醉干预和外科手术中阻断。麻醉干预中常用手段包括限制液体输入、扩血管药物及利尿剂的使用。大多数研究选择在麻醉诱导后至肝实质离断前,严格限制液体以维持  $CVP \leq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$ 。肝实质离断之后,快速适量地输注晶体液和(或)胶体液恢复 CVP 和血容量。但目前尚无文献报道降低 CVP 至目标水平的理想输液速度,常见是将输液速度降至  $75 \text{ mL/h}$  时可保持 CVP 在较低的水平<sup>[4]</sup>。

## 1.3 CLCVP 的优势:减少围手术期出血、降低输血率和肺部并发症

肝切除术中失血量为  $200 \sim 2\,000 \text{ mL}$ ,  $20\% \sim 50\%$  的患者围手术期需要输血<sup>[5]</sup>。研究证实在肝切除术中可采用 CLCVP 技术降低肝静脉压,从而有效减少术中失血量和输血率,并降低手术风险<sup>[6]</sup>,且未增加术中不良事件的发生率<sup>[7]</sup>。肺部并发症是患者术后康复和死亡的一个影响因素<sup>[8]</sup>,大量失血和输血是肺部并发症的主要危险因素。研究发现 CLCVP 技术在减少术中出血和输血的同时可减少术后肺部并发症、缩短患者机械通气时间<sup>[9]</sup>。然而,也有研究认为 CLCVP 技术不能减少术中出血量<sup>[10]</sup>,原因归结为患者群体间的差异,以及良性或恶性肝损伤患者的出血倾向不同。

## 2 CLCVP 对重要脏器及术后死亡率的影响

### 2.1 增加 AKI 发生风险

CLCVP 辅助肝切除术虽已被证明在肝切除术期间可以减少术中出血<sup>[6-7]</sup>,但其存在增加术后 AKI 的风险。回顾性研究发现  $7.59\% \sim 17.00\%$  的患者在接受 CLCVP 技术下行肝切除术后发生了 AKI<sup>[11-12]</sup>。而前瞻性研究证实接受肝切除术患者采用 CLCVP 技术术后 AKI 发生率为  $28\%$ <sup>[13]</sup>,其血清肌酐随着时间的推移而增加,在切除后 3 h 及术后第 1、2 天时明显升高,术后第 5 天恢复到基线水平,即使术后肾功能完全恢复,术后 AKI 也会影响患者的长期生存<sup>[11]</sup>。围手术期发生 AKI 的患者更有可能产生其他并发症,增加重症监护病房停留时间、住院时间及术后死亡率<sup>[14]</sup>。若手术时间较长使肾脏持续性低灌注,则可能导致肾小管上皮细胞损伤,继而发展为急性肾衰竭。

### 2.2 增加脑血管事件发生风险

赵博等<sup>[15]</sup>研究发现老年腹腔镜肝切除术后 7 d CLCVP 组患者脑卒中发生率为  $13.3\%$ ,而对照组未发生脑卒中,提示虽然 CLCVP 技术能有效减少腹腔镜肝切除术中出血、缩短肝门阻断时间及手术时间,但增加术后脑血管事件发生风险。另有研究发现在腹腔镜肝切除术中采用 CLCVP 技术患者的脑氧饱和度降低发生率为  $35.6\%$ ,较未采用 CLCVP 技术患者明显升高<sup>[16]</sup>。术中脑氧饱和度降低的严重程度与脑血管事件、术后谵妄和术后认知功能障碍(postopera-

tive cognitive dysfunction,POCD)之间存在明显的相关性,脑氧饱和度的监测可以早期识别无原发性脑损伤的某些患者在围手术期间神经系统并发症的发生<sup>[17]</sup>。但也有研究认为肝切除术中使用 CLCVP 技术,不影响术后认知功能<sup>[18]</sup>。

### 2.3 增加心肌损伤发生风险

肝切除术中采用 CLCVP 技术期间液体限制输入,如果伴随术中失血,会导致血流动力学不稳定,发生低血压。研究发现在 CLCVP 下行肝切除术后高敏肌钙蛋白随时间明显增加,心肌损伤发生率为  $28\%$ <sup>[13]</sup>,而非心脏手术术后患者心肌损伤发生率在  $14.9\%$  左右<sup>[19]</sup>。低血压可导致心肌细胞缺血缺氧,造成心肌细胞损伤,影响心肌酶和肌钙蛋白活性<sup>[20]</sup>,术中平均动脉压在  $65 \text{ mmHg}$  时几分钟就可造成心肌损伤,并且随着血压值的降低及低血压持续时间的延长,心肌损伤风险逐渐增加<sup>[21]</sup>。CLCVP 技术通过液体限制输入、扩血管药物等方式,增加围手术期低血压的风险,这可造成心肌细胞灌注不足,导致心脏发生急性或慢性不可逆性损伤,虽然多数患者术后心肌损伤在临床上无症状,但是心肌损伤后会增加患者术后死亡率,并严重影响术后转归和结局<sup>[22]</sup>。

### 2.4 增加气体栓塞发生风险

CLCVP 技术在肝切除术中备受争议的另一原因就是其存在气体栓塞的风险,一旦发生,较难处理且死亡率较高。实施 CLCVP 技术时由于 CVP 维持在较低水平,低 CVP 的负压抽吸作用使得气体更容易从破裂静脉口进入体内,使发生气体栓塞的概率增加。同时行肝切除术须进行深静脉穿刺置管来监测 CVP,这也增加了气体栓塞、血栓和感染的风险。

### 2.5 增加术后死亡率

肝切除术期间的大量失血和输血通常被认为会增加患者术后的并发症及死亡率<sup>[23]</sup>,肝切除术中采用 CLCVP 技术能够减少术中出血及输血,理论上应降低肝脏切除术后死亡率。多项大样本量回顾性临床研究发现,肝切除期间不实施 CLCVP,术后 30 和 90 d 死亡率分别为  $2.4\%$  和  $3.7\%$ <sup>[24]</sup>,采用 CLCVP 技术患者术后 30 d 死亡率为  $2.0\% \sim 3.8\%$ <sup>[25-26]</sup>。而前瞻性报道采用 CLCVP 技术完成肝切除术后 30 d 死亡率更是达到  $5.0\% \sim 5.6\%$ <sup>[13,27]</sup>。

## 3 目标导向液体治疗(goal-directed fluid therapy, GDFT)在肝切除术中的应用

虽然多项指南推荐在肝切除术中采取 CLCVP,但是临床研究发现肝脏手术中采用 CLCVP 技术会导致器官灌注不足,增加重要脏器损伤的风险。GDFT 旨在通过优化心输出量来保持足够的组织灌注,降低高危手术的术后并发症。在一项小型随机对照开放肝切除术研究中发现,与 CLCVP 相比,GDFT 未导致失血量增加、手术视野暴露不充分或手术质量降低,作者认为在肝大型手术中可以安全使用 GDFT<sup>[27]</sup>。

每搏量变异度(stroke volume variation, SVV)作为 GDFT<sup>[27]</sup>的常用评价指标,能够代替 CVP 监测、指导液体复苏,避免导管植入,消除肝切除术患者 CVP 置管的风险<sup>[28]</sup>。研究发现在活体供体肝切除术中,CVP<8 mmHg 与 SVV 值>13%均能够实现术中小于 100 mL 失血的目标<sup>[29]</sup>。与 CLCVP 比较,GDFT 在肝切除期间可保持较高 SVV 值,肝切除后进行 SVV 引导的液体复苏,不仅能稳定患者血流动力学、确保器官灌注,而且可减少失血和并发症发病率<sup>[30]</sup>。但也有研究者发现实施 GDFT 并未减少肝切除患者术后 AKI 发病率,术后并发症如肝功能不全、胸腔积液、心肌梗死、脑血管意外和患者预后如下床时间、术后住院时间、术后乳酸都与对照组结果相似<sup>[31]</sup>。笔者认为出现这种差异性结果的原因主要有:(1)肝脏切除前 GDFT 组和采用 CLCVP 技术的对照组都采用相同液体限制策略以保持平均动脉压>60 mmHg 和 CVP<5 mmHg,肝脏切除后液体限制策略才不同。而患者术后并发症的主要原因考虑肝脏实质切除阶段重要脏器灌注不足,并且肝脏切除时间相对较短,实施 GDFT 持续时间较短,无法对器官灌注和功能产生明显影响;(2)不同研究实施 GDFT 时采用 SVV 临界值不同,术中预测心输出量和复苏液体量也随之不同,在肝脏大部分切除术中 SVV 临界值应达到多少才触发液体输入仍存在争议;(3)手术方式不同。腹腔镜下肝切除术与开放肝切除术比较,前者可能存在高碳酸血症,对血流动力学产生影响,进而影响研究结果。针对患者预后,需要更多临床数据支持、多中心随机试验探索 GDFT 是否较 CLCVP 有优势。

#### 4 小 结

CLCVP 技术虽然可减少术中出血和输血。但是临床研究证实其会引起患者术后 AKI、恶性脑血管事件、心肌损伤,增加术后死亡率。GDFT 被证实可以安全地用于肝脏大手术,但仍然需要更多临床试验进一步研究证实。因此在肝脏切除术中如何优化液体治疗和复苏是目前面临的挑战。

#### 参考文献

[1] CHEN Y J, ZHEN Z J, CHEN H W, et al. Laparoscopic liver resection under hemihepatic vascular inflow occlusion using the lowering of hilar plate approach[J]. *Hepatobiliary Pancreat Dis Int*, 2014, 13(5):508-512.

[2] LIU T S, SHEN Q H, ZHOU X Y, et al. Application of controlled low central venous pressure during hepatectomy: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Clin Anesth*, 2021, 75: 110467.

[3] KARPAVIČIŪTĖ J, SKARUPSKIENĖ I, BA-

LČIUVIENĖ V, et al. Assessment of fluid status by bioimpedance analysis and central venous pressure measurement and their association with the outcomes of severe acute kidney injury[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2021, 57(6): 518.

[4] CHOI S S, KIM S H, KIM Y K. Fluid management in living donor hepatectomy: recent issues and perspectives [J]. *World J Gastroenterol*, 2015, 21(45):12757-12766.

[5] 陈骏, 刘朋, 张国华, 等. 间歇低气道压力通气联合低中心静脉压技术在腹腔镜肝切除术中的应用: 前瞻性随机对照研究 [J]. *中国微创外科杂志*, 2021, 21(7):595-599.

[6] WANG F, SUN D, ZHANG N, et al. The efficacy and safety of controlled low central venous pressure for liver resection: a systematic review and meta-analysis [J]. *Gland Surg*, 2020, 9(2): 311-320.

[7] HUGHES M J, VENTHAM N T, HARRISON E M, et al. Central venous pressure and liver resection: a systematic review and meta-analysis [J]. *HPB (Oxford)*, 2015, 17(10):863-871.

[8] PICCIONI F, SPAGNESI L, PELOSI P, et al. Postoperative pulmonary complications and mortality after major abdominal surgery. An observational multicenter prospective study [J]. *Minerva Anesthesiol*, 2023, 89(11): 964-976.

[9] FAN Y C, WANG X Q, ZHU D Y, et al. Association of different central venous pressure levels with outcome of living-donor liver transplantation in children under 12 years [J]. *World J Pediatr*, 2023, 19(2):170-179.

[10] WAX D B, ZERILLO J, TABRIZIAN P, et al. A retrospective analysis of liver resection performed without central venous pressure monitoring [J]. *Eur J Surg Oncol*, 2016, 42(10): 1608-1613.

[11] KUANG L, LIN W, CHEN B, et al. A nomogram for predicting acute kidney injury following hepatectomy: a propensity score matching analysis [J]. *J Clin Anesth*, 2023, 90:111211.

[12] LV H, XIONG C, WU B, et al. Effects of targeted mild hypercapnia versus normocapnia on cerebral oxygen saturation in patients undergoing laparoscopic hepatectomy under low central venous pressure: a prospective, randomized controlled study [J]. *BMC Anesthesiol*, 2023, 23

- (1):257.
- [13] WISÉN E, ALMAZROOA A, SAND BOWN L, et al. Myocardial, renal and intestinal injury in liver resection surgery: a prospective observational pilot study [J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2021, 65(7):886-894.
- [14] JUNHUI D, LINA L, YUANJUN F, et al. Comprehensive management of blood pressure in patients with septic AKI[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(3):1018.
- [15] 赵博, 李乐, 杨晨, 等. 控制性低中心静脉压对老年患者腹腔镜肝叶切除术脑血管事件的影响[J]. *国际老年医学杂志*, 2020, 41(3):154-156.
- [16] 吕华燕, 胡崇辉, 蓝志坚. 控制性低中心静脉压技术对腹腔镜肝切除术患者脑氧饱和度的影响[J]. *中国内镜杂志*, 2022, 28(4):49-54.
- [17] EERTMANS W, DEYNE C D, GENBRUGGE C, et al. Association between postoperative delirium and postoperative cerebral oxygen desaturation in older patients after cardiac surgery [J]. *Br J Anaesth*, 2019, 124(2):146-153.
- [18] ZHANG Y, LI L, XU J, et al. Effects of controlled low central venous pressure combined with dexmedetomidine on the blood loss, renal function and cognitive function in patients undergoing laparoscopic hepatectomy [J]. *Signa vitae*, 2023, 19(3):182-187.
- [19] VERNOOIJ L M, VAN KLEI W A, MACHINA M, et al. Different methods of modelling intraoperative hypotension and their association with postoperative complications in patients undergoing non-cardiac surgery [J]. *Br J Anaesth*, 2018, 120(5):1080-1089.
- [20] 史宛瑞, 张建峰, 韩永正. 围术期低血压在非心脏手术后心肌损伤中的研究进展[J]. *中国微创外科杂志*, 2021, 21(5):423-427.
- [21] SALMASI V, MAHESHWARI K, YANG D, et al. Relationship between intraoperative hypotension, defined by either reduction from baseline or absolute thresholds, and acute kidney and myocardial injury after noncardiac surgery: a retrospective cohort analysis [J]. *Anesthesiology*, 2017, 126(1):47-65.
- [22] KOUZ K, BROCKMANN L, TIMMERMANN L M, et al. Endotypes of intraoperative hypotension during major abdominal surgery: a retrospective machine learning analysis of an observational cohort study [J]. *Br J Anaesth*, 2023, 130(3):253-261.
- [23] POON R T, FAN S T, LO C M, et al. Improving perioperative outcome expands the role of hepatectomy in management of benign and malignant hepatobiliary diseases: analysis of 1 222 consecutive patients from a prospective database [J]. *Ann Surg*, 2004, 240(4):698-708.
- [24] MADHAVAN S, SHELAT V G, SOONG S L, et al. Predicting morbidity of liver resection [J]. *Langenbecks Arch Surg*, 2018, 403(3):359-369.
- [25] HOERGER K, HUE J J, ELSHAMI M, et al. Facility volume thresholds for optimization of short- and long-term outcomes in patients undergoing hepatectomy for primary liver tumors [J]. *J Gastrointest Surg*, 2023, 27(2):273-282.
- [26] CORREA-GALLEGO C, BERMAN A, DENIS S C, et al. Renal function after low central venous pressure-assisted liver resection: assessment of 2 116 cases [J]. *HPB (Oxford)*, 2015, 17(3):258-264.
- [27] JONGERIUS I M, MUNGROOP T H, UZ Z, et al. Goal-directed fluid therapy *vs.* low central venous pressure during major open liver resections (GALILEO): a surgeon- and patient-blinded randomized controlled trial [J]. *HPB (Oxford)*, 2021, 23(10):1578-1585.
- [28] DUNKI-JACOBS E M, PHILIPS P, SCOGGINS C R, et al. Stroke volume variation in hepatic resection: a replacement for standard central venous pressure monitoring [J]. *Ann Surg Oncol*, 2014, 21(2):473-478.
- [29] SHIH T H, TSOU Y H, HUANG C J, et al. The correlation between CVP and SVV and intraoperative minimal blood loss in living donor hepatectomy [J]. *Transplant Proc*, 2018, 50(9):2661-2663.
- [30] MIZUNOYA K, FUJII T, YAMAMOTO M, et al. Two-stage goal-directed therapy protocol for non-donor open hepatectomy: an interventional before-after study [J]. *J Anesth*, 2019, 33(6):656-664.
- [31] LI S, YIN Y, WANG P, et al. Goal-directed fluid therapy during post-resection phase in low central venous pressure assisted laparoscopic hepatectomy: a randomized controlled superiority trial [J]. *J Anesth*, 2024, 38(1):77-85.