

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.07.011

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20211215.1659.023.html\(2021-12-16\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20211215.1659.023.html(2021-12-16))

IVC_{max} 及 IVC-CI 预测结/直肠癌根治术患者全身麻醉诱导后低血压发生率的研究*

何福娟,秦晨光,彭晶,张继勤,王斌,赵莉

(贵州省人民医院麻醉科,贵阳 550002)

【摘要】 **目的** 探讨经胸超声测量下腔静脉最大值(IVC_{max})及下腔静脉塌陷指数(IVC-CI)预测结/直肠癌根治术患者全身麻醉诱导后低血压发生率的准确性,并探讨其最佳截断值。**方法** 选取拟择期在全身麻醉下行结/直肠癌根治手术患者 91 例,最终入选 71 例。麻醉诱导前经胸超声测量患者 IVC_{max} 及 IVC-CI。使用受试者工作特征曲线(ROC)评价 IVC_{max} 及 IVC-CI 预测全身麻醉诱导后患者发生低血压的效能和预测低血压发生的最佳截断值。**结果** 根据全身麻醉诱导后是否出现低血压将患者分为正常血压组及低血压组。麻醉诱导前 2 组 IVC-CI 比较差异有统计学意义($P < 0.001$)。通过绘制 ROC 曲线,IVC_{max} 的 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.605(95%CI:0.474~0.735),最佳截断值为 1.85 cm(敏感度 29%,特异度 90%);IVC-CI 的 AUC 为 0.880(95%CI:0.790~0.960),最佳截断值为 42.5%(敏感度 73%,特异度 98%),术前 IVC-CI 与诱导后 MAP 下降率呈中等程度正相关($r = 0.536, P < 0.001$)。**结论** 超声测量 IVC-CI 预测结/直肠癌根治术患者全身麻醉诱导后低血压发生率的准确性较高。

【关键词】 下腔静脉最大宽度;下腔静脉塌陷指数;全身麻醉;低血压;结/直肠癌根治手术

【中图分类号】 R614

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-8348(2022)07-1135-05

Study on IVC_{max} and IVC-CI in predicting the incidence of hypotension induced by general anesthesia in the patients with colorectal cancer after radical surgery*

HE Fujuan, QIN Chenguang, PENG Jing, ZHANG Jiqin, WANG Bin, ZHAO Li

(Department of Anesthesiology, Guizhou Provincial People's Hospital, Guiyang, Guizhou 550002, China)

【Abstract】 **Objective** To explore the accuracy of the maximum value of inferior vena cava diameter (IVC_{max}) and the of inferior vena cava collapsibility index (IVC-CI) measured by transthoracic ultrasound in predicting the incidence of hypotension induced by general anesthesia in the patients with radical resection of colorectal cancer, and to explore the best cutoff value. **Methods** A total of 91 patients undergoing elective radical surgery for colon or rectal cancer under general anesthesia were selected, and finally 71 patients were included in the study. Transthoracic ultrasound was used to measure the IVC_{max} and IVC-CI of the patients before the anesthesia induction. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to evaluate the efficacy of IVC_{max} and IVC-CI in predicting hypotension in the patients after induction of general anesthesia and the best cut off for predicting hypotension. **Results** According to whether hypotension occurred after the induction of general anesthesia, patients were divided into the normal blood pressure group and hypotension group. There was a statistical difference in IVC-CI between the two groups before the anesthesia induction ($P < 0.0001$). The ROC curve showed that the area under curve (AUC) of IVC_{max} was 0.605 (95%CI:0.474—0.735), and the best cut off was 1.85 cm, with 29% of sensitivity, and 90% of specificity. While the AUC of IVC-CI was 0.88 (95%CI:0.79—0.96), and the best cut off was 42.5% with 73% of sensitivity, and 98% of specificity. **Conclusion** IVC-CI has a high accuracy in predicting the incidence of hypotension induced by general anesthesia in patients with colorectal cancer.

【Key words】 maximum value of inferior vena cava diameter; the collapse index of inferior vena cava collapsibility index; general anesthesia; hypotension; radical surgery for colon or rectal cancer

有研究发现,择期手术患者在术前就处于低血容量状态较为常见^[1]。拟行结肠/直肠癌根治术的患者,由于基础疾病导致的体液异常丢失或分布(例如呕吐、腹泻)、胃肠减压、术前禁饮禁食、胃肠道灌肠准备等,麻醉诱导前就可能处于低血容量状态。同时一些麻醉方法/麻醉药物可导致血管扩张及心脏抑制,麻醉诱导后患者更容易发生低血压。术中严重低血压被认为是发生术后不良结局的独立危险因素,会导致如心肌梗死、脑卒中、心力衰竭、急性肾损伤、住院时间延长等,甚至增加术后 1 年内死亡率^[2]。有研究发现,全身麻醉诱导插管后至手术开始前的此段时间内低血压发生率较高,即使持续时间很短的低血压亦可能引起严重的围术期不良事件^[3-4]。

随着床旁超声技术的发展,经胸超声心动图(transthoracic echocardiography, TTE)可以测量一系列血流流速相关及腔静脉相关的血流动力学指标。相对于有创监测,超声具有无创、快速、便捷、价廉、可重复性好的优点。目前研究认为经胸超声测量下腔静脉内径最大值(maximum inferior vena cava diameter, IVC_{max})和下腔静脉塌陷指数(inferior vena cava collapsibility index, IVC-CI)可用于判断自主呼吸患者的血管内容量及容量反应性^[5-8]。本研究拟通过在麻醉诱导前用超声测量 IVC_{max}、IVC-CI,探究二者预测全身麻醉诱导后低血压发生的效能,为麻醉诱导期间的血压管理提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取拟择期在全身麻醉下行结/直肠癌根治术患者 91 例,根据纳入排除标准剔除 20 例患者,包括超声图像质量分级始终小于 3 级 16 例,未预料的困难气道 3 例,麻醉诱导前自动退出试验 1 例,最终 71 例患者纳入本研究。纳入标准:2019 年 4 月到 2021 年 1 月拟在全身麻醉下行结/直肠癌根治术的患者,性别不限,年龄 18~70 岁,美国麻醉医师协会(ASA)分级 I~III 级。排除标准:妊娠,心律失常,心脏瓣膜或主动脉瓣膜疾病,明显的心功能障碍,心力衰竭,心内分流,慢性阻塞性肺通气功能障碍,肺动脉高压,腹腔积气,腹腔巨大肿瘤,主动脉球囊反搏,不配合,超声图像质量分级始终小于 3 级。根据图像质量分级^[9],1 级:没有图像;2 级:很差或者不可用的图像;3 级:可用的图像;4 级:可接受或者图像质量好的图像;5 级:完美质量的图像。本研究已获得本院医学伦理委员会批准,患者或家属已签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 监测方法

所有患者术前均按照常规要求禁食禁饮和肠道准备,入室后开放上肢静脉,常规吸氧,局部麻醉下行

桡动脉穿刺置管,监测有创动脉血压(ABP)、平均动脉血(MAP)、心电图(ECG)、心率(HR)、脉搏氧饱和度(SPO₂)、脑电双频指数(BIS)。平卧 10 min 待血流动力学稳定后,每 20 秒记录 MAP 和 HR,共 3 次,取平均值作为基础值。

1.2.2 超声测量方法

经胸超声(美国 GE Vivid E9)测量:患者平卧位,超声探头置于剑突下右肋缘,探头标记指向患者右侧头部,扫及剑突下四腔心切面后逆时针稍旋转探头,探头稍向左下倾斜,此切面可显示肝脏、右心房、房间隔、左心房、下腔静脉近心端,二维超声取下腔静脉纵切面,采用二维超声(B-mode)测量,取样位置位于下腔静脉右心房开口远心端 2~3 cm 处,记录 3 个呼吸周期图像,分别测量吸气末 IVC_{max} 和呼气末下腔静脉内径最小值(IVC_{min}),连续测量 3 次取平均值,根据公式计算自主呼吸时 IVC-CI。

$$IVC-CI = \frac{IVC_{max} - IVC_{min}}{IVC_{max} \times 100\%}$$

1.2.3 麻醉方法

超声测量完成后即行全身麻醉诱导,依次缓慢静脉注射咪达唑仑 0.04 mg/kg、依托咪酯 0.3 mg/kg、舒芬太尼 0.4 μg/kg 和罗库溴铵 0.6 mg/kg。麻醉深度达到插管条件后,由具有 2 年以上插管经验的麻醉医生行气管插管,插管成功后机械通气,设定潮气量 8 mL/kg,调整呼吸频率以维持呼气末二氧化碳(PET-CO₂) 35~45 mm Hg;调节吸入七氟烷 1%~3% 维持麻醉,使 BIS 维持在 40~60。

1.2.4 观察指标

患者入室后平卧 10 min 待血流动力学稳定后,每 20 秒记录 ABP 和 HR,共 3 次,取平均值作为基础值。经胸超声记录 3 个呼吸周期图像,分别测量 IVC_{max} 和 IVC_{min},根据公式计算 IVC-CI。计算记录麻醉诱导期间 MAP 及 HR 直至插管后 10 min,每分钟记录 1 次。当患者出现定义的低血压则记录并立即进行处理。根据麻醉诱导后是否发生低血压分为正常血压组及低血压组。

1.2.5 不良反应的定义及处理

低血压标准为 MAP 相对于基础值水平下降率大于或等于 20% 或 MAP ≤ 60 mm Hg^[10]。心动过缓定义为 HR < 50 次/分钟。低血压发生时给予去氧肾上腺素 50 μg,心动过缓则静脉推注阿托品 0.5 mg,必要时重复,直到 MAP 不低于基础值的 20%,HR ≥ 50 次/分钟。

1.3 统计学处理

采用 SPSS24.0 软件进行数据统计分析,服从正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,不服从正态分布的则采用中位数和四分位间距 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示。计

数资料的统计描述采用频数和百分率(%)。计量资料两两比较采用独立样本 *t* 检验,不满足正态分布的采用独立样本 Wilcoxon 秩和检验;绘制 IVC_{max}、IVC-CI 的受试者工作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线;采用约登(Youden)指数用于确定 IVC_{max}、IVC-CI 诊断麻醉诱导后发生低血压的最佳截断值,并计算其灵敏度和特异度。IVC_{max}、IVC-CI 与血压变化率之间的相关性采用散点图与 Spearman 相关检验。以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本资料比较

正常血压组与低血压组间基线资料比较差异无统计学意义(*P* > 0.05),具有可比性,见表1。正常血压组及低血压组间术前 IVC_{max} 差异无统计学意义

(*P* > 0.05),麻醉诱导前2组 IVC-CI 差异有统计学意义(*P* < 0.001),见表2。

2.2 ROC 曲线评价 IVC_{max} 和 IVC-CI 在预测全身麻醉后低血压的价值

ROC 曲线分析结果显示,IVC_{max} 的 ROC 曲线下面积(area under curve, AUC)为 0.61(95% CI: 0.48~0.74),*P* = 0.133,最佳截断值为 1.85 cm,灵敏度 29%,特异度 90%,见表3、图1;IVC-CI 的 AUC 为 0.88(95% CI: 0.79~0.96),*P* < 0.001,最佳截断值为 42.5%,灵敏度 73%,特异度 98%,见表3、图2。IVC_{max} 与诱导后 MAP 下降率呈负相关(*r* = -0.248,*P* = 0.037),相关程度为弱相关,见图3。IVC-CI 与诱导后 MAP 下降率呈正相关(*r* = 0.536,*P* < 0.001),相关程度为中等程度相关,见图4。

表1 纳入患者基线资料比较

项目	正常血压组(<i>n</i> = 41)	低血压组(<i>n</i> = 30)	合计(<i>n</i> = 71)	<i>P</i>
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	57.2 ± 9.1	56.7 ± 9.2	56.7 ± 9.1	0.810
性别[<i>n</i> (%)]				0.901
男	24(33.8)	18(25.4)	42(59.2)	
女	17(23.9)	12(16.9)	29(40.8)	
高血压史	3(4.2)	7(9.9)	10(14.1)	
糖尿病史	3(4.2)	4(5.6)	7(9.8)	
BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	22.7 ± 3.4	22.9 ± 3.5	22.8 ± 3.4	0.754
HR($\bar{x} \pm s$, 次/分钟)	73.5 ± 8.5	69.9 ± 8.4	72.0 ± 8.6	0.083
ABP($\bar{x} \pm s$, mm Hg)	90.5 ± 6.6	90.3 ± 5.8	90.4 ± 6.2	0.886

表2 术前 IVC_{max} 与 IVC-CI

项目	正常血压组(<i>n</i> = 41)	低血压组(<i>n</i> = 30)	合计(<i>n</i> = 71)	<i>P</i>
IVC _{max} ($\bar{x} \pm s$, cm)	1.76 ± 0.17	1.70 ± 0.13	1.74 ± 0.15	0.072
IVC-CI($\bar{x} \pm s$, %)	32.00 ± 6.70	45.10 ± 8.10	37.50 ± 9.80	< 0.001

表3 受试者工作曲线(ROC)评价 IVC_{max} 和 IVC-CI 的结果

变量	AUC (95%CI)	最佳截断值	灵敏度 (%)	特异度 (%)
IVC _{max}	0.61(0.48~0.74)	1.85 cm	29	90
IVC-CI	0.88(0.79~0.96)	42.5%	73	98

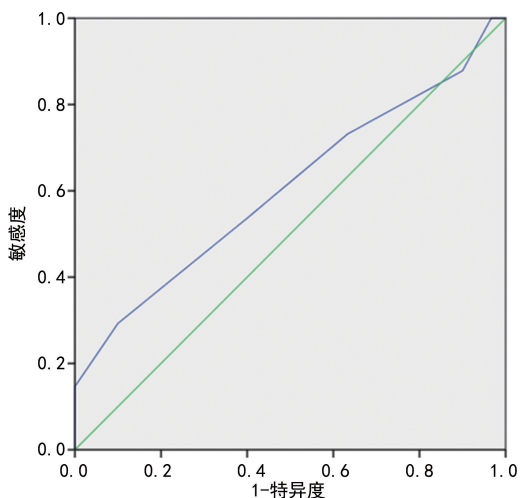


图1 IVC_{max} 的 ROC 曲线

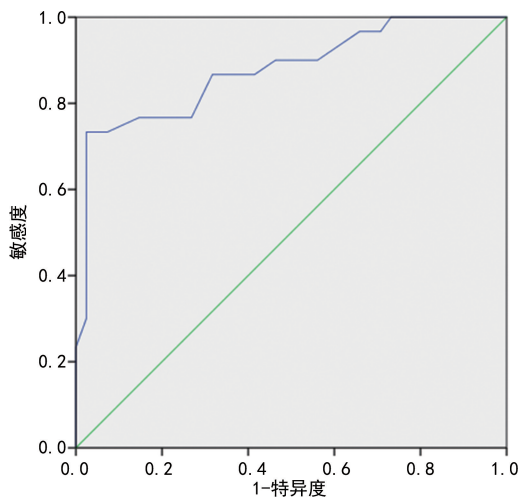


图2 IVC-CI 的 ROC 曲线

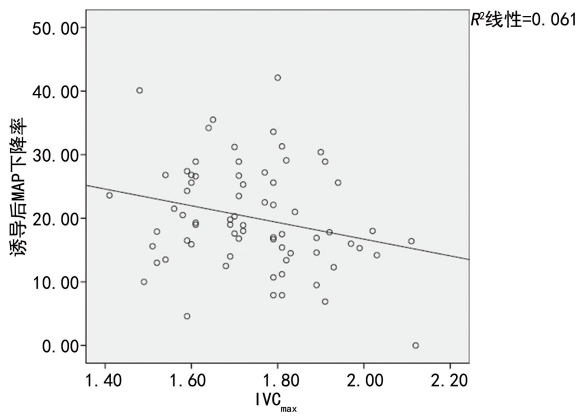


图3 IVC_{max}与诱导后MAP下降率之间的关系

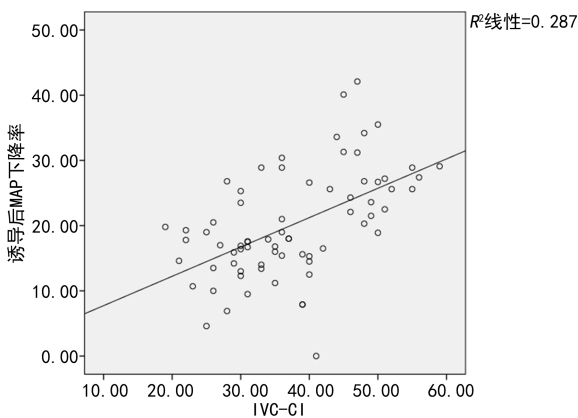


图4 IVC-CI与诱导后MAP下降率之间的关系

3 讨论

结直肠癌患者术前由于胃肠减压、胃肠道灌肠准备等原因,术前容易存在低血容量状态,再加上麻醉诱导的全身麻醉药种类、剂量、给药速度等因素亦会增加低血压的发生^[11]。因此,在诱导前对此类手术患者进行血容量评估,预测低血压的发生率,有着重要的临床意义。

本研究发现麻醉诱导前监测 IVC_{max} 及 IVC-CI 能为预测诱导后低血压的发生率提供一定的参考价值。其中 IVC-CI 预测全身麻醉诱导后低血压的发生率准确性较高,ROC AUC 为 0.88(95%CI:0.79~0.96),最佳截断值为 42.5%,灵敏度和特异度均较高,分别为 73% 和 98%。术前 IVC-CI 与诱导后 MAP 下降率呈中等程度正相关。而 IVC_{max} 预测全身麻醉诱导后低血压的发生率准确度较差,ROC AUC 仅为 0.61(95%CI:0.474~0.735),最佳截断值为 1.85 cm。

目前较多研究^[12-15]认为超声测量下腔静脉内径(IVC)及其变异度可以在自主呼吸和机械通气情况下用于判断血管容量和容量反应性。同时也有 meta 分析^[16]认为,尽管纳入的研究中,患者种类、扩容方式、诊断标准不同,但仍能证明超声测量 IVC 变异度用于诊断血管容量反应性有较大的价值。美国超声心动图学会指南支持使用 IVC_{max} 和 IVC-CI 来评估血管容量^[17]。

有学者在全身麻醉诱导前对自主呼吸患者的 IVC-CI 进行测量,并与麻醉诱导后低血压的发生率进行相关性研究,发现麻醉诱导前 IVC-CI>43% 时可以有效预测麻醉诱导后低血压的发生,其 ROC AUC 为 0.90(95%CI:0.82~0.95),并认为 IVC-CI 是预测全身麻醉诱导后低血压发生的独立预测因子^[18],这与本研究结果相似。本研究还发现,在麻醉诱导前,低血压组 IVC-CI 值大于正常血压组,且差异有统计学意义($P<0.001$)。提示对于拟行结/直肠癌根治手术患者,麻醉诱导前监测 IVC-CI 有一定的价值,当 IVC-CI>42.5% 时,应警惕患者在麻醉诱导后很可能发生低血压,特别是合并低血容量、冠状动脉粥样硬化性心脏病、心功能不全等患者,更易发生低血压,提醒麻醉医师应做好应对准备。

近年来的研究提示一些功能性血流动力学的动态指标如:每搏量变异度(stroke volume variation, SVV)、脉搏压变异度(pulse pressure variation, PPV)、脉搏灌注指数变异度(pleth variability index, PVI)等也能用于容量的管理,且诊断准确度较高^[19-20]。但上述指标运用条件较为苛刻,只能用于机械通气的患者,不能运用于在全身麻醉诱导前的自主呼吸患者^[21],同时测量上述指标需要建立有创监测,存在穿刺并发症风险。而经胸超声测量的 IVC_{max} 及 IVC-CI 可用于自主呼吸患者,同时具备无创、快速、便捷、价廉、可重复性的优点。因此,对麻醉诱导前自主呼吸的患者监测 IVC-CI 以指导血管容量管理,维持麻醉诱导过程中血流动力学平稳,其准确度较高,且安全无创,有较实际的临床意义。

本研究的诱导药物选用依托咪酯而非丙泊酚,主要是为了避免丙泊酚诱导引起的血压降低。但本研究仍存在不足之处,由于超声扫查图像质量原因,排除的病例数较多,今后可通过增加病例数和提高扫查技术来避免。

由于 IVC-CI 预测全身麻醉诱导后低血压发生率的准确度较高,且经胸超声扫查 IVC 切面简单易得,麻醉医师可在诱导前关注患者的基础 IVC-CI。但当麻醉诱导前 IVC-CI>42.5% 时,是否可采取一定措施,如补液试验或小剂量血管活性药物来避免麻醉诱导期间患者血压剧烈波动,还需要进一步的大样本研究以确定其有效性和安全性。

参考文献

- [1] 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.
- [2] BIJKER J B, VAN KLEI W A, VERGOUWE

- Y, et al. Intraoperative hypotension and 1-year mortality after noncardiac surgery[J]. *Anesthesiology*, 2009, 111(6):1217-1226.
- [3] SÜDFELD S, BRECHNITZ S, WAGNER J Y, et al. Post-induction hypotension and early intraoperative hypotension associated with general anaesthesia[J]. *Br J Anaesth*, 2017, 119(1):57-64.
- [4] SUBRAMANIAM B, SUBRAMANIAM K. Cautious optimism: can preoperative ultrasound predict postinduction hypotension? [J]. *Anesthesiology*, 2016, 124(3):526-527.
- [5] MULLER L, BOBBIA X, TOUMI M, et al. Respiratory variations of inferior vena cava diameter to predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients with acute circulatory failure: need for a cautious use[J]. *Crit Care*, 2012, 16(5):R188.
- [6] FEISSEL M, MICHARD F, FALLER J P, et al. The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy[J]. *Intensive Care Med*, 2004, 30(9):1834-1837.
- [7] BARBIER C, LOUBIÈRES Y, SCHMIT C, et al. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients[J]. *Intensive Care Med*, 2004, 30(9):1740-1746.
- [8] MACHARE-DELGADO E, DECARO M, MARIK P E. Inferior vena cava variation compared to pulse contour analysis as predictors of fluid responsiveness: a prospective cohort study[J]. *Intensive Care Med*, 2011, 26(2):116-124.
- [9] JAKOBSEN C J, TORP P, SLOTH E. Perioperative feasibility of imaging the heart and pleura in patients with aortic stenosis undergoing aortic valve replacement[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2007, 24(7):589-595.
- [10] 薄禄龙, 邓小明. 2014 年国际麻醉领域指南回顾[J]. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2015, 36(2):97-101.
- [11] MORT T C. Complications of emergency tracheal intubation: hemodynamic alterations—part I[J]. *Intensive Care Med*, 2007, 22(3):157-165.
- [12] ILYAS A, ISHTIAQ W, ASSAD S. Correlation of IVC diameter and collapsibility index with central venous pressure in the assessment of intravascular volume in critically ill patients[J]. *Cureus*, 2017, 9(2):e1025.
- [13] 陶永康, 张国强, 王海峰, 等. 超声测量下腔静脉在脓毒症休克中的应用[J]. *中华急诊医学杂志*, 2013, 22(11):1252-1255.
- [14] FEISSEL M, MICHARD F, FALLER J P, et al. The respiratory variation in inferior vena cava diameter as a guide to fluid therapy[J]. *Intensive Care Med*, 2004, 30(9):1834-1837.
- [15] BARBIER C, LOUBIÈRES Y, SCHMIT C, et al. Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients[J]. *Intensive Care Med*, 2004, 30(9):1740-1746.
- [16] AIRAPETIAN N, MAIZEL J, ALYAMANI O, et al. Does inferior vena cava respiratory variability predict fluid responsiveness in spontaneously breathing patients? [J]. *Crit Care*, 2015, 19:400.
- [17] RUDSKI L G, LAI W W, 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.
- [18] ZHANG J, CRITCHLEY L A. Inferior vena cava ultrasonography before general anesthesia can predict hypotension after induction[J]. *Anesthesiology*, 2016, 124(3):580-589.
- [19] ZHANG Z, LU B L, SHENG X Y, et al. Accuracy of stroke volume variation in predicting fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Anesth*, 2011, 25(6):904-916.
- [20] SISWOJO A S, WONG D M, PHAN T D, et al. Pleth variability index predicts fluid responsiveness in mechanically ventilated adults during general anesthesia for noncardiac surgery [J]. *Cardiothorac Vasc Anesth*, 2014, 28(6):1505-1509.
- [21] LANSDORP B, LEMSON J, VAN PUTTEN M J A M, et al. Dynamic indices do not predict volume responsiveness in routine clinical practice[J]. *Br J Anaesth*, 2012, 108(3):395-401.