

脉搏灌注变异指数联合被动抬腿试验评估脓毒症感染性休克儿童容量反应的研究

古方伟¹, 邹永蓉², 丁 玲², 周西跃³

(雅安市人民医院 1. 急诊重症儿科, 2. 儿科, 3. 心内科, 四川 雅安 625000)

摘要: 分析脉搏灌注变异指数(PVI)联合被动抬腿试验(PLR)评估脓毒症感染性休克儿童容量反应的价值。采用 PICCO 监测仪和 PVI 监测仪持续监测 68 例脓毒症感染性休克儿童在 PLR 试验前后的血流动力学变化,包括心率(HR)、中心静脉压(CVP)、平均动脉压(MAP)、心指数(CI)、心输出量(CO)、每搏量变异度(SVV)和脉搏灌注变异指数(PVI)。将 PLR 试验前后 CI 增加值百分比(ΔCI) $\geq 15\%$ 的归为有反应组,将 $\Delta CI < 15\%$ 的归为无反应组。68 例儿童共进行了 113 次 PLR 试验,其中有反应组 52 例次,无反应组 61 例次。有反应组 PLR 试验前的 SVV、PVI 高于无反应组($P < 0.05$)。有反应组 PLR 试验后 CO、CI 升高($P < 0.05$),SVV、PVI 降低($P < 0.05$),HR、MAP 和 CVP 无明显改变($P > 0.05$)。无反应组 PLR 试验前后各指标均无明显改变($P > 0.05$)。PLR 试验前,SVV 和 PVI 与 ΔCI 呈正相关($r = 0.887, 0.901, P < 0.05$)。cut off 值取 14.69 时,PVI 预测容量反应的 AUC 为 0.923,灵敏度和特异度分别为 90.4%、85.1%。cut off 值取 12.58 时,SVV 预测容量反应的 AUC 为 0.955,灵敏度和特异度分别为 88.9%、87.4%。结果说明 PLR 联合 PVI 和 SVV 均能够有效地评估脓毒症感染性休克儿童对液体复苏治疗的容量反应。PVI 作为一种无创监测技术,具有很好的应用前景。

关键词: 脉搏灌注变异指数; 被动抬腿试验; 脓毒症; 感染性休克; 液体复苏; 容量反应

中图分类号:R720.597

文献标识码:A

Pleth variability index combined with passive leg raising for predicting volume responsiveness in children with septic shock

GU Fangwei¹, ZOU Yongrong², DING Ling², ZHOU Xiyue³

(1. Emergency Pediatric Intensive Care Unit, 2. Pediatrics, 3. Department of Internal Medicine-Cardiovascular, Ya'an People's Hospital, Ya'an 625000, Sichuan, China)

Abstract: To analyze the clinical value of pleth variability index combined with passive leg raising for predicting volume responsiveness in children with septic shock. Hemodynamic changes including heart rate (HR), central venous pressure (CVP), mean arterial pressure (MAP), cardiac index (CI), cardiac output (CO), stroke volume variability (SVV) and pleth variability index (PVI) were continuously monitored by PICCO and PVI monitor in 68 septic shock children before and after PLR test. The percentage of CI increase (ΔCI) $\geq 15\%$ before and after PLR test was classified as response group, and $\Delta CI < 15\%$ as non-response group. A total of 113 instances PLR tests were performed in 68 children, of which, 52 instances were defined as response group, 61 instances were defined as non-response group. The SVV and PVI of response group before PLR test were higher than those of non-response group ($P < 0.05$). After PLR test, the CO and CI in response group were increased ($P < 0.05$), the SVV and PVI were decreased ($P < 0.05$), and the HR, MAP and CVP did not change significantly ($P > 0.05$). There were no significant changes of hemodynamic indexes in non-response group before and after PLR test ($P > 0.05$). Before PLR test, SVV and PVI were positively correlated with ΔCI ($r = 0.887, 0.901, P < 0.05$). When the cut off value was 14.69, the AUC of PVI was 0.923, and the sensitivity and specificity were 90.4% and 85.1% respectively. When the cut of value was 12.58, the AUC of SVV was 0.955, and the sensitivity and specificity were 88.9% and 87.4% respectively. The results showed that PLR combined with PVI and SVV could effectively predict the volume responsiveness. PVI, as a non-invasive monitoring technology, has better application prospects.

Key words: pleth variability index; passive leg raising; sepsis; septic shock; fluid resuscitation; volume responsiveness

脓毒症感染性休克是儿科常见危急重症,儿童有效循环量显著减少,导致各组织、器官血流灌注不足^[1]。及时有效的液体复苏是挽救儿童生命和改善预后的重要措施之一,然而容量过多会引起儿童肺水肿,影响气体交换和氧合作用,会进一步加重病情,甚至导致死亡^[2-3]。如何快速判断儿童对液体复苏治疗的反应,并对容量过多还是不足做出准确判断,是液体复苏治疗的关键。既往临床多以心率(heart rate, HR)、中心静脉压(central venous pressure, CVP)等指标判断容量反应,但是由于受到胸腔压力、心室顺应性、心脏瓣膜功能等因素的影响,所以判断效果并不理想^[4-5]。脉搏灌注变异指数(pleth variability index, PVI)和被动抬腿试验(passive leg raising, PLR)近年来被用于判断液体复苏治疗患者的容量反应^[6-7]。本文以本院收治的脓毒症感染性休克儿童为研究对象,探讨 PVI 联合 PLR 判断儿童容量反应的准确性,从而更好的指导临床工作。现将结果报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2016 年 3 月至 2018 年 5 月雅安市人民医院儿科收治的 68 例脓毒症感染性休克儿童为研究对象。纳入标准:(1)符合《内科学》有关脓毒症感染性休克诊断标准;(2)机械通气治疗儿童;(3)至少存在 1 个组织、器官血流灌注不足的表现:①平均动脉压力(mean arterial pressure, MAP)低于正常同龄儿童 20% 或以上;②HR 高于正常同龄儿童 20% 或以上;③连续 2 h 尿量低于 0.5 mL/kg·h;④血乳酸水平高于正常同龄儿童 1.5 倍或以上。排除标准:(1)存在心力衰竭、心源性休克或补液试验禁忌证儿童;(2)存在股动脉置管、中心静脉置管或抬腿试验禁忌证儿童;(3)存在腹腔内高压儿童;(4)存在瓣膜性心脏病和或肺动脉高压儿童。68 例脓毒症感染性休克儿童。男 32 例,女 36 例;年龄 1~6 岁,平均年龄(3.24±1.76)岁。68 例儿童共进行了 113 次 PLR 试验,其中对容量治疗有反应的 52 例次(46.5%),归为有反应组;对容量治疗无反应的 61 例次(53.5%),归为无反应组。有反应组男 13 例,

女 20 例;年龄 1~6 岁,平均年龄(3.31±1.70)岁;无反应组男 19 例,女 16 例;年龄 1~6 岁,平均年龄(3.21±1.81)岁。两组儿童的性别、年龄比较差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

1.2 研究方法

经颈内静脉留置双腔深静脉导管,经股动脉留置 PICCO 导管,监测 CVP、心指数(cardiac index, CI)、心输出量(cardiac output, CO)、每搏量变异度(stroke volume variability, SVV)。连接 PVI 监测仪,将脉搏氧探头连接食指,监测 PVI。PLR 试验具体操作如下:升高病床使儿童呈 45°半卧位并维持 2 min,记录血流动力学参数;放平病床,取仰卧位,双腿抬高呈 45°并维持 2 min,记录血流动力学参数。PLR 试验期间血管活性药物、镇静剂等药物使用剂量不变,呼吸机参数不变。将试验前后 CI 增加值百分比(ΔCI) $\geq 15\%$ 的儿童归为对容量治疗有反应组,将 $\Delta CI < 15\%$ 的儿童归为对容量治疗无反应组。 $\Delta CI = (\text{PLR 后 CI 值} - \text{PLR 前 CI 值}) / \text{PLR 前 CI 值} \times 100\%$ 。对于同一儿童进行重复 PLR 试验至少间隔 24 h。

1.3 统计学方法

数据统计分析采用 SPSS 22.0 统计学软件。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用两独立样本 t 检验,同组 PLR 试验前后比较采用配对 t 检验。计数资料以率表示,采用 χ^2 检验。采用 Pearson 法分析 HR、CVP、MAP、CO、SVV 和 PVI 与 ΔCI 的相关性。采用受试者工作曲线(receiver operating curve, ROC)分析 PVI、SVV、CVP 判断容量反应的价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组儿童 PLR 试验前后血流动力学比较

两组 PLR 试验前 HR、MAP、CO、CI 和 CVP 比较差异无统计学意义($P>0.05$),但有反应组 SVV、PVI 高于无反应组($P < 0.05$)。有反应组 PLR 试验后 CO、CI 升高($P < 0.05$),SVV、PVI 降低($P < 0.05$),而 HR、MAP 和 CVP 无明显改变($P>0.05$)。无反应组 PLR 试验前后各指标均无明显改变($P>0.05$)。见表 1。

表 1 两组儿童 PLR 试验前后血流动力学比较

组别	时间	n	HR (次/min)	CVP (mmHg)	MAP (mmHg)	CO (L/min)	CI (L/min·m)	SVV (%)	PVI (%)
有反应组	PLR 前	52	112.2±18.4	7.4±2.9	63.5±12.7	5.51±0.75	3.41±0.61	21.53±4.09	21.04±6.57
	PLR 后	52	118.5±20.3	7.0±2.3	67.3±13.4	7.14±0.93	4.23±0.67	10.89±3.17	11.24±4.72
	t1		1.658	0.779	1.484	9.838	6.526	14.827	8.736
	P1		1.001	0.438	0.141	0.000	0.000	0.000	0.000
无反应组	PLR 前	61	113.5±19.0	8.3±3.2	62.8±12.2	5.63±0.71	3.30±0.64	11.07±3.29	10.61±4.64
	PLR 后	61	115.8±21.4	7.8±2.6	65.0±11.8	5.84±0.78	3.47±0.59	10.69±3.44	10.35±4.81
	t2		0.628	1.459	1.012	1.555	1.525	0.624	0.304
	P2		0.531	0.147	0.313	0.123	0.130	0.534	0.762
	t3		0.368	1.703	0.298	0.873	0.930	15.063	9.589
	P3		0.714	0.127	0.766	0.385	0.354	0.000	0.000
	t4		0.684	0.995	0.970	8.082	6.412	0.319	0.989
	P4		0.495	0.251	0.334	0.000	0.000	0.750	0.325

PLR:被动抬腿试验;HR:心率;CVP:中心静脉压;MAP:平均动脉压;CO:心输出量;CI:心指数;SVV:每搏量变异度;PVI:脉搏灌注变异指数。t1, P1:表示有反应组 PLR 试验前后比较;t2, P2:表示无反应组 PLR 试验前后比较;t3, P3:表示两组 PLR 试验前比较;t4, P4:表示两组 PLR 试验后比较

2.2 PLR 试验前血流动力学指标与 Δ CI 的相关性

Pearson 分析显示,PLR 试验前,SVV 和 PVI 与 Δ CI 呈正相关($r=0.887, 0.901, P<0.05$),而 HR、CVP、MAP 和 CO 与 Δ CI 无相关性($P>0.05$)。见表 3。

表 2 PLR 试验前血流动力学指标与 Δ CI 的相关性分析

指标	r	P	指标	r	P
HR	0.304	0.359	CO	0.297	0.283
CVP	-0.386	0.105	SVV	0.887	0.009
MAP	-0.241	0.304	PVI	0.901	0.000

PLR:被动抬腿试验;HR:心率;CVP:中心静脉压;MAP:平均动脉压;CO:心输出量;SVV:每搏量变异度;PVI:脉搏灌注变异指数

2.3 ROC 曲线分析 PVI、SVV 判断容量反应的价值

cut off 值取 14.69 时,PVI 预测容量反应的 AUC 为 0.923,灵敏度和特异度分别为 90.4%、85.1%。cut off 值取 12.58 时,SVV 预测容量反应的 AUC 为 0.955,灵敏度和特异度分别为 88.9%、87.4%。SVV 和 PVI 预测容量反应的准确性高,见表 3。

表 3 ROC 曲线分析 PVI、SVV 判断容量反应的价值

指标	cut off 值	AUC	灵敏度/%	特异度/%	95% CI
PVI	14.69	0.923	90.4	85.1	0.803-1.041
SVV	12.58	0.955	88.9	87.4	0.812-1.053

SVV:每搏量变异度;PVI:脉搏灌注变异指数;AUC:曲线下面积;cut off:最佳截断值

3 讨 论

据 Frank-Starling 定律可知,当处于心功能曲线左侧升支时,补液能够提高 CO,改善灌注,即为容量反应阳性;当处于心功能曲线平坦部位时,或合并心功能不全时,盲目过度地补液只会进一步加重心脏负荷^[8-9]。所以快速判断儿童对液体复苏治疗的反应,并对容量过多还是不足做出准确判断,具有重要的临床意义。既往临床多采用 HR、CVP 等指标判断容量反应,准确性较差。随着血流动力学监测技术的不断进步,类似 SVV 等动态功能性指标被用于容量反应的判断,然而该类监测手段往往都是有创监测,且操作复杂,限制了其临床应用。近年来 PVI 监测仪被广泛用于血流动力学监测,PVI 不仅是一种无创监测技术,而且能够实现床旁连续监测。PVI 反映了脉搏灌注指数在呼吸周期中的动态变化,能够有效预测围手术期患者或通气治疗患者的容量状态。

本研究采用 PLR 试验代替容量负荷试验评估患者对液体复苏治疗的容量反应。双腿被动抬高 45°,让大约 150~200 mL 的血液快速从下肢静脉回流至右心房。当双腿平放时,血液又流至下肢静脉。双腿抬高血液回流会增加心脏前负荷,如果此时处于心功能曲线左侧升支时,心脏仍有储备能力,则 PLR 后 CO、CI 等指标随之增加;如果此时处于心功能曲线平坦部位时或合并心功能不全时,则 PLR 后 CO、CI 等指标不会发生明显改变^[10-11]。与传统的容量负荷试验比较,PLR 试验通过自身回流

血液即可完成补液试验,不需要外源性补液,增加的肝脏前负荷可完全逆转,安全性高,而且具有简单易行、可重复操作等优势^[12-13]。

本文结果显示,113次PLR试验中对容量治疗有反应的52例次(46.5%),对容量治疗无反应的61例次(53.5%)。本研究中对容量治疗有反应的比例(46.5%)略低于Durairaj等^[14](50%)以及武宇辉等^[15](58.1%)学者的报道,究其原因可能与纳入病例的自身条件以及病情严重程度有关。但由此可看出一半左右的患者对容量治疗是没有反应的,此时不可盲目继续补液,否则不仅无法获益,反而加重病情。进一步的研究发现,有反应和无反应组PLR试验前基础的HR、MAP和CVP比较差异无统计学意义,且两组在PLR试验前后这些指标未发生明显改变,相关分析显示HR、MAP和CVP与 ΔCI 无相关性。这些结果表明HR、MAP和CVP这些静态指标是无法准确反映患者对液体复苏治疗的容量反应性。

SVV、PVI等动态功能性指标近年来多被用于容量反应的判断。本文结果显示,有反应组SVV、PVI明显高于无反应组,有反应组PLR试验后SVV、PVI明显降低,且相关分析显示SVV、PVI与 ΔCI 呈正相关。ROC曲线分析显示:cut off值取12.58时,SVV预测容量反应的AUC为0.955,灵敏度和特异度分别为88.9%、87.4%,表明SVV能够很好地判断患者对液体复苏治疗的容量反应。然而SVV属于有创监测,且操作复杂,一定程度上限制了其临床应用。PVI目前已被广泛用于血流动力学的监测,本研究中ROC曲线分析显示:cut off值取14.69时,PVI预测容量反应的AUC为0.923,灵敏度和特异度分别为90.4%、85.1%,表明PVI判断容量反应的效果与SVV类似。

综上所述,PLR联合PVI和SVV均能够有效地评估脓毒症感染性休克儿童对液体复苏治疗的容量反应,而PVI作为一种无创、可连续监测的指标,有很好的应用前景。本研究尚存以下不足:首先纳入的病例较少,来源单一;此外PLR试验期间血管活性药物、镇静剂以及呼吸机的使用都有可能对PVI值产生影响。尚需在今后的临床工作中进一步实践证实。

参考文献:

- [1] 刘建凌,张明,温振杰,等. 脉搏指示连续心排血量监测对脓毒症休克液体复苏的指导价值[J]. 中国医药导报, 2016, 13(8):120-3.
- [2] 骆德强,陈自力,戴巍,等. 无创心排量监测联合被动抬腿预测小儿先天性心脏病术后容量反应性的研究[J]. 中国心血管病研究, 2017, 15(1):37-41.
- [3] 张新亮,秦延军,卞晓华,等. 液体复苏对创伤致严重脓毒症和脓毒性休克患者心肌损伤的影响[J]. 中华危重病急救医学, 2012, 24(4):222-24.
- [4] 赖军华,刘欢,莫松. 被动抬腿试验对48例行早期液体复苏的感染性休克患者的容量反应性评价[J]. 重庆医学, 2013, 42(1):67-9.
- [5] 麦叶,何振扬,谢晓红. 在行机械通气的脓毒性休克患者液体复苏治疗中每搏变异度对容量反应性的预测价值[J]. 中国临床研究, 2016, 29(3):301-4.
- [6] 童洪杰,胡才宝,郝雪景,等. 无创心排量监测技术引导被动抬腿试验对老年脓毒症休克患者液体反应性的预测价值[J]. 中华内科杂志, 2015, 54(2):130-3.
- [7] 周平,常莉,王建东,等. 被动抬腿试验联合脉搏灌注指数变异预测容量反应性的研究[J]. 中华急诊医学杂志, 2014, 23(12):1371-5.
- [8] 卢年芳,郑瑞强,林华,等. 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[J]. 中华危重病急救医学, 2015, 27(1):17-21.
- [9] 徐永昊,何为群,徐远达,等. 应用每搏输出量变异率和胸腔内血容量指数评估保留自主呼吸的机械通气感染性休克患者的容量反应性[J]. 中国呼吸与危重监护杂志, 2015, 14(4):345-9.
- [10] 展思东,庄志辉,蔡雪,等. 被动抬腿试验联合PiCCO预测老年脓毒性休克患者容量反应性的临床价值[J]. 中国医药导报, 2016, 13(1):66-70.
- [11] 张龙,邱淑华. 被动抬腿试验预测液体复苏后心功能不全患者容量反应性的价值[J]. 海南医学, 2018, 29(1):24-8.
- [12] 陈志乐,王小智,梁萍,等. 被动抬腿试验和容量负荷试验评估ICU感染性休克患者容量反应性的意义[J]. 海南医学, 2016, 27(10):1590-2.
- [13] 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):44-8.
- [14] DURAIRAJ L, SCHMIDT GA. Fluid therapy in resuscitated sepsis: less is more [J]. Chest, 2008, 133(1):252-63.
- [15] 武宇辉,刘晓红,李成荣,等. 无创心排量监测技术联合被动抬腿试验预测脓毒性休克患儿容量反应性的临床研究[J]. 中华危重病急救医学, 2014, 26(1):46-50.

(本文编辑:秦旭平)