

超声测量下腔静脉对肠镜检查患者 麻醉后低血压的预测价值

段纷雨 张小宝 程志 赵志斌 武勇

摘要 目的 评估超声测量下腔静脉对行肠镜检查患者发生丙泊酚诱导后低血压(propofol-induced hypotension, PIH)的预测价值。方法 选择2019年7~12月在笔者医院进行肠镜检查的患者47例,根据是否发生PIH将患者分为PIH组(P组, $n=25$)和未发生PIH组(W组, $n=22$)。在丙泊酚诱导前使用经胸超声心动图测量下腔静脉直径的最大值(inferior vena cava maximum diameter, dIVCmax)和最小值(inferior vena cava minimum diameter, dIVCmin),并计算下腔静脉塌陷指数(inferior vena cava collapsibility index, IVC-CI)。绘制ROC曲线以评价IVC-CI、dIVCmax和dIVCmin对肠镜检查患者发生PIH的预测价值。结果 P组患者dIVCmax和dIVCmin明显小于W组患者,同时IVC-CI明显大于W组患者($P<0.05$)。IVC-CI曲线下面积为 0.93 ± 0.04 (95% CI:0.853~0.998),dIVCmin曲线下面积为 0.885 ± 0.056 (95% CI:0.776~0.995),dIVCmax曲线下面积为 0.785 ± 0.071 (95% CI:0.647~0.924)。IVC-CI预测PIH的最佳截断值为31.9%,敏感度为80%,特异性为90.9%。dIVCmax和dIVCmin预测PIH的最佳截断值分别为1.645cm和1.145cm。结论 超声测量下腔静脉对行肠镜检查患者发生PIH具有一定的预测价值,其中IVC-CI比dIVCmax和dIVCmin更具有预测性。

关键词 下腔静脉 肠镜检查 丙泊酚诱导后低血压 经胸超声心动图

中图分类号 R614

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2021.05.021

Predictive Value of Inferior Vena Cava Ultrasound for Propofol-induced Hypotension in Patients Undergoing Colonoscopy Duan Fenyu,

Zhang Xiaobao, Cheng Zhi, et al. Department of Anesthesiology, the Affiliated Lianyungang Hospital of Xuzhou Medical University, Jiangsu 222000, China

Abstract Objective To evaluate the predictive value of inferior vena cava (IVC) ultrasound for propofol-induced hypotension (PIH) in patients undergoing colonoscopy. **Methods** Forty-seven patients undergoing colonoscopy from July to December 2019 were enrolled. According to the occurrence of PIH, the patients were divided into two groups: PIH group (group P, $n=25$) and non PIH group (group W, $n=22$). Before propofol induction, the IVC maximum and minimum diameters (dIVCmax, dIVCmin) were measured by transthoracic echocardiography, and the IVC-CI was calculated. **Results** The dIVC_{max} and dIVC_{min} of patients who developed hypotension were smaller and the IVC-CI was larger compared to those who did not develop hypotension ($P<0.05$). The area under the curve (AUC) for IVC-CI was 0.93 ± 0.04 (95% CI:0.853-0.998). The AUC for dIVCmin was 0.885 ± 0.056 (95% CI: 0.776-0.995), and the AUC for dIVCmax was 0.785 ± 0.071 (95% CI: 0.647-0.924). The best cut-off value of IVC-CI for predicting PIH was 31.9%, with a sensitivity of 80.0% and a specificity of 90.9%. The best cut-off value of dIVCmax was 1.645cm, and the best cut-off value of dIVCmin was 1.145cm. **Conclusion** Preoperative ultrasound IVC measurement has certain predictive value for the occurrence of propofol-induced hypotension during colonoscopy, of which IVC-CI is more predictive than dIVCmax and dIVCmin.

Key words Inferior vena cava; Colonoscopy; Propofol-induced hypotension; Transthoracic echocardiography

丙泊酚是一种短效的静脉麻醉药,由于其起效快且苏醒时间短,同时能够提供良好的镇静作用,持续输注无蓄积,在无痛肠镜麻醉中被麻醉医生广泛使用。低血压是丙泊酚诱导后的常见不良反应,其发生

率高达49%^[1]。有研究表明短时间内的低血压也会造成不良预后,延长出院时间,影响患者的生存质量^[2]。此外行肠镜检查的患者通常需要长时间的禁食水和胃肠道准备,加剧了循环容量不足,也增加了低血压发生的风险。因此,临床诊疗中需要一个可靠的监测指标来预测肠镜检查中丙泊酚诱导后低血压(propofol-induced hypotension, PIH)的发生,寻找能够替代有创监测技术的方法,减少对患者的有创

基金项目:江苏省连云港市卫生计生科技项目(面上项目)(201710)

作者单位:222000 徐州医科大学附属连云港医院麻醉科

通讯作者:武勇,主任医师,电子信箱:18961325621@163.com

操作。

超声测量下腔静脉(inferior vena cava, IVC)是一种无创且便捷的监测技术,常用于评估患者的容量状态。多项研究表明 IVC 直径及其塌陷指数(inferior vena cava collapsibility index, IVC - CI)是预测患者液体反应性的可靠指标,已被证实可用于预测全身麻醉诱导后低血压和脊椎麻醉后低血压的发生,具有较高的敏感度和特异性^[3,4]。本研究旨在评估使用超声测量 IVC 直径及其塌陷指数对行结肠镜检查患者发生 PIH 的预测作用,预防并减少不良事件的发生。

资料与方法

1. 一般资料:本研究方案已通过笔者医院医学伦理学委员会审批(批准号:YJ - 20190529001),患者被告知主要实验方法及可能发生的不良反应并签署知情同意书。选择2019年7~12月在笔者医院择期行结肠镜检查的患者47例,患者年龄18~65岁,性别不限,ASA分级I或II级,术前血压在正常范围。排除标准:①合并严重心脏疾病及呼吸系统疾病;②因肥胖、胃肠积气等原因无法获取清晰的下腔静脉图像;③有精神疾患或情感及智力障碍无法合作;④不同意签署知情同意书。根据是否发生PIH(平均动脉压相较于基础值下降超过20%或者低于60mmHg)将患者分为两组,即PIH组(P组)和未发生PIH组(W组)^[5]。

2. 麻醉方法:所有患者术前接受灌肠治疗及术前禁食水8h,均未静脉给予液体治疗。入内镜室后开放外周静脉,监测并记录患者的基础HR和MAP。在丙泊酚诱导前使用经胸超声心动图测量下腔静脉最大直径(inferior vena cava maximum diameter, dIVCmax)和最小直径(inferior vena cava minimum diameter, dIVCmin),并计算 IVC - CI。超声检查后经外周静脉给予2~3mg/kg 丙泊酚(四川国瑞药业生产)进行诱导,记录诱导后1、3、5min HR 和 MAP 的变化。MAP 下降超过基础值的20%或 MAP < 60mmHg 且持续1min时,立即静脉注射去甲肾上腺素8微克/次提升血压。HR < 45次/分且持续1min时,立即静脉注射阿托品0.5毫克/次提升心率。

3. 超声技术及方法:超声选用 Philips CX50 便携式超声机,探头选用3.5MHz的微凸阵探头。患者取平卧位,将S5-1心脏探头置于患者剑突下右肋缘,测得下腔静脉长轴切面,于自主呼吸状态下选用M模式在距离右心房和下腔静脉交汇处远端2cm处测量 dIVCmax 和 dIVCmin,采集2~3个呼吸周期并冻

结图像,根据公式计算 $IVC - CI = (dIVCmax - dIVCmin) / dIVCmax \times 100\%$ 。对于每位接受测量的患者,均选择高清晰度的扫描图像。每次均测量3次,取其平均值作为最后测量值^[3]。所有的测量及数据采集均由同一名经过专业超声操作培训的麻醉科医生完成。

4. 观察指标:记录麻醉诱导前患者的基础 HR 和 MAP 以及诱导后1、3、5min HR 和 MAP 的变化,根据低血压的定义判断患者是否发生丙泊酚诱导后低血压。

5. 统计学方法:采用 SPSS 20.0 统计学软件对数据进行统计分析。符合正态分布的计量数据以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,独立样本 *t* 检验用来比较发生低血压组和未发生低血压组之间呈正态分布的变量。计数资料以构成比表示,组间比较采用 χ^2 检验。绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线确定 IVC - CI、dIVCmax 和 dIVCmin 的最佳截断值,并为预测 PIH 提供最佳敏感度和特异性,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 两组患者一般情况及丙泊酚诱导前 IVC 直径和 IVC - CI 的比较:发生低血压组和未发生低血压组在年龄、性别、身高、体重、体重指数(body mass index, BMI)、ASA 分级、基础 HR 和 MAP 以及丙泊酚用量方面比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。发生低血压组的 dIVCmax 和 dIVCmin 明显小于未发生低血压组,且 IVC - CI 明显大于未发生低血压组($P < 0.05$),详见表1。

表1 两组患者一般情况及丙泊酚诱导前 IVC 直径和 IVC - CI 的比较

项目	P组(n=25)	W组(n=22)	P
年龄(岁)	42.48 ± 13.49	38.64 ± 11.93	0.085
性别(男性/女性)	12/13	11/11	0.891
身高(cm)	169.72 ± 8.30	166.91 ± 7.60	0.234
体重(kg)	70.06 ± 10.88	64.93 ± 9.21	0.090
BMI(kg/m ²)	24.32 ± 3.38	23.22 ± 2.03	0.192
ASA(I/II)	17/8	15/7	0.989
基础HR(次/分)	77.44 ± 11.93	69.36 ± 9.96	0.054
基础MAP(mmHg)	93.00 ± 11.73	87.14 ± 9.43	0.082
丙泊酚用量(mg)	165.08 ± 17.62	157.19 ± 19.64	0.154
IVC - CI(%)	39.05 ± 8.56	26.48 ± 4.08	0.000
dIVCmax(cm)	1.37 ± 0.27	1.70 ± 0.33	0.005
dIVCmin(cm)	0.84 ± 0.19	1.25 ± 0.27	0.000

2. ROC 曲线预测丙泊酚诱导后低血压的发生:

IVC - CI 预测 PIH 的曲线下面积为 0.93 ± 0.04 (95% CI: 0.853 ~ 0.998), dIVCmin 预测 PIH 的曲线下面积为 0.885 ± 0.056 (95% CI: 0.776 ~ 0.995), dIVCmax 预测 PIH 的曲线下面积为 0.785 ± 0.071 (95% CI: 0.647 ~ 0.924)。详见图 1、图 2。IVC - CI 预测 PIH 的最佳截断值为 31.9%, 敏感度为 80%, 特异性为 90.9%。dIVCmin 预测 PIH 的最佳截断值为 1.145cm, 敏感度为 77.3%, 特异性为 96%。dIVCmax 预测 PIH 的最佳截断值为 1.645cm, 敏感度为 72.7%, 特异性为 84%。

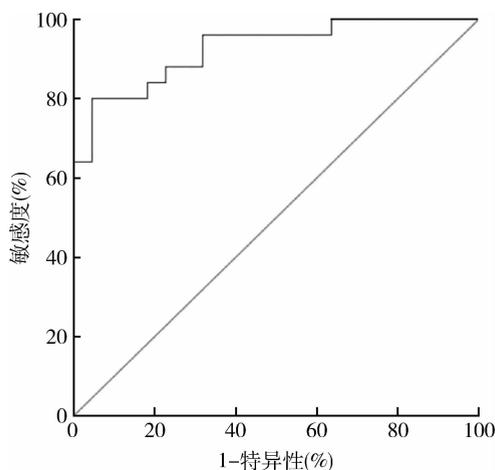


图 1 IVC - CI 预测丙泊酚诱导后低血压发生的 ROC 曲线

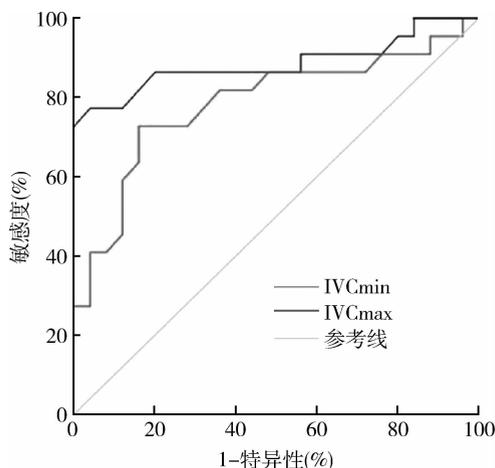


图 2 IVC 直径预测丙泊酚诱导后低血压发生的 ROC 曲线

讨 论

丙泊酚具有遗忘、抗焦虑及止吐的特性,并且半衰期短,成为结肠镜检查中最常用的麻醉药之一。另

一方面,丙泊酚也存在呼吸抑制、心排出量减少以及外周交感神经抑制等不良反应^[5,6]。有研究发现,年龄 > 55 岁、肥胖和基础收缩压较低的患者发生 PIH 的风险较高^[7]。行肠镜检查前长时间禁食水可导致循环容量不足,术前肠道灌洗进一步加重体液丢失,重要脏器灌注不足,再加上丙泊酚引起的血管扩张和心肌抑制,更容易诱发严重的低血压^[8,9]。因此对于行肠镜检查的患者,需要一个可靠的监测指标来预测 PIH 的发生,及时采取有效的措施预防低血压。

本研究探讨在行肠镜检查中使用超声测量下腔静脉预测丙泊酚诱导后低血压的发生,结果显示 IVC - CI 预测丙泊酚诱导后低血压发生的最佳截断值为 31.9%, dIVCmax 和 dIVCmin 预测丙泊酚诱导后低血压发生的最佳截断值为分别为 1.645cm 和 1.145cm。与 dIVCmax 和 dIVCmin 比较,IVC - CI 可以更好地预测低血压的发生。

正确评估患者的容量状态及其液体反应性可以指导液体治疗和保障组织灌注,同时也有利于减少低血压的发生。超声测量下腔静脉是一种有效的、无创的快速血流动力学监测工具,常用于手术室、重症监护室和急诊抢救室评估患者的容量状态^[10,11]。美国超声心动图学会指南也推荐使用超声测量下腔静脉预测患者的液体反应性^[12]。下腔静脉可以反映右心功能,不受机体代偿性血管收缩的影响^[13]。在自主呼吸时 IVC 回心阻力随胸腔内压力的变化而变化,当容量不足时,胸腔内压力的变化对 IVC 回心血流影响越大,IVC 变异度越明显^[14]。有研究表明,IVC 直径和 IVC - CI 与中心静脉压 (central venous pressure, CVP) 有很好的相关性。IVC 直径与 CVP 呈正相关,IVC - CI 与 CVP 呈负相关。通过调节 IVC - CI 可以改善血管内容量状态,从而指导液体复苏^[15,16]。CVP 是指右心房或上腔静脉的压力,其有助于指导急诊科和重症监护室进行液体治疗和利尿剂使用。然而,CVP 的血流动力学监测费用昂贵且为有创性。考虑到感染、出血和气胸等并发症,最好采用无创方法评估患者的液体状态。超声测量下腔静脉操作快捷且无创,易于学习和掌握,可在自主呼吸或者机械通气状态下迅速获取切面图像从而快速评估血管内容量状态^[17]。

有研究显示脊椎麻醉前使用超声测量产妇在不同体位时下腔静脉直径的比值以及仰卧位时下腔静脉塌陷指数可以预测脊椎麻醉后低血压的发生,IVC - CI 预测脊椎麻醉后低血压的截断值为 21.84%,若产

妇仰卧位时测量 IVC - CI 大于 21.84% , 则会有发生脊椎麻醉后低血压的风险^[18]。有研究使用超声测量 IVC - CI 预测全身麻醉诱导后低血压, 当 IVC - CI 大于 43% 对于全身麻醉诱导后低血压具有高度预测性。本研究中笔者评估 IVC 直径及其塌陷指数预测丙泊酚麻醉诱导后的低血压, 其中 IVC - CI 较 dIVCmax 和 dIVCmin 的预测效能更好。当患者丙泊酚诱导前测量 IVC - CI > 31.9% , 发生丙泊酚诱导后低血压的可能性增加, 敏感度为 80% , 特异性为 90.9% 。术前使用超声测量下腔静脉可以进一步指导患者液体管理, 预防患者因术中低血压和血管内容量不足导致严重并发症, 对于风险增加的患者可以及早采取必要措施。

本研究包含以下不足之处: ①该研究纳入了 ASA 分级 I ~ II 级的患者, 此类患者通常基础状态较好, 循环代偿能力较强, 同时本研究排除了合并严重心脏疾病及呼吸系统疾病者, 所得结果不适用于病情较严重的患者; ②下腔静脉的测量容易受到多种因素的影响, 比如不同个体间的差异、心功能状态等。

综上所述, 在本研究条件下, 经胸超声心动图测量下腔静脉是预测肠镜检查中发生丙泊酚诱导后低血压的可靠监测指标, 其中 IVC - CI 比 dIVCmax 和 dIVCmin 更具有预测性。为了预防麻醉后低血压, 需要开展进一步的研究来确定基于 IVC - CI 指导的液体治疗策略。

参考文献

- 1 Smischney NJ, Beach ML, Loftus RW, et al. Ketamine/propofol admixture (ketofol) is associated with improved hemodynamics as an induction agent: a randomized, controlled trial [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2012, 73(1): 94 - 101
- 2 Jor O, Maca J, Koutna J, et al. Hypotension after induction of general anesthesia: occurrence, risk factors, and therapy. A prospective multicentre observational study [J]. *J Anesth*, 2018, 32(5): 673 - 680
- 3 Zhang J, Critchley LA. Inferior vena cava ultrasonography before general anesthesia can predict hypotension after induction [J]. *Anesthesiology*, 2016, 124(3): 580 - 589
- 4 Salama ER, Elakashan M. Pre-operative ultrasonographic evaluation of inferior vena cava collapsibility index and caval aorta index as new predictors for hypotension after induction of spinal anaesthesia: a prospective observational study [J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2019, 36(4): 297 - 302
- 5 Walsh M, Devereaux PJ, Garg AX, et al. Relationship between intra-

- operative mean arterial pressure and clinical outcomes after noncardiac surgery: toward an empirical definition of hypotension [J]. *Anesthesiology*, 2013, 119(3): 507 - 515
- 6 Ebert TJ. Sympathetic and hemodynamic effects of moderate and deep sedation with propofol in humans [J]. *Anesthesiology*, 2005, 103(1): 20 - 24
- 7 Shearin AE, Patanwala AE, Tang A, et al. Predictors of hypotension associated with propofol in trauma patients [J]. *J Trauma Nurs*, 2014, 21(1): 4 - 8
- 8 Mathis MR, Naik BI, Freundlich RE, et al. Preoperative risk and the association between hypotension and postoperative acute kidney injury [J]. *Anesthesiology*, 2020, 132(3): 461 - 475
- 9 Royse CF, Liew DF, Wright CE, et al. Persistent depression of contractility and vasodilation with propofol but not with sevoflurane or desflurane in rabbits [J]. *Anesthesiology*, 2008, 108(1): 87 - 93
- 10 Zhang X, Feng J, Zhu P, et al. Ultrasonographic measurements of the inferior vena cava variation as a predictor of fluid responsiveness in patients undergoing anesthesia for surgery [J]. *J Surg Res*, 2016, 204(1): 118 - 122
- 11 Zhao J, Wang G. Inferior vena cava collapsibility index is a valuable and non-invasive index for elevated general heart end-diastolic volume index estimation in septic shock patients [J]. *Med Sci Monit*, 2016, 22: 3843 - 3848
- 12 Rudski LG, Lai WW, Afilalo J, et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography [J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2010, 23(7): 685 - 713
- 13 程珊珊, 杨阳, 梁小女, 等. 超声测量下腔静脉对全麻诱导所致低血压的预测效果 [J]. *宁夏医科大学学报*, 2020, 42(1): 39 - 42
- 14 缪红军, 李灼. 液体负荷过多性肺水肿的再认识 [J]. *中国小儿急救医学*, 2018, 25(4): 264 - 266
- 15 Vaish H, Kumar V, Anand R, et al. The correlation between inferior vena cava diameter measured by ultrasonography and central venous pressure [J]. *Indian J Pediatr*, 2017, 84(10): 757 - 762
- 16 Chardoli M, Ahmadi M, Shafe O, et al. Inferior vena cava diameter as a guide in hypotensive patients for appropriate saline therapy: an observational study [J]. *Int J Crit Illn Inj Sci*, 2018, 8(3): 160 - 164
- 17 刘莹, 康健, 李筠璐, 等. 超声测量下腔静脉的研究进展 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2019, 28(7): 911 - 914
- 18 黄琳洁. 超声测量下腔静脉对剖宫产腰麻后低血压的预测作用和机制探讨 [D]. 济南: 山东大学, 2019

(收稿日期: 2020 - 12 - 01)

(修回日期: 2020 - 12 - 05)