

# 脉搏灌注变异指数评价感染性休克患者容量状态的前瞻性临床研究

卢年芳 郑瑞强 林华 於江泉 邵俊 吴晓燕 王海霞

**【摘要】** 目的 通过被动抬腿试验(PLR)评价脉搏灌注变异指数(PVI)预测感染性休克机械通气患者对容量治疗的反应。方法 采用前瞻性随机对照临床研究(RCT)方法,纳入2012年6月至2014年9月苏北人民医院重症医学科87例需行机械通气的感染性休克患者,采用脉搏指示连续心排量监测仪(PiCCO)和PVI监测仪持续监测患者PLR前后的血流动力学参数。以PLR后心排量指数(CI)增加值( $\Delta CI$ ) $\geq 10\%$ 定义为容量反应阳性(有反应组), $\Delta CI < 10\%$ 定义为容量反应阴性(无反应组)。评价两组患者PLR前后心率(HR)、平均动脉压(MAP)、中心静脉压(CVP)、每搏量变异度(SVV)、CI、PVI及其变化值( $\Delta HR$ 、 $\Delta MAP$ 、 $\Delta CVP$ 、 $\Delta SVV$ 、 $\Delta CI$ 、 $\Delta PVI$ )的差异,分析其与 $\Delta CI$ 的相关性。绘制受试者工作特征曲线(ROC),评价血流动力学参数预测容量反应性的价值。结果 87例感染性休克患者共进行145例次PLR,有容量反应性67例次,无容量反应性78例次。PLR前,有无反应两组间HR、MAP、CVP、CI差异均无统计学意义,但有反应组SVV、PVI明显高于无反应组[SVV:( $16.9 \pm 3.1$ )%比( $8.4 \pm 2.2$ )%, $t=9.078$ , $P=0.031$ ;PVI:( $20.6 \pm 4.3$ )%比( $11.1 \pm 3.2$ )%, $t=19.189$ , $P=0.022$ ]。PLR后,有无反应两组患者间HR、MAP、CVP、SVV和PVI比较差异均无统计学意义,但有反应组CI明显高于无反应组( $mL \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$ ): $78.3 \pm 6.7$ 比 $60.0 \pm 8.3$ , $t=2.902$ , $P=0.025$ )。有无反应两组患者间 $\Delta HR$ 、 $\Delta MAP$ 、 $\Delta CVP$ 差异均无统计学意义,但有反应组 $\Delta SVV$ 、 $\Delta CI$ 、 $\Delta PVI$ 均明显高于无反应组[ $\Delta SVV$ :( $4.6 \pm 1.5$ )%比( $1.8 \pm 0.9$ )%, $t=11.187$ , $P=0.022$ ;  $\Delta CI$ ( $mL \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$ ): $18.3 \pm 1.7$ 比 $1.7 \pm 0.5$ , $t=3.696$ , $P=0.014$ ;  $\Delta PVI$ :( $6.4 \pm 1.1$ )%比( $1.3 \pm 0.2$ )%, $t=19.563$ , $P=0.013$ ]。PLR前HR、MAP、CVP与 $\Delta CI$ 均无相关性,SVV、PVI与 $\Delta CI$ 呈直线相关( $r=0.850$ , $P=0.015$ ;  $r=0.867$ , $P=0.001$ )。SVV预测容量反应性的ROC曲线下面积(AUC)为0.948,最佳临界值为12.4%时,敏感度为85.4%,特异度为86.6%;PVI预测容量反应性的AUC为0.957,最佳临界值为14.8%时,敏感度为87.5%,特异度为84.8%;均明显高于其他血流动力学指标(HR、MAP、CVP)。结论 PLR下,PVI和SVV均能够有效预测感染性休克机械通气患者对容量治疗的反应性,而PVI作为一种连续、无创的功能性血流动力学指标,其准确性与有创测得的SVV相类似。

**【关键词】** 感染性休克; 容量反应性; 脉搏灌注变异指数; 被动抬腿试验

**A prospective clinical study of pleth variability index in prediction of volume responsiveness in patients with septic shock** Lu Nianfang, Zheng Ruiqiang, Lin Hua, Yu Jiangquan, Shao Jun, Wu Xiaoyan, Wang Haixia. Department of Critical Care Medicine, Subei People's Hospital of Jiangsu Province & Clinical Medical School, Yangzhou University, Yangzhou 225001, Jiangsu, China

Corresponding author: Zheng Ruiqiang, Email: 13952721411@163.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the role of pleth variability index (PVI) by passive leg raising (PLR) test in volume responsiveness and volume status prediction in patients with septic shock. **Methods** A prospective randomized controlled trial (RCT) was conducted. Eighty-seven patients suffering from septic shock undergoing mechanical ventilation in Department of Critical Care Medicine of Subei People's Hospital from June 2012 to September 2014 were enrolled. The hemodynamic changes before and after PLR were monitored by pulse indicated continuous cardiac output (PiCCO) and PVI monitoring. Responsive group: positive fluid response was defined as an increase in cardiac index (CI)  $\geq 10\%$  after PLR. Unresponsive group: negative fluid response was defined as an increase in CI  $< 10\%$  after PLR. The hemodynamic parameters, including heart rate (HR), mean arterial pressure (MAP), central venous pressure (CVP), stroke volume variation (SVV), CI and PVI, and the changes in cardiac parameters ( $\Delta HR$ ,  $\Delta MAP$ ,  $\Delta CVP$ ,

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2015.01.005

基金项目:江苏省“333高层次人才培养工程”基金资助(2011-3);江苏省扬州市医学重点学科和重点人才建设项目(2013-28-1,2013-28-4)

作者单位:225001 江苏扬州,江苏省苏北人民医院&扬州大学临床医学院重症医学科

通信作者:郑瑞强, Email: 13952721411@163.com

$\Delta$ SVV,  $\Delta$ CI, and  $\Delta$ PVI) before and after PLR were determined. The relations between hemodynamic parameters and their changes with  $\Delta$ CI were analyzed by the Pearson analysis. The role of the parameters for volume responsiveness prediction was evaluated by receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** 145 PLRs in 87 patients with septic shock were conducted, with 67 in responsive group and 78 in unresponsive group. There were no statistically significant differences in HR, MAP, CVP and CI before PLR between the responsive and unresponsive groups. SVV and PVI in responsive group were significantly higher than those in the unresponsive group [SVV:  $(16.9 \pm 3.1)\%$  vs.  $(8.4 \pm 2.2)\%$ ,  $t = 9.078$ ,  $P = 0.031$ ; PVI:  $(20.6 \pm 4.3)\%$  vs.  $(11.1 \pm 3.2)\%$ ,  $t = 19.189$ ,  $P = 0.022$ ]. There were no statistically significant differences in HR, MAP, CVP, SVV, and PVI after PLR between the responsive group and unresponsive group. CI in the responsive group was significantly higher than that in the unresponsive group ( $\text{mL}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ :  $78.3 \pm 6.7$  vs.  $60.0 \pm 8.3$ ,  $t = 2.902$ ,  $P = 0.025$ ). There were no statistically significant differences in  $\Delta$ HR,  $\Delta$ MAP,  $\Delta$ CVP between responsive group and unresponsive group.  $\Delta$ SVV,  $\Delta$ CI and  $\Delta$ PVI in responsive group were significantly higher than those in the unresponsive group [ $\Delta$ SVV:  $(4.6 \pm 1.5)\%$  vs.  $(1.8 \pm 0.9)\%$ ,  $t = 11.187$ ,  $P = 0.022$ ;  $\Delta$ CI ( $\text{mL}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ ):  $18.3 \pm 1.7$  vs.  $1.7 \pm 0.5$ ,  $t = 3.696$ ,  $P = 0.014$ ;  $\Delta$ PVI:  $(6.4 \pm 1.1)\%$  vs.  $(1.3 \pm 0.2)\%$ ,  $t = 19.563$ ,  $P = 0.013$ ]. No significant correlation between HR, MAP or CVP before PLR and  $\Delta$ CI was found. SVV ( $r = 0.850$ ,  $P = 0.015$ ) and PVI ( $r = 0.867$ ,  $P = 0.001$ ) before PLR were correlated with  $\Delta$ CI. It was shown by ROC curve that the area under ROC curve (AUC) for SVV fluid responsiveness prediction was 0.948, and cut-off of SVV was 12.4%, the sensitivity was 85.4%, and specificity was 86.6%. The AUC for PVI fluid responsiveness prediction was 0.957, and cut-off was 14.8%, the sensitivity was 87.5%, and specificity was 84.8%. It was higher than other hemodynamic parameters (HR, MAP, CVP). **Conclusions** PVI and SVV can better predict fluid responsiveness in mechanically ventilating patients with septic shock after PLR. PVI as a new continuous, noninvasive and functional hemodynamic parameter has the same accuracy as SVV.

**【Key words】** Septic shock; Fluid responsiveness; Pleth variability index; Passive leg raising

对感染性休克患者的治疗策略是及时有效的液体复苏和细致严密的液体管理<sup>[1-3]</sup>,但应快速、准确判断患者对液体治疗的反应性。有研究表明,中心静脉压(CVP)、肺动脉楔压(PAWP)等压力指标由于受心室顺应性、胸腔压力、心脏瓣膜功能以机械通气等因素影响,无法准确预测容量反应性<sup>[4-6]</sup>。脉压变异度(PPV)和每搏量变异度(SVV)是通过脉搏指示连续心排血量监测技术(PiCCO)获得的动态功能性容量指标,已成为预测容量反应性的有效指标<sup>[7-9]</sup>。近年来,脉搏灌注变异指数(PVI)开始应用于感染性休克患者容量状态的评估<sup>[10-11]</sup>,具有无创、瞬时、能连续监测的优点,但用来判断机体容量状态的准确性如何,目前尚无定论。本研究旨在探讨临床常用血流动力学指标以及PVI判断机体容量状态的准确性,从而为感染性休克患者寻找一个更加合适的判断机体容量状态的指标。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象的选择:**采用前瞻性随机对照临床研究(RCT)方法,选择2012年6月至2014年9月本院重症医学科收治的感染性休克患者。

**1.1.1 入选标准:**年龄 $\geq 18$ 岁,符合成人严重感染及感染性休克血流动力学监测与支持指南(2012)中感染性休克的诊断标准,需行机械通气的患者。

**1.1.2 排除标准:**①存在补液试验禁忌证(有心力

衰竭、急性冠脉综合征、心源性休克和容量过负荷的证据);②存在中心静脉置管或股动脉置管、抬腿禁忌证者;③妊娠;④合并神经源性休克、脑血管意外、颅脑外伤患者;⑤处于临终状态的患者。

本研究所遵循的程序均符合本院负责人体试验委员会所制定的伦理学标准,并得到该伦理委员会的批准同意,受试对象家属均签署了知情同意书。

## 1.2 试验方法和监测指标

**1.2.1 基础治疗:**按照重症感染、感染性休克诊断治疗指南给予相应治疗,包括去除感染源,1 h内经验性抗感染、早期积极液体复苏和血管活性药物,控制血糖,机械通气,瑞芬太尼 $0.02 \sim 0.12 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 或者咪达唑仑 $0.02 \sim 0.20 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 使患者处于镇痛镇静状态。采用同步间歇指令通气模式,呼气末正压(PEEP) $5 \sim 14 \text{cmH}_2\text{O}$ ( $1 \text{cmH}_2\text{O} = 0.098 \text{kPa}$ )、潮气量 $10 \text{mL/kg}$ ,限制平台压 $< 30 \text{cmH}_2\text{O}$ 。

**1.2.2 放置中心静脉导管、PiCCO导管和PVI监测仪:**经颈内静脉或锁骨下深静脉置入双腔深静脉导管监测CVP。经股动脉置入PiCCO导管,连接PiCCO监测仪,通过热稀释法,快速连续3次推注冰生理盐水( $4 \text{ }^\circ\text{C}$ 以下) $15 \text{mL}$ ,得出SVV和心排血指数(CI)的平均值。连接PVI监测仪,将脉搏氧探头连接患者食指,并避光包裹固定,另一端与安装了PVI和PI软件的监测仪连接,监测PVI。

**1.2.3 被动抬腿试验 (PLR):**患者取 45° 半卧位持续 2 min,测定并记录血流动力学参数作为基线值;取平卧位,双腿抬高至 45° 保持 2 min,测定并记录血流动力学参数,PLR 期间机械通气各项参数及血管活性药物剂量保持不变。将容量负荷试验后 CI 增加值 ( $\Delta CI$ )  $\geq 10\%$  定义为液体反应阳性,为有反应组; $\Delta CI < 10\%$  定义为液体反应阴性,为无反应组。所有患者 PLR 前后均进行血流动力学监测。

**1.2.4 监测指标:**PLR 前患者一般情况、病种、感染部位、入重症加强治疗病房 (ICU) 24 h 序贯器官衰竭评分 (SOFA)、急性生理学与慢性健康状况评分系统 II (APACHE II) 评分;PLR 前后的心率 (HR)、平均动脉压 (MAP)、CVP、SVV 和 PVI。

**1.3 统计学方法:**使用 SPSS 17.0 软件,计量资料以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示,组间比较用方差分析,相关性分析用 Pearson 法;用受试者工作特征曲线 (ROC) 分析 CVP、SVV 及 PVI 预测容量反应性的价值,以 ROC 曲线下面积 (AUC) 和 95% 可信区间 (95%CI) 表示。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 患者一般资料:**共入选 87 例感染性休克患者,男性 50 例,女性 37 例;平均年龄 ( $62.2 \pm 11.3$ ) 岁。感染源:肺部 54 例,腹腔 14 例,泌尿系统 13 例,血源性感染 4 例,皮肤软组织 2 例。APACHE II 评分 ( $27.8 \pm 12.1$ ) 分,SOFA 评分 ( $19.9 \pm 7.6$ ) 分。

**2.2 两组患者 PLR 前后血流动力学参数比较:**87 例患者共进行 145 例次 PLR,其中 PLR 有容量反应性 67 例次,为有反应组;PLR 无容量反应性 78 例次,为无反应组。从表 1 可以看出,两组患者 PLR 前 HR、MAP、CVP、CI 比较差异均无统计学意义,但有反应组 SVV、PVI 均明显高于无反应组 (均  $P < 0.05$ )。两组患者 PLR 后 HR、MAP、CVP、SVV 和 PVI 比较差异也无统计学意义,但有反应组 CI 明显高于无反应组 ( $P < 0.05$ )。

**2.3 两组患者 PLR 前后血流动力学参数变化值比较 (表 2):**两组患者 PLR 前后 HR、MAP、CVP 的变化值 ( $\Delta HR$ 、 $\Delta MAP$ 、 $\Delta CVP$ ) 差异均无统计学意义,但有反应组 SVV、CI、PVI 的变化值 ( $\Delta SVV$ 、 $\Delta CI$ 、 $\Delta PVI$ ) 均明显高于无反应组 (均  $P < 0.05$ )。

**2.4 相关性分析 (表 3):**容量负荷试验前 HR、MAP、CVP 与  $\Delta CI$  无相关性;而 SVV、PVI 与  $\Delta CI$  呈直线相关 ( $P < 0.05$  和  $P < 0.01$ )。

**2.5 ROC 曲线分析 (表 4;图 1):**以  $\Delta CI \geq 10\%$  定义对容量治疗有反应的标准时,SVV 预测容量反应性的最佳临界值为 12.4% 时,敏感度为 85.4%,特异度为 86.6%;PVI 预测容量反应性的最佳临界值为 14.8% 时,敏感度为 87.5%,特异度为 84.8%;SVV 和 PVI 预测容量反应性的 AUC 明显高于其他血流动力学指标 (HR、MAP、CVP),说明 SVV、PVI 监测容量反应的准确性高于其他血流动力学指标。

表 1 两组感染性休克患者被动抬腿试验前后血流动力学参数的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

时间	组别	例数 (例次)	HR (次/min)	MAP (mmHg)	CVP (mmHg)	SVV (%)	CI ( $\text{mL} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )	PVI (%)
试验前	有反应组	67	102.6 $\pm$ 17.2	72.5 $\pm$ 10.6	8.8 $\pm$ 3.1	16.9 $\pm$ 3.1	60.0 $\pm$ 18.3	20.6 $\pm$ 4.3
	无反应组	78	107.5 $\pm$ 17.1	71.4 $\pm$ 11.5	8.7 $\pm$ 3.4	8.4 $\pm$ 2.2	58.3 $\pm$ 23.3	11.1 $\pm$ 3.2
	<i>t</i> 值		-1.915	1.543	0.125	9.078	1.248	19.189
	<i>P</i> 值		0.141	0.262	0.124	0.031	0.183	0.022
试验后	有反应组	67	101.2 $\pm$ 18.3	75.8 $\pm$ 11.1	10.7 $\pm$ 3.0	12.4 $\pm$ 4.0	78.3 $\pm$ 6.7	14.8 $\pm$ 3.7
	无反应组	78	105.3 $\pm$ 17.7	72.8 $\pm$ 12.5	10.9 $\pm$ 3.1	8.7 $\pm$ 3.5	60.0 $\pm$ 8.3	11.7 $\pm$ 3.0
	<i>t</i> 值		-1.599	1.098	-0.403	6.316	2.902	7.822
	<i>P</i> 值		0.252	0.341	0.115	0.064	0.025	0.073

注:HR 为心率,MAP 为平均动脉压,CVP 为中心静脉压,SVV 为每搏量变异度,CI 为心排血指数,PVI 为脉搏灌注变异指数;

1 mmHg = 0.133 kPa

表 2 两组感染性休克患者被动抬腿试验前后血流动力学参数变化值的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数 (例次)	$\Delta HR$ (次/min)	$\Delta MAP$ (mmHg)	$\Delta CVP$ (mmHg)	$\Delta SVV$ (%)	$\Delta CI$ ( $\text{mL} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )	$\Delta PVI$ (%)
有反应组	67	3.9 $\pm$ 1.6	6.5 $\pm$ 2.7	3.1 $\pm$ 0.7	4.6 $\pm$ 1.5	18.3 $\pm$ 1.7	6.4 $\pm$ 1.1
无反应组	78	3.4 $\pm$ 1.4	7.6 $\pm$ 1.9	3.2 $\pm$ 0.7	1.8 $\pm$ 0.9	1.7 $\pm$ 0.5	1.3 $\pm$ 0.2
<i>t</i> 值		1.708	-1.860	-1.067	11.187	3.696	19.563
<i>P</i> 值		0.211	0.184	0.537	0.022	0.014	0.013

注: $\Delta HR$ 、 $\Delta MAP$ 、 $\Delta CVP$ 、 $\Delta SVV$ 、 $\Delta CI$ 、 $\Delta PVI$  分别为被动抬腿试验前后心率、平均动脉压、中心静脉压、每搏量变异度、心排血指数、脉搏灌注变异指数的变化值;1 mmHg = 0.133 kPa

表3 感染性休克患者被动抬腿试验前血流动力学参数与  $\Delta CI$  的相关性分析

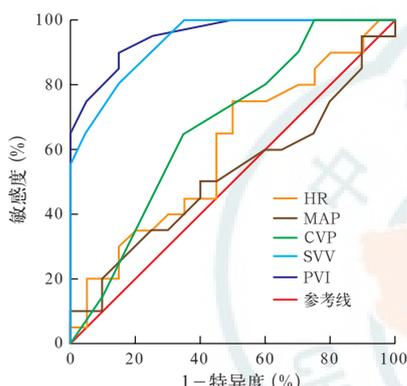
指标	相关性	
	r 值	P 值
HR 与 $\Delta CI$	0.220	0.321
MAP 与 $\Delta CI$	-0.215	0.334
CVP 与 $\Delta CI$	-0.310	0.283
SVV 与 $\Delta CI$	0.850	0.015
PVI 与 $\Delta CI$	0.867	0.001

注： $\Delta CI$  为被动抬腿试验前后心排血指数的变化值，HR 为心率，MAP 为平均动脉压，CVP 为中心静脉压，SVV 为每搏量变异度，PVI 为脉搏灌注变异指数

表4 容量负荷有反应组 ( $\Delta CI \geq 10\%$ ) 感染性休克患者血流动力学参数预测容量反应性的价值

指标	AUC	95%CI	P 值	阈值	敏感度 (%)	特异度 (%)	阴性预测值	阳性预测值
HR	0.623	0.382 ~ 0.847	0.350	80.7	84.3	51.8	0.69	0.55
MAP	0.521	0.263 ~ 0.802	0.703	74.0	51.4	52.3	0.55	0.48
CVP	0.662	0.394 ~ 0.898	0.408	5.8	71.7	53.8	0.69	0.57
SVV	0.948	0.815 ~ 1.024	0.001	12.4	85.4	86.6	0.87	0.85
PVI	0.957	0.824 ~ 1.037	0.001	14.8	87.5	84.8	0.89	0.83

注： $\Delta CI$  为被动抬腿试验前后心排血指数的变化值，HR 为心率，MAP 为平均动脉压，CVP 为中心静脉压，SVV 为每搏量变异度，PVI 为脉搏灌注变异指数，AUC 为受试者工作特征曲线下面积，95%CI 为 95% 可信区间



注： $\Delta CI$  为被动抬腿试验前后心排血指数的变化值，ROC 为受试者工作特征曲线，HR 为心率，MAP 为平均动脉压，CVP 为中心静脉压，SVV 为每搏量变异度，PVI 为脉搏灌注变异指数

图1 容量负荷有反应组 ( $\Delta CI \geq 10\%$ ) 感染性休克患者血流动力学参数预测容量反应性的 ROC 曲线

### 3 讨论

感染性休克患者往往存在有效循环血容量不足，休克早期集束化治疗策略可以提高患者的生存率<sup>[12-15]</sup>。但盲目的液体复苏会引起心力衰竭、肺水肿、呼吸衰竭、机械通气时间延长，从而延长 ICU 住院时间、增加病死率<sup>[16-19]</sup>。容量反应性可以反映扩容后的效果，通过液体复苏增加患者的前负荷，提高患者心排量 (CO)，改善机体各组织的灌注，即容量反应阳性；若液体复苏难以获益，会带来心功能衰竭、组织水肿等容量负荷过多的表现，即容量反应阴性。根据 Frank-Starling 定律，当心功能曲线处于左侧的升支段，与最适前负荷还有一段距离，CO 随充盈压的增加而增加，此时液体复苏可以改善组织灌注，进一步维持循环的稳定，即为容量反应阳性；当处于心功能曲线的平坦部位时，或合并心功能不全、心功能曲线左移时，心脏储备功能下降，过度补液不但不能有效增加 CO，还会加重心功能不全，导致肺水肿及组织间质水肿，影响氧合及组织细胞的供氧，

使病情进一步恶化，即为容量反应阴性。通常临床上采用容量负荷试验监测容量复苏前后每搏量变化 ( $\Delta SV$ ) 或  $\Delta CI$  增加  $\geq 10\%$  定义为液体反应阳性<sup>[20]</sup>。

PLR 可以让 150 ~ 200 mL 的血液快速从下肢静脉回流至右心房；当双腿放回水平位时，这一过程迅速逆转。PLR 模拟了内源性补液，其原理即为增加心脏前负荷，如果患者心功能曲线处于左侧的升支段时，心脏仍有储备能力，对补液有反应性，则随着 PLR 后心脏前负荷增加，SVI 随之增加；即使患者处于心功能曲线的平坦部位或合并心功能不全时，与经典的补液试验相比，PLR 没有外源性补液，前负荷增加的效应可逆，故安全性相对较高。PLR 作为一种自身补液试验，不受自主呼吸和心律失常等因素影响，不需要额外增加患者机体血容量，并有可重复性、床旁实施简单易行等优点，在预测容量反应性方面已经成为研究热点，并得到广泛应用<sup>[21-23]</sup>。

有研究显示，PLR 后  $\Delta SV$  与补液试验  $\Delta SV$  呈正相关<sup>[8,24]</sup>。本研究显示，用 PLR 这一内源性扩容补液试验监测感染性休克患者的 HR、MAP、CVP、SVV 和 PVI 等血流动力学指标，可以预测容量反应性；而容量试验的阳性反应率只有 46.2%。有研究表明，当医生怀疑患者存在有效循环血容量不足而进行容量负荷试验时，约有 50% 的患者容量反应阳性<sup>[25-26]</sup>。本组感染性休克患者年龄较大，病情较重，心功能差，补液风险较高，故无反应者占多数。

本研究显示，有无反应组患者容量负荷试验前 HR、MAP、CVP 比较差异无统计学意义，且 HR、MAP 和 CVP 与  $\Delta CI$  亦无相关性，表明 HR、MAP 和 CVP 无法准确反映感染性休克患者的容量反应性，这与国内外其他研究结论相一致<sup>[27-28]</sup>。

PiCCO 目前已广泛用于临床重症患者的监测，研究表明其监测的 SVV 能更好地反映患者的容量

状态。本研究结果显示,有反应组患者 SVV 明显高于无反应组,且与  $\Delta CI$  呈直线相关,同时有反应组  $\Delta SVV$  比无反应组高; ROC 曲线分析显示: SVV 为 12.5% 时,预测容量反应性的 AUC 为 0.957,监测容量反应的敏感度为 86.3%,特异度为 86.8%,明显高于 HR、CVP、MAP 等血流动力学指标,与国内外其他研究结论一致<sup>[7,29]</sup>。

脉搏氧波形是通过机体吸收脉搏氧探头中的红光和红外光而产生的,在监测部位,搏动性组织(小动脉血流量)和非搏动性组织(静脉血、肌肉和其他组织)都吸收光,前者吸收的光量称搏动性信号(AC),后者吸收的光量称非搏动性信号(DC),PI 则为 AC 占 DC 的百分比。PVI 是通过自动并持续监测一个完整的呼吸周期中 PI 的最大值与最小值之差占最大值的百分比<sup>[30-31]</sup>。

本研究表明,有反应组患者容量负荷试验前 PVI 明显高于无反应组,且有反应组患者容量负荷试验前后  $\Delta PVI$  明显高于无反应组;相关分析表明,容量负荷试验前 PVI 与  $\Delta CI$  呈直线相关; ROC 曲线分析显示: PVI 预测容量反应性的最佳临界值为 14.8% 时,敏感度为 88.4%,特异度为 85.9%; PVI 预测容量反应性的 AUC 为 0.961,均明显高于 HR、CVP、MAP 等血流动力学指标,与 SVV 监测容量反应的敏感度(86.3%)和特异度(86.8%)类似。

综上所述,在有创机械通气患者中, PVI 作为一种连续、无创、功能性的血流动力学指标,可准确地反映感染性休克患者容量治疗的反应性,其准确性与 SVV 相近。

## 参考文献

- [1] Antonelli M, Levy M, Andrews PJ, et al. Hemodynamic monitoring in shock and implications for management. International Consensus Conference, Paris, France, 27-28 April 2006 [J]. Intensive Care Med, 2007, 33 (4): 575-590.
- [2] 黄磊,张卫星,蔡文训,等. 被动抬腿试验预测严重感染和感染性休克患者的容量反应性[J]. 中国危重病急救医学, 2011, 23 (3): 154-157.
- [3] 刘琮,刘晓红,何颜霞,等. 连续性血液净化治疗在儿童感染性休克中的应用研究[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2006, 13 (3): 168-171.
- [4] Osman D, Ridet C, Ray P, et al. Cardiac filling pressures are not appropriate to predict hemodynamic response to volume challenge [J]. Crit Care Med, 2007, 35 (1): 64-68.
- [5] 郑俊波,王洪亮,于凯江. 严重脓毒症患者的容量负荷判断[J]. 中国急救医学, 2013, 33 (2): 98-100.
- [6] 房俊娜,孙运波. 容量管理监测指标的研究进展[J]. 中国危重病急救医学, 2009, 21 (10): 634-637.
- [7] 刘晓梅,傅强,米卫东. 人工气腹下每搏量变异度及脉搏灌注指数变异用于血容量状况监测的价值[J]. 中国基层医药, 2013, 20 (13): 1933-1935.
- [8] 黄磊,张卫星,蔡文训,等. 每搏量变异度预测严重感染和感染性休克患者容量反应性的价值[J]. 中华急诊医学杂志, 2010,

- 19 (9): 916-920.
- [9] Hofer CK, Senn A, Weibel L, et al. Assessment of stroke volume variation for prediction of fluid responsiveness using the modified FloTrac and PiCCOplus system [J]. Crit Care, 2008, 12 (3): R82.
- [10] Zimmermann M, Feibicke T, Keyl C, et al. Accuracy of stroke volume variation compared with pleth variability index to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients undergoing major surgery [J]. Eur J Anaesthesiol, 2010, 27 (6): 555-561.
- [11] 尹健一,李幼生,黎介寿. 脉氧容积变异指数预测扩容反应的基本原理及临床应用[J]. 中华危重病急救医学, 2013, 25 (5): 314-318.
- [12] 陈齐红,郑瑞强,林华,等. 血必净注射液治疗脓毒性休克的前瞻性随机对照研究[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2007, 14 (6): 364-366.
- [13] 陈齐红,郑瑞强,汪华玲,等. 提高集束治疗依从性对感染性休克预后的影响[J]. 中华急诊医学杂志, 2010, 19 (2): 150-153.
- [14] Puskarich MA, Marchick MR, Kline JA, et al. One year mortality of patients treated with an emergency department based early goal directed therapy protocol for severe sepsis and septic shock: a before and after study [J]. Crit Care, 2009, 13 (5): R167.
- [15] 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, 2001, 345 (19): 1368-1377.
- [16] Durairaj L, Schmidt GA. Fluid therapy in resuscitated sepsis: less is more [J]. Chest, 2008, 133 (1): 252-263.
- [17] Bellamy MC. Wet, dry or something else? [J]. Br J Anaesth, 2006, 97 (6): 755-757.
- [18] 于大兴,翁利,彭劲民,等. 生理指标对容量负荷试验结果的预测价值[J]. 中华医学杂志, 2010, 90 (41): 2935-2938.
- [19] Dellinger RP, Levy MM, Carlet JM, et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2008 [J]. Crit Care Med, 2008, 36 (1): 296-327.
- [20] 祁慧,顾勤,刘宁,等. 平均动脉压对脓毒性休克液体反应性的预测价值[J]. 中华危重病急救医学, 2013, 25 (1): 32-35.
- [21] Monnet X, Teboul JL. Passive leg raising [J]. Intensive Care Med, 2008, 34 (4): 659-663.
- [22] Jabot J, Teboul JL, Richard C, et al. Passive leg raising for predicting fluid responsiveness: importance of the postural change [J]. Intensive Care Med, 2009, 35 (1): 85-90.
- [23] 董约约,方强. 被动直腿抬高试验在严重脓毒症患者容量判断中的作用[J]. 中华急诊医学杂志, 2012, 21 (4): 361-365.
- [24] 刘云,卢院华,谢剑峰,等. 被动抬腿试验评价感染性休克患者容量反应性的价值[J]. 中华外科杂志, 2011, 49 (1): 44-48.
- [25] Thiel SW, Kollef MH, Isakow W. Non-invasive stroke volume measurement and passive leg raising predict volume responsiveness in medical ICU patients: an observational cohort study [J]. Crit Care, 2009, 13 (4): R111.
- [26] Pr eau S, Saulnier F, Dewavrin F, et al. Passive leg raising is predictive of fluid responsiveness in spontaneously breathing patients with severe sepsis or acute pancreatitis [J]. Crit Care Med, 2010, 38 (3): 819-825.
- [27] Marik PE, Baram M, Vahid B. Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systematic review of the literature and the tale of seven maids [J]. Chest, 2008, 134 (1): 172-178.
- [28] 汪志刚,张燕,朱丽红. 红细胞参数在危重病患者液体管理中的作用[J]. 中华危重病急救医学, 2013, 25 (5): 277-280.
- [29] Michard F, Teboul JL. Predicting fluid responsiveness in ICU patients: a critical analysis of the evidence [J]. Chest, 2002, 121 (6): 2000-2008.
- [30] 江学成. 脉搏氧灌注指数和灌注变异指数的临床应用[J]. 中国危重病急救医学, 2008, 20 (10): 638-640.
- [31] Sandroni C, Cavallaro F, Marano C, et al. Accuracy of plethysmographic indices as predictors of fluid responsiveness in mechanically ventilated adults: a systematic review and meta-analysis [J]. Intensive Care Med, 2012, 38 (9): 1429-1437.

(收稿日期: 2014-11-16) (本文编辑: 李银平)