

脉搏灌注变异指数监测肠道手术患者容量反应性的临床研究*

李林佳¹, 谢颖¹, 冯麟¹, 李顺洪¹, 魏新川^{2△}

(1. 四川省南充市中心医院麻醉科 637000; 2. 四川省人民医院麻醉科, 成都 610072)

[摘要] **目的** 以经胸超声心动图监测左心室流出道血流的速度时间积分(VTI)为标准, 评估脉搏灌注变异指数(PVI)预测肠道手术患者全身麻醉(以下简称全麻)诱导插管后容量反应性的能力。**方法** 选择全麻下拟行择期肠道手术的患者 25 例, 在全麻诱导后, 手术开始前输注 7 mL/kg 胶体液, 若输液后 VTI 增加的百分比(Δ VTI%) $\geq 10\%$, 则用 50 mL 空针推注胶体液 200 mL, 直至 Δ VTI% $< 10\%$; 分别记录每次输液前后平均动脉压(MAP)、中心静脉压(CVP)、心率(HR)、灌注指数(PI)、VTI、PVI 等血流动力学指标。**结果** 对容量治疗有反应的患者 PVI 基础值明显高于对容量治疗无反应的患者($P < 0.05$); Pearson 相关性分析发现, 补液前 PVI 的基础值与 Δ VTI% 呈明显线性相关($P < 0.05$); PVI 的最佳诊断阈值为 13.51, 其监测容量反应性的灵敏度为 69.25%, 特异度为 70.00%; 受试者工作特征曲线(ROC)下面积(AUC)为 0.75(95%CI: 0.63~0.88, $P < 0.01$)。 **结论** PVI 能够预测肠道手术患者的容量反应性, PVI 值大于 13.51 提示患者可能处于低血容量状态, 需要进行容量治疗。

[关键词] 脉搏灌注变异指数; 容量反应性; 手术治疗; 超声心动描记术; 速度时间积分

[中图分类号] R614.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2018)14-1874-04

Clinical study on pleth variability index for monitoring volume responsiveness in patients undergoing intestinal tract surgery*

LI Linji¹, XIE Ying¹, FENG Lin¹, LI Shunhong¹, WEI Xinchuan^{2△}

(1. Department of Anesthesiology, Nanchong Municipal Central Hospital, Nanchong, Sichuan 637000, China;

2. Department of Anesthesiology, Sichuan Provincial People's Hospital, Chengdu, Sichuan 610072, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the ability of pleth variability index(PVI) for predicting volume responsiveness after general anesthesia induction intubation in the patients undergoing intestinal tract surgery with the velocity-time integral(VTI) of left ventricular outflow tract blood monitored by transthoracic echocardiography as the standard. **Methods** Twenty-five patients undergoing intestinal tract surgery were selected. After general anesthesia induction, 7 mL/kg colloidal solution was infused before operation beginning, if the VTI increased percentage(Δ VTI%) $\geq 10\%$, 200 mL colloidal solution was infused by 50mL syringe until Δ VTI% $< 10\%$; the hemodynamic indicators of MAP, CVP, HR, PI VTI and PVI were recorded before and after infusion solution. **Results** The PVI basic value in the patients with response was significantly higher than that in the patients without response($P < 0.05$); the Pearson correlation analysis found that there was a significant linear correlation between PVI basic value and Δ VTI% before infusion solution($P < 0.05$); the optimal diagnostic threshold value of PVI was 13.51, its sensitivity for monitoring the volume responsiveness was 69.25% and specificity was 70.00%. The area under the receiver operating characteristic(ROC) curve(AUC) was 0.75(95% CI: 0.63—0.88, $P < 0.01$). **Conclusion** PVI can predict the volume responsiveness in the patients undergoing intestinal tract surgery. The PVI value > 13.51 indicates that the patient may be in hypovolemia status and needs the volume therapy.

[Key words] pleth variability index; volume responsiveness; operative treatment; echocardiography; velocity time integral

早期使用目标导向性液体治疗(goal-directed fluid therapy, GDFT)对血流动力学进行优化可以改善危重患者的结局^[1], 降低大手术患者术后胃肠并

症^[2], 缩短患者的住院时间^[3]。左心室流出道血流的速度时间积分(velocity time integral, VTI)的变化可以反映心输出量(cardiac output, CO)的变化, 是 GD-

FT 良好的指标。利用经胸超声心动图(transsthoracic echocardiography, TTE)可以简便、准确地测量 VTI, 但其在术中的应用受到种种限制。脉搏灌注变异指数(pleth variability index, PVI)由脉搏波波形衍生而来, 能够无创、自动、连续地对患者进行床旁监测。本研究以 TTE 监测 VTI 作为标准, 评估 PVI 预测肠道手术患者全身麻醉(以下简称全麻)诱导插管后容量反应性的能力。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择南充市中心医院 2016 年 10 月至 2017 年 3 月拟于全麻下行择期肠道手术的患者 25 例, 年龄 18~70 岁, ASA II~III 级。排除标准: (1)明确的心律失常或其他严重心脏病; (2)有严重肺大泡需小潮气量通气(低于 8 mL/kg); (3)有严重外周血管病变, 严重脑、肝、肺病变者; (4)无法正常获得稳定 PVI 信号, 或者灌注指数(perfusion index, PI)值小于 1.0 者。本研究经医院伦理委员会批准同意, 患者本人或家属签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 麻醉前准备 患者入手术室后开放静脉, 按 4 mL/kg 的速率于外周静脉输注平衡液。采用 Philips M1167A 监护仪常规监测心电图、心率(heart rate, HR)、血压、脉氧饱和度及呼气末二氧化碳分压(PETCO₂), 并连接麻醉深度指数(cerebral state index, CSI)监护仪(成都迈高公司)。

1.2.2 麻醉诱导 对患者给予舒芬太尼(湖北宜昌人福药业有限公司)0.30~0.40 μg/kg, 咪达唑仑(江苏恩华药业有限公司)0.04~0.06 mg/kg, 丙泊酚(由英国 AstraZeneca S. P. A, Italy 公司生产)1.00~1.50 mg/kg, 顺式阿曲库铵(江苏恒瑞医药股份有限公司)0.15 mg/kg, 3 min 后行气管内插管, 间歇正压通气(IPPV)控制通气, 容量控制模式。呼吸参数设置为: 潮气量 10 mL/kg, 呼吸频率 8~12 次/分, 维持 PETCO₂ 在 35~45 mmHg。新鲜气体流量设定为 1~2 L/min, 氧气和空气的比例为 1:1。进行左或右桡动脉穿刺和右颈内静脉穿刺, 监测有创动脉血压和中心静脉压(central venous pressure, CVP)。

1.2.3 麻醉维持 吸入七氟烷(上海恒瑞医药有限公司)维持麻醉, 吸入浓度根据 CSI 监测值进行调控, 维持 CSI 在 40~60。将 Masimo Radical 7 脉氧饱和度监测仪探头粘贴于患者一侧食指, 并用专用避光指套覆盖, PI、PVI 值可自动、连续显示于 Masimo Radical 7 的屏幕上。

1.2.4 监测指标及分组 上述操作完成后 3 min, 利用 TTE 在心尖四腔心切面测量患者左心室流出道的 VTI, 记录平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)、CVP、HR、PI、PVI、VTI 等各项血流动力学指标的基础值, 然后参照文献[4]在 15 min 内输注 7 mL/kg 的 6%羟乙基淀粉 130/0.4 氯化钠注射液(万

汶, 北京费森尤斯卡比有限公司), 若输液后 VTI 增加的百分比($\Delta VTI\%$) $\geq 10\%$, 则用 50 mL 空针 2 min 内推注万汶 200 mL, 直至 $\Delta VTI\% < 10\%$ 。每次补液后 3 min 记录上述血流动力学指标的值。根据 $\Delta VTI\%$ 的变化将患者分为两组, $\Delta VTI\% \geq 10\%$ 视为对容量治疗有反应(R 组); $\Delta VTI\% < 10\%$ 视为对容量治疗无反应(NR 组)^[5]。

1.3 统计学处理 使用 SPSS19.0 进行统计分析, 计量资料以中位数(四分位数间距)[$M(P_{25}, P_{75})$]表示。各项血流动力学指标输液前的基础值和输液后的终点值采用配对样本的 *t* 检验。不同组间各项血流动力学指标的比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。PVI 基础值与 $\Delta VTI\%$ 进行 Pearson 相关性分析, 并绘制各项血流动力学指标的受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC), 得到 PVI 的最佳诊断阈值及相应的灵敏度和特异度。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各项血流动力学指标在输液前后的变化情况 25 例患者一共补液 58 例次, 其中 R 组 33 例次, NR 组 25 例次。两组患者年龄、性别构成比、身高、体重质量比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。与补液前相比, 患者补液后 VTI 值升高, HR、PVI 值降低, 差异有统计学意义($P < 0.05$); MAP、CVP、PI 比较差异无统计学意义($P > 0.05$), 见表 1。

表 1 输液前后各血流动力学指标比较 [$M(P_{25}, P_{75})$]

指标	输液前	输液后	<i>t</i>	<i>P</i>
MAP	76.00(60.00, 97.00)	75.00(67.00, 84.00)	1.035	0.243
HR	75.00(61.00, 90.00)	65.00(56.00, 75.00)	6.784	0.000
VTI	15.93(13.61, 17.85)	17.23(14.91, 19.34)	-11.724	0.001
PI	6.82(4.55, 10.35)	8.15(4.78, 12.28)	-1.196	0.157
PVI	15.00(10.00, 24.00)	7.00(5.00, 11.00)	13.758	0.001
CVP	7.00(6.00, 9.00)	8.00(6.00, 11.00)	-1.578	0.108

2.2 R 组和 NR 组液体输注前各项血流动力学基础值比较 R 组患者液体输注前的 PVI、PI 基础值明显高于 NR 组患者, 两组比较差异有统计学意义($P < 0.05$); 而 MAP、CVP、HR、VTI 基础值比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$), 见表 2。

表 2 两组患者各血流动力学指标基础值比较 [$M(P_{25}, P_{75})$]

指标	R 组(<i>n</i> =33)	NR 组(<i>n</i> =25)	<i>t</i>	<i>P</i>
MAP	79.00(70.00, 93.00)	83.00(68.00, 102.00)	-1.175	0.258
HR	75.00(61.00, 79.00)	69.00(61.00, 75.00)	-1.359	0.220
VTI	16.32(15.41, 16.94)	16.54(15.12, 17.14)	1.038	0.170
PI	7.74(3.52, 9.91)	7.34(4.51, 12.24)	0.892	0.036
PVI	13.00(9.00, 18.00)	10.00(5.00, 12.00)	-3.587	0.006
CVP	7.00(6.00, 10.00)	8.00(6.00, 13.00)	1.287	0.217

2.3 PVI 基础值与 $\Delta VTI\%$ 的相关性分析 将补液

前 PVI 基础值与 $\Delta\text{VTI}\%$ 做 Pearson 相关性分析,发现 PVI 基础值与 $\Delta\text{VTI}\%$ 呈明显线性相关($r=0.67$, $P<0.05$),见图 1。

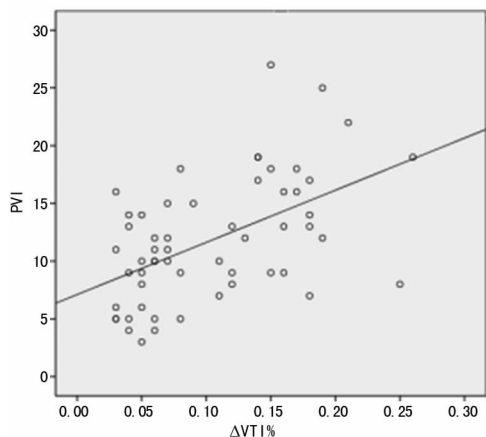


图 1 PVI 基础值与 $\Delta\text{VTI}\%$ 的散点图

2.4 PVI 监测容量反应性的 ROC 分析 以 $\Delta\text{VTI}\%$ 是否大于 10% 作为患者有无容量反应性的标准, PVI 的最佳诊断阈值为 13.51, 其监测容量反应性的灵敏度为 69.25%, 特异度为 70.00%; ROC 曲线下面积 (AUC) 为 0.75 (95% CI: 0.63~0.88, $P<0.01$), 见图 2。

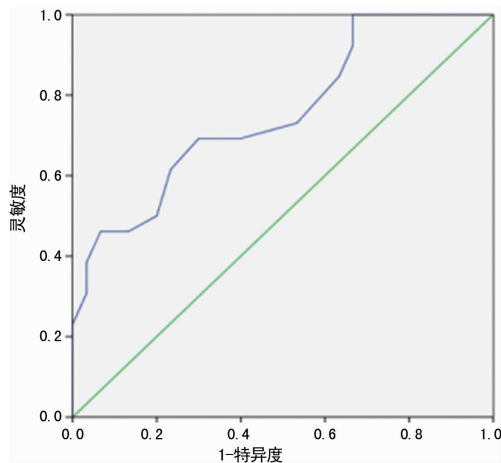


图 2 PVI 监测容量反应性的 ROC 曲线

3 讨论

采用合适的监测手段评估患者的容量状况, 制订最优的个体化补液策略, 对患者围术期的安全及手术的预后具有至关重要的作用。研究表明, 基于超声的目标导向容量治疗可以缩短患者的住院时间, 改善患者预后^[6-7]。近年来功能性血流动力学监测成为容量治疗的新热点, 其是一系列在机械通过程中伴随胸腔内压力的周期性变化而发生周期性变化的动态指标, 常见的有每搏量变异 (SVV)、动脉脉压变异 (PPV) 等。这些指标的值越大, 表明有效循环血容量不足就越明显, 给予容量负荷后 CO 就会增加^[8], 故可用于预测患者的容量反应性。PVI 是新一代 Masimo Radical 7 监测仪上集成的功能性血流动力学参数, 可以实时、自动、连续地对患者的容量状况进行床

旁监测, 具有无创、费用低等优点。本研究以 TTE 监测 VTI 的变化, 评估 PVI 预测肠道手术患者全麻诱导插管后的容量反应性的能力。

由于左心室流出道的 VTI 与主动脉瓣面积的乘积等于每搏输出量 (stroke volume, SV), 故 VTI 可以间接反映 SV 甚至 CO。在心尖四腔心切面, 多普勒采样线可与主动脉瓣口的血流方向基本平行, 测得的 VTI 值比较准确^[9], 所以本研究选择在心尖四腔心切面测量患者的 VTI, 探讨 PVI 与 VTI 变化的相关性。本研究采用万汶进行容量治疗, 血流动力学管理策略的核心是通过容量治疗优化患者的前负荷, 使患者的 VTI 最大化^[10]。研究表明, PVI 的值在输注胶体液后明显变小, 二者比较差异有统计学意义 ($P<0.05$), 说明 PVI 对于扩容反应灵敏, 这可能是由于患者禁饮禁食, 术前液体缺失量尚未补足, 加之全麻药物导致血管扩张, 患者血容量相对较低, 机体处于 Frank-Starling 心功能曲线的上升段, 故 PVI 在输液前后的变化较为明显, 易于测量。本研究以 $\Delta\text{VTI}\% \geq 10\%$ 作为对容量治疗有反应的标准。研究结果显示, R 组的患者液体输注前的 PVI、PI 基础值明显高于 NR 组的患者, 两组比较差异有统计学意义 ($P<0.05$); 而 MAP、HR、CVP、VTI 基础值比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); Pearson 相关分析提示, PVI 基础值与 $\Delta\text{VTI}\%$ 呈明显线性相关。这与 CANNESON 等^[11] 的研究结果相似, 所不同的是, 该研究利用漂浮导管测量 CO 作为标准, 直接但有创; 而本研究运用 TTE 测量 VTI 作为标准, 间接但无创, 适合大多数无需放置漂浮导管的患者, 其结果说明 PVI 可用于监测肠道手术患者的容量状况, 预测其容量反应性。

本研究针对 PVI 预测患者容量反应性的能力均绘制了 ROC 曲线, 得到了 PVI 预测容量反应性的最佳诊断阈值为 13.51。值得注意的是, 影响最佳诊断阈值的因素包括患者的种类、左心室前负荷的状况、机械通气潮气量的大小^[12]、容量治疗液体的种类和数量及判定是否对容量治疗有反应的标准等。LOUPEC 等^[13] 研究了 PVI 在 40 例 ICU 患者中预测容量反应性的能力, 潮气量设定为 8~10 mL/kg, 以 $\Delta\text{CO} \geq 15\%$ 作为患者对容量治疗有反应的标准, 得到的最佳诊断阈值为 17; HAAS 等^[14] 研究了 18 例体外循环术后的患者, 输注 4 mL/kg 的胶体液, 以 $\Delta\text{CI} \geq 10\%$ 为患者有容量反应性的标准, 发现 PVI 的最佳诊断阈值为 16。可见, 在不同的基线状况下, PVI 预测容量反应性的诊断阈值并非一个固定的值, 它可以随着各种影响因素的不同而在一定范围内变化。

综上所述, 在机械通气的状态下, PVI 能够预测肠道手术患者的容量反应性, PVI 值大于 13.51 可能提示患者处于低血容量状态, 需要进行容量治疗。

参考文献

[1] RIVERS E, NGUYEN B, HAVSTAD S, et al. Early goal-

- directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock[J]. *N Engl J Med Overseas Ed*, 2001, 345(19): 1368-1377.
- [2] GIGLIO M T, MARUCCI M, TESTINI M, et al. Goal-directed haemodynamic therapy and gastrointestinal complications in major surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Br J Anaesth*, 2009, 103(5): 637-646.
- [3] GAN T J, SOPPITT A, MAROOF M, et al. Goal-directed intraoperative fluid administration reduces length of hospital stay after major surgery[J]. *Anesthesiology*, 2002, 97(4): 820-826.
- [4] 蔡勤芳, 米卫东, 袁维秀. 脉搏灌注指数变异监测机体容量状况的临床研究[J]. *中华外科杂志*, 2010, 48(21): 1628-1632.
- [5] HOOD J A, WILSON R J. Pleth variability index to predict fluid responsiveness in colorectal surgery[J]. *Anesth Analg*, 2011, 113(5): 1058-1063.
- [6] NOBLETT S E, SNOWDEN C P, SHENTON B K, et al. Randomized clinical trial assessing the effect of Doppler-optimized fluid management on outcome after elective colorectal resection[J]. *Br J Surg*, 2006, 93(9): 1069-1076.
- [7] GIGLIO M T, MARUCCI M, TESTINI M, et al. Goal-directed haemodynamic therapy and gastrointestinal complications in major surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Br J Anaesth*, 2009, 103(5): 637-646.
- [8] MARIK P E, CAVALLAZZI R, VASU T, et al. Dynamic changes in arterial waveform derived variables and fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: a systematic review of the literature[J]. *Crit Care Med*, 2009, 37(9): 2642-2647.
- [9] VALLEE F, FOURCADE O, DE SOYRES O, et al. Stroke output variations calculated by esophageal Doppler is a reliable predictor of fluid response[J]. *Intensive Care Med*, 2005, 31(10): 1388-1393.
- [10] CANNESON M, ABOY M, HOFER C K, et al. Pulse pressure variation: where are we today? [J]. *J Clin Monit Comput*, 2011, 25(1): 45-56.
- [11] CANNESON M, ATTOF Y, ROSAMEL P, et al. Respiratory variations in pulse oximetry plethysmographic waveform amplitude to predict fluid responsiveness in the operating room[J]. *Anesthesiology*, 2007, 106(6): 1105-1111.
- [12] CHARRON C, FESSENMEYER C, COSSON C, et al. The influence of tidal volume on the dynamic variables of fluid responsiveness in critically ill patients[J]. *Anesth Analg*, 2006, 102(5): 1511-1517.
- [13] LOUPEC T, NANADOUMGAR H, FRASCA D, et al. Pleth variability index predicts fluid responsiveness in critically ill patients[J]. *Crit Care Med*, 2011, 39(2): 294-299.
- [14] HAAS S, TREPTE C, HINTEREGGER M, et al. Prediction of volume responsiveness using pleth variability index in patients undergoing cardiac surgery after cardiopulmonary bypass[J]. *J Anesth*, 2012, 26(5): 696-701.

(收稿日期: 2017-10-10 修回日期: 2017-12-18)

(上接第 1873 页)

- 体积计算公式的研究及意义[J]. *陕西医学杂志*, 2002, 31(7): 634-636.
- [9] 胡咏梅, 武晓洛, 胡志红, 等. 关于中国人体表面积公式的研究[J]. *生理学报*, 1999, 51(1): 45-48.
- [10] 王贵强, 王福生, 成军, 等. 慢性乙型肝炎防治指南(2015 年更新版)[J]. *临床肝胆病杂志*, 2015, 31(12): 1941-1960.
- [11] 南月敏, 蒋树林, 姚希贤. 肝硬化病理与发病机制[J]. *中国全科医学*, 2003, 6(5): 364-365.
- [12] 董家鸿, 郑树森, 陈孝平, 等. 肝切除术前肝脏储备功能评估的专家共识(2011 版)[J]. *中华消化外科杂志*, 2011, 10(1): 20-25.
- [13] RASTOGI A, MAIWALL R, BIHARIC, et al. Cirrhosis histology and Laennec staging system correlate with high portal pressure[J]. *Histopathology*, 2013, 62(5): 731-741.
- [14] KIM S U, JUNG K S, LEE S, et al. Histological subclassification of cirrhosis can predict recurrence after curative resection of hepatocellular carcinoma[J]. *Liver Int*, 2014, 34(7): 1008-1017.
- [15] ZHANG E L, ZHANG Z Y, WANG S P, et al. Predicting the severity of liver cirrhosis through clinical parameters [J]. *J Surg Res*, 2016, 204(2): 274-281.
- [16] 王薇, 李继业, 潘润华, 等. Laennec 组织病理学分级与 HYP 含量、临床分期及肝功能的关系[J]. *肝胆胰外科杂志*, 2015, 27(2): 89-93.
- [17] 李继业, 王薇, 潘润华, 等. 肝脏 FibroScan 测定和功能评分与肝硬化病理分级的相关性[J]. *山东大学学报(医学版)*, 2014, 52(12): 83-88.
- [18] Sakamoto S, Uemoto S, Uryuhara K, et al. Graft size assessment and analysis of donors for living donor liver transplantation using right lobe [J]. *Transplantation*, 2001, 71(10): 1407-1413.
- [19] 周鸿, 吴志勇, 王少华, 等. 功能性肝脏体积的测量及临床意义[J]. *外科理论与实践*, 2001, 6(6): 386-389.

(收稿日期: 2017-12-02 修回日期: 2018-02-03)