

床旁超声测定下腔静脉内径 及呼吸变异度评估儿童脓毒性休克容量反应性的临床价值

武宇辉, 杨燕澜, 马伟科, 李莉, 于芹, 周慧, 杨卫国

深圳市儿童医院PICU, 广东 深圳 518038

【摘要】 目的 探讨床旁超声测定下腔静脉内径(IVCD)及呼吸变异度(RVI)评估儿童脓毒性休克患者容量反应性的临床价值。方法 选取2017年1月至2018年12月深圳市儿童医院儿童重症医学科(PICU)收治的30例脓毒性休克患儿作为休克组,在液体复苏前后床旁超声测定IVCD及RVI,记录患儿心率(HR)、平均动脉压(MAP)、中心静脉压(CVP)。选取我院同期全麻气管插管的腹股沟斜疝患儿30例作为对照组,手术前超声测定下腔静脉上述指标。比较两组IVCD和RVI的差异,观察CVP和IVCD、CVP和RVI间的相关性。结果 休克组患儿液体复苏前IVCD_{max}、IVCD_{min}均小于对照组[(0.75±0.09) vs (1.06±0.07); (0.57±0.10) vs (0.98±0.08)], RVI高于对照组[(24.35±6.88) vs (7.56±2.61)],差异均有统计学意义($P<0.05$);液体复苏后0 h和2 h,休克组患儿的CVP、IVCD_{max}、IVCD_{min}均比复苏前明显增加,HR和RVI明显降低,差异均有统计学意义($P<0.05$);CVP与液体复苏后IVCD_{max}、IVCD_{min}呈正相关($r=0.634, 0.657, P<0.05$),与RVI呈负相关($r=-0.751, P<0.05$)。结论 IVCD及RVI与儿童脓毒性休克患者容量反应性相关,床旁超声动态监测能够指导儿童脓毒性休克患者进行液体复苏。

【关键词】 儿童;脓毒性休克;下腔静脉;超声;容量反应性;呼吸变异度

【中图分类号】 R726 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-6350(2019)17-2249-03

Clinical value of ultrasound measurement of inferior vena cava diameter and respiratory variability index for predicting fluid responsiveness in pediatric septic shock. WU Yu-hui, YANG Yan-lan, MA Wei-ke, LI Li, YU Qin, ZHOU Hui, YANG Wei-guo. Pediatric Intensive Care Unit (PICU), Shenzhen Children's Hospital, Shenzhen 518038, Guangdong, CHINA

【Abstract】 Objective To assess the clinical value of inferior vena cava diameter (IVCD) and respiratory variability index (RVI) measured by bedside ultrasound for predicting fluid responsiveness in pediatric septic shock. **Methods** A total of 30 children with septic shock admitted to PICU, Shenzhen Children's Hospital from January 2017 to December 2018 were enrolled as the shock group. IVCD and RVI were measured by ultrasound before and after fluid resuscitation, and heart rate (HR), mean arterial pressure (MAP), central venous pressure (CVP) were recorded. Thirty children of inguinal hernia undergoing general anesthesia and tracheal intubation were selected as the control group. The differences between IVCD and RVI in the two groups were compared, and the correlations between CVP and IVCD, CVP and RVI were observed. **Results** IVCD_{max} and IVCD_{min} in the shock group were 0.75±0.09, 0.57±0.10, significantly lower than 1.06±0.07, 0.98±0.08 in the control group; RVI was 24.35±6.88, significantly higher than 7.56±2.61 in the control group; the differences were statistically significant ($P<0.05$). At 0 h and 2 h after fluid resuscitation, CVP, IVCD_{max}, and IVCD_{min} were significantly increased, while HR and RVI were significantly decreased ($P<0.05$). CVP was positively correlated with IVCD_{max} and IVCD_{min} after resuscitation ($r=0.634, 0.657, P<0.05$), and negatively correlated with RVI ($r=-0.751, P<0.05$). **Conclusion** IVCD and RVI are correlated with volume responsiveness in children with septic shock. Bedside ultrasound dynamic monitoring can guide the fluid resuscitation in children with septic shock.

【Key words】 Pediatric; Septic shock; Inferior vena cava; Ultrasound; Volume responsiveness; Respiratory variability

脓毒症是儿童监护病房(PICU)常见的危重症,患儿病情进展快,常发展为脓毒性休克导致死亡。脓毒性休克患者因多种病因机制导致有效血容量不足,诊断后积极合理的液体复苏是抢救成功的核心措施之一。不同休克患者对液体复苏的反应性不同,液体过多导致患儿前负荷增加,诱发肺水肿。选择合适的参数对患儿的容量状态进行评估,能为临床治疗提供帮助。中心静脉压(central venous pressure, CVP)监测能够间接反映容量变化,但需要放置中心静脉导管,增加了穿刺并发症,而且准确性会受到血管张力、机

械通气参数等因素的影响。床边超声方便,可视性强,逐渐被临床医生接受并使用。本文对我院近年来收治的行机械通气的脓毒性休克患儿进行研究,探讨下腔静脉内径(inferior vena cava diameter, IVCD)及呼吸变异度(respiratory variations index, RVI)与CVP之间的相关性,以评估其对儿童脓毒性休克患者容量反应性的临床价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2017年1月至2018年12月深圳市儿童医院PICU收治的30例行机械通气的脓毒

性休克患儿为研究对象(休克组),所有患者均符合我国儿科脓毒性休克诊治专家共识(2015版)中关于儿童脓毒性休克的诊断标准^[1]。排除标准:(1)腹腔间隙综合征者;(2)先天性心脏病、心肌病、严重心功能不全、肺动脉高压、严重心律失常者;(3)因为手术或者其他原因如严重肥胖影响剑突下超声操作或显影不清楚者;(4)气胸或者心包填塞等梗阻性休克者。休克组患儿中男性17例,女性13例;年龄2.33~6.67岁,平均(3.56±1.09)岁;原发疾病中肺部感染13例,颅内感染8例,腹腔和肠道感染5例,皮肤软组织感染4例。所有患儿均行有创气管插管并接受机械通气,无自主呼吸做功。同时,选取30例全麻气管插管的腹股沟斜疝术前患儿作为对照组,其中男性16例,女性14例;年龄1.33~5.75岁,平均(3.53±1.45)岁。两组患儿的年龄和性别比较差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。本研究通过医院医学伦理委员会的审批,并取得了家长的书面知情同意书。

1.2 观察指标与检测方法

1.2.1 IVCD的测定 患儿取平卧位,使用GE公司LOGIQ E多功能超声仪,选择3.5 MHz微凸阵超声探头,采用剑突下纵切面进行IVCD测定。所有图像采集均由指定的经过重症超声培训合格的专科医生完成。探头置于剑突下偏右并向左上方倾斜,尽量与下腔静脉垂直。测量点取下腔静脉距离右心房入口2 cm处,使用M型模式获取图像,分别测量呼气末最小下腔静脉内径(IVCD_{min})及吸气末最大下腔静脉内径(IVCD_{max})值。考虑到呼气末正压(positive end-expiratory pressure, PEEP)可能影响测定值^[2],测定时将PEEP设定为0 cmH₂O (1 cmH₂O=0.098 kPa)。每个参数均测定3次,取其平均值。休克组患儿在液体复苏前、液体复苏后0 h、2 h分别测定上述指标。根据测定的IVCD值,计算RVI=[(IVCD_{max} - IVCD_{min})/IVCD_{max}]×100%。

1.2.2 其他参考指标的测定 所有患儿治疗过程中心电监护监测心率(HR),同时留置右侧颈内静

脉或锁骨下静脉中心静脉导管,床旁超声和胸片确定导管末端在上腔静脉和右心房交界,调定零点平第四肋间腋中线水平,通过压力换能器在呼气末测定CVP。每位患儿留置桡动脉置管监测动脉内平均动脉压(MAP)。

1.2.3 肺水肿的评估 休克组患儿在液体复苏前后进行肺部超声评估,监测血管外肺水情况,了解有无容量过多造成的并发症。标准设定:肺部超声任一切面B线≤3根。如果复苏后出现B线明显增加,及时调整治疗,终止液体复苏。

1.2.4 液体复苏方法 进行液体复苏时,选择0.9%氯化钠溶液20 mL/kg (<60 mL/kg)。

1.3 统计学方法 应用SPSS17.0统计软件统计处理数据,计量资料呈正态分布,以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,两组间均数比较采用 t 检验,多组间均数比较采用单因素方差分析,计数资料比较采用 χ^2 检验,参数间的相关性分析采用Pearson相关分析,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿的下腔静脉内径及RVI比较 休克组患儿的IVCD_{max}、IVCD_{min}均小于对照组,RVI高于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$),见表1。

表1 两组患儿的下腔静脉内径及RVI比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	IVCD _{max} (cm)	IVCD _{min} (cm)	RVI (%)
休克组	30	0.75±0.09	0.57±0.10	24.35±6.88
对照组	30	1.06±0.07	0.98±0.08	7.56±2.61
t 值		15.17	18.38	12.501
P 值		<0.05	<0.05	<0.05

2.2 休克组患儿液体复苏前后的HR、MAP、CVP、IVCD及RVI比较 休克组患儿在液体复苏后0 h和2 h,CVP、IVCD_{max}、IVCD_{min}均比液体复苏前明显增加,HR和RVI均明显降低,差异均有统计学意义($P<0.05$),而MAP液体复苏前后差异无统计学意义($P>0.05$),见表2。

表2 休克组患儿液体复苏不同时间CVP、IVCD及RVI比较($\bar{x}\pm s$)

时间	HR (次/min)	MAP (mmHg)	CVP (cmH ₂ O)	IVCD _{max} (cm)	IVCD _{min} (cm)	RVI (%)
复苏前	178.23±13.33	45.80±5.64	5.73±1.26	0.75±0.09	0.57±0.10	24.35±6.88
复苏后0 h	172.00±12.70	47.63±4.81	7.27±1.23	0.90±0.09	0.78±0.08	13.94±4.36
复苏后2 h	167.13±11.81	48.10±4.31	8.37±1.35	1.04±0.12	0.91±0.08	13.52±8.63
F 值	5.829	1.809	32.936	66.470	98.184	24.039
P 值	<0.05	0.170	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

注:1 mmHg=0.133 kPa。

2.3 休克组患儿CVP与IVCD_{max}、IVCD_{min}、RVI的相关性 休克组患儿CVP与IVCD_{max}、IVCD_{min}呈正相关($r=0.634, 0.657, P<0.05$),与RVI呈负相关($r=-0.751, P<0.05$)。

2.4 休克组患儿肺水肿等相关并发症发生情况 本组中2例休克患儿在液体复苏过程中床旁超声监测出现B线明显增加,及时停止液体复苏。其余患

儿的肺部超声均无明显B线变化。无一例患儿因为液体复苏导致心力衰竭的发生。

3 讨论

脓毒症是PICU的常见危重症,一部分患儿可进展为脓毒性休克。休克的病理生理机制最根本的就是有效循环血量不足。所以,液体治疗是脓毒性休克患儿早期干预的核心措施之一^[3]。血容量不足或者过

多都会加重机体脏器功能障碍。既往临床研究显示,脓毒性休克患儿对液体复苏有反应者仅占不足2/3。液体治疗前判断患儿容量反应性,不但能够保证疗效,还有助于避免液体超负荷导致的心力衰竭、肺水肿等并发症,是重要的血流动力学指导策略。

血压、心率、尿量、意识改变、皮肤花斑纹和毛细血管再充盈时间等临床症状和体征是休克患儿的常见表现,但是缺乏特异性。当这些临床表现出现明显改变时,患儿往往已经病情危重,仅可作为液体治疗时血容量评估的辅助指标。依靠上述临床表现进行经验性补液试验,很容易导致患儿容量负荷风险增加。CVP是右心室压力的衡量指标,一定程度上反映左心室前负荷,受到多种因素影响,指导液体复苏反应的准确性目前学术界仍有不同意见^[4]。脉搏指示连续心排出量(PiCCO)技术为有创性操作,儿童危重患者置管相对困难,且费用高,限制了临床应用^[5]。

下腔静脉和右心房直接相连,位置相对固定。IVCD及RVI受呼吸影响,随血容量改变而变化。自主呼吸状态下,呼气相随着胸腔内压力降低,下腔静脉回流到右心房的血液增加,IVCD减小;在吸气相随着胸腔内压力上升,下腔静脉回流到右心房的血液相应减少,IVCD扩张。IVCD和RVI在患儿血容量不足的时候变化更为显著,成为反映容量反应性的临床参数之一。与补液试验比较,安全性更高。尽管腹部CT也能够测量IVCD,但存在辐射性,成本大,而且需要外出病房,难以动态监测,临床可操作性低。床旁超声无创、直观可视、能够重复操作,近年来成为急重症患者床边病情快速评估和操作的有效辅助手段之一。临床研究显示,应用超声能够较为准确的测定IVCD及RVI,预估容量反应性,对临床干预进行指导^[6-7]。

成人研究显示,IVCD及RVI与患者容量反应性相关性较好,能够作为反映容量反应性的可靠指标。当机体的有效血容量不足时,IVCD相应塌陷,伴随呼吸运动IVCD的变化幅度增加;当患者循环容量负荷过大时,IVCD扩张,运动幅度变小^[8-11]。儿童关于IVCD及RVI在休克患者的评估研究相对较少^[12-14]。本研究针对脓毒性休克患儿利用床旁超声测定上述指标。考虑到休克患儿常常存在呼吸促、深大,造成RVI的变化幅度受到呼吸的影响大。因此,本研究选择了行机械通气患儿,测定时患儿无自主呼吸做功,机械通气设定参数如PEEP相同。结果显示,超声测定数据的稳定性相对较好。脓毒性休克患儿IVCD比对照组减少,RVI显著高于对照组。在液体复苏后,随有效血容量的增加,IVCD增大,RVI相应减少。提示IVCD和RVI能够反映患儿血容量。同时,本研究结果显示,CVP与IVCD呈正相关,CVP与RVI呈负相关性,进一步证实了IVCD和RVI有助于对机械通气的儿童脓毒性休克患者的循环容量状态和容量反应性进行评估,指导液体复苏治疗。本组患儿在液体复苏过程中对于肺部超声的动态评估,因为及时发现和调

整治疗,无一例患者因为严重肺水肿和心衰等并发症,提高了治疗安全性。

目前成人研究显示,以RVI 18%~22.5% (多数为>20%)作为界值,预测休克患者容量反应性的价值较高^[10-12]。但是儿童患者因为年龄、体质量、身高等多方面因素的影响,没有公认的界值^[13,14]。考虑到本研究样本量少,并不能够准确反映不同年龄段儿童的容量反应性预测界值,后续还需要进一步扩大研究样本量。针对可能影响因素,优化研究方法,尽可能减少研究偏倚。

综上所述,IVCD和RVI能够作为脓毒性休克患儿临床评估容量反应性的指标,对液体复苏进行指导。床旁超声可重复性好,快速,使用其进行测定,可以避免有创,值得推广应用。此外,进行指导液体复苏时,还应该结合临床,使用多指标联合评估容量反应性,提高准确性,这也是未来研究的方向。

参考文献

- [1] 中华医学会儿科学分会急救学组,中华医学会急诊医学分会儿科学组,中国医师协会儿童重症医师分会. 儿童脓毒性休克(感染性休克)诊治专家共识(2015版)[J]. 中华儿科杂志, 2015, 53(8): 576-580.
- [2] 孙响,郑瑶,余维丽,等. 呼气末正压对超声测量下腔静脉直径及变异度的影响[J]. 中华急诊医学杂志, 2015, 24(8): 872-877.
- [3] RHODES A, EVANS LE, ALHAZZANI W, et al. Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock: 2016 [J]. Crit Care Med, 2017, 45(3): 486-552.
- [4] DE BACKER D, VINCENT JL. Should we measure the central venous pressure to guide fluid management? Ten answers to 10 questions [J]. Crit Care, 2018, 22(1): 43.
- [5] MONNET X, MARIK PE, TEBOUL JL. Prediction of fluid responsiveness: an update [J]. Ann Intensive Care, 2016, 6(1): 111.
- [6] 张青,刘大为,王小亭,等. 超声观测不同部位下腔静脉内径形变指数的研究初探[J]. 中华内科杂志, 2015, 54(6): 491-495.
- [7] 张青,刘大为,王小亭,等. 超声观测不同部位下腔静脉内径及其变异度的研究[J]. 中华内科杂志, 2014, 53(11): 880-883.
- [8] 肖继来,聂帅,章文豪,等. 下腔静脉变异度在冠状动脉搭桥术后患者容量反应性评估中的作用[J]. 中华危重症医学杂志(电子版), 2017, 10(6): 391-396.
- [9] 张宏民,刘大为,王小亭,等. 下腔静脉内径变异度判断房颤患者容量反应性的意义[J]. 中华医学杂志, 2015, 95(19): 1453-1456.
- [10] 彭述堂,符红娜,卿思敏,等. 床旁超声监测下腔静脉塌陷指数在急危重症医学中的应用价值[J]. 中国急救医学, 2015, 35(7): 661-663.
- [11] 史迪,郭树彬,于学忠. 下腔静脉塌陷指数在低血容量性休克患者液体复苏疗效中的再评估[J]. 中华急诊医学杂志, 2015, 24(9): 1023-1027.
- [12] SCHMIBT GA. Point: "Should acute fluid resuscitation be guided primarily by inferior vena caval ultrasound for patients in shock?" Yes [J]. Chest, 2017, 151(3): 531-532.
- [13] LORRAINE NG, KHINE H, TARAGIN BH, et al. Does bedside sonographic measurement of the IVC diameter correlate with central venous pressure(CVP) in the assessment of intravascular volume in children? [J]. Crit Ultrasound J, 2013, 4(Suppl 1): A7.
- [14] ACHAR SK, SAGA MS, SHETTY R, et al. Respiratory variation in aortic flow peak velocity and inferior vena cava distensibility as indices of fluid responsiveness in anaesthetised and mechanically ventilated children [J]. Indian J Anaesth, 2016, 60(2): 121-126.

(收稿日期:2019-05-12)