

· 论著 ·

超声心动图评价感染性休克患者液体反应性的临床研究

吴敬医 张霞 王箴 刘表虎 姜小敢 鲁卫华 金孝岷 王小亭

【摘要】目的 结合脉搏指示连续心排量(PiCCO)监测,探讨床旁超声心动图(TTE)评价严重感染和感染性休克患者液体反应性的临床价值。**方法** 采用前瞻性研究方法,选择 2011 年 3 月至 2012 年 12 月皖南医学院弋矶山医院重症医学科收治的 28 例接受机械通气治疗的严重感染和感染性休克患者,记录液体负荷试验前后 PiCCO 及床旁 TTE 测量的每搏量(SV)、心排量(CO)、心排血指数(CI)、下腔静脉扩张指数(dIVC)、主动脉血流量(ABF)等血流动力学指标。以液体负荷后 PiCCO 监测所示 SV 增加值(ΔSV) $\geq 10\%$ 定义为液体反应阳性,分析采用 TTE 检查评价感染性休克患者液体反应性的价值。**结果** 28 例患者共进行 53 次液体负荷试验,液体反应阳性 30 例次。dIVC 预测液体反应性的受试者工作特征曲线(ROC 曲线)下面积(AUC)为 0.887,以液体负荷前 dIVC 22.5% 为阈值预测液体反应性的敏感度为 83.3%,特异度为 82.6%;ABF 预测液体反应性的 AUC 为 0.794,以 ABF 变化率 10.95% 为阈值预测液体反应性的敏感度为 86.7%,特异度为 73.9%;TTE 测量 SV 预测液体反应性的 AUC 为 0.919,以 ΔSV 12.9% 为阈值预测液体反应性的敏感度为 96.7%,特异度为 87.0%。TTE 测量 SV、CO、CI 与相应 PiCCO 监测的 SV、CO、CI 在液体负荷前后均呈显著正相关(负荷前 r 值分别为 0.901、0.940、0.909,负荷后 r 值分别为 0.911、0.951、0.940,均 $P=0.000$)。**结论** 床旁 TTE 可用于评价感染性休克患者的液体反应性。

【关键词】 超声心动图; 感染性休克; 液体反应性

Clinical evaluation of transthoracic echocardiography predicting fluid responsiveness in septic shock Wu Jingyi*, Zhang Xia, Wang Zhen, Liu Biaohu, Jiang Xiaogan, Lu Weihua, Jin Xiaoju, Wang Xiaoting.
*Department of Intensive Care Unit, the First Affiliated Hospital of Wannan Medical College, Wuhu Yijishan Hospital, Wuhu 241000, Anhui, China
Corresponding author: Lu Weihua, Email: lwh683@126.com

【Abstract】 Objective To evaluate clinical value of transthoracic echocardiography (TTE) predicting fluid responsiveness in patients with severe sepsis or septic shock, the parameters of pulse indicator continuous cardiac output (PiCCO) system was combined. **Methods** Twenty-eight severe sepsis or septic shock patients with mechanically ventilated in intensive care unit (ICU) of Wannan Medical College Yijishan Hospital were prospectively observed from March 2011 to December 2012. The hemodynamic parameters including stroke volume (SV), cardiac output (CO), cardiac output index (CI) and the distensibility index of the inferior vena cava (dIVC), descending aortic blood flow (ABF) were measured by PiCCO and/or TTE in the supine position. Responders were defined by the appearance of an increase in SV (ΔSV) $\geq 10\%$ after liquid loading. The value of TTE predicting fluid responsiveness was evaluated in severe sepsis or septic shock patients. **Results** There were a total of 53 times liquid loading test in 28 patients, of which with 30 times was positive. The area under receiver operating characteristic curve (ROC curve, AUC) for dIVC predicting fluid responsiveness was 0.887, the dIVC threshold value of 22.5% had the sensitivity of 83.3% and specificity of 82.6% for prediction of fluid responsiveness. The AUC for ABF predicting fluid responsiveness was 0.794, the ABF variation threshold value of 10.95% had the sensitivity of 86.7% and specificity of 73.9% for prediction of fluid responsiveness. The AUC for SV_{TTE} predicting fluid responsiveness was 0.919, the ΔSV of 12.9% had the sensitivity of 96.7% and specificity of 87.0% for prediction of fluid responsiveness. The SV, CO, CI of TTE were highly correlated with the SV, CO, CI of PiCCO before and after liquid loading (before liquid loading, $r=0.901, 0.940, 0.909$, after liquid loading $r=0.911, 0.951, 0.940$, all $P=0.000$). **Conclusion** Fluid responsiveness can be predicted using TTE in severe sepsis or septic shock patients.

【Key words】 Transthoracic echocardiography; Septic shock; Fluid responsiveness

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.01.008

基金项目:安徽省芜湖市科技计划项目(2012hm35)

作者单位:241000 安徽,皖南医学院第一附属医院,芜湖市弋矶山医院 ICU(吴敬医、王箴、姜小敢、鲁卫华、金孝岷),超声医学科(张霞、刘表虎);中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院加强医疗科(王小亭)

通信作者:鲁卫华,Email:lwh683@126.com

血流动力学监测可以帮助临床医生正确理解危重症患者的循环状态,进而有针对性地进行循环支持。脉搏指示连续心排量(PiCCO)监测是一种准确、可靠的血流动力学监测技术^[1-3],但需置入中心静脉导管和股动脉导管,操作相对复杂、有创、价格昂贵,难以广泛开展。超声心排量监测是一种无

创、快速、便捷、价廉、可重复性好的检查方法,但是其可靠性、准确性有待证实。本研究主要通过对比这两种方法监测的血流动力学结果,分析床旁超声心动图(TTE)在评价严重感染和感染性休克患者液体反应性方面的临床价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象及选择标准:本研究为前瞻性研究,收集 2011 年 3 月至 2012 年 12 月本院重症医学科收治的严重感染和感染性休克、且需要进行 PiCCO 血流动力学监测的机械通气患者。

1.1.1 入选标准:①符合 2001 年危重病医学会/欧洲危重病医学会/美国胸科医师协会/美国胸科学会(SCCM/ESICM/ACCP/ATS)对严重感染和感染性休克的诊断标准^[4]。②因感染性休克转入重症监护病房(ICU)或 ICU 内发生感染性休克,已经过积极的液体复苏数小时或数天仍存在血流动力学不稳定或组织低灌注表现者。③至少存在以下组织低灌注表现之一者:收缩压 <90 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa),或者较基础值下降 >40 mmHg,或需血管活性药物维持血压;尿量 <0.5 mL \cdot kg $^{-1}\cdot$ h $^{-1}$ 持续 2 h 以上;心率(HR) >100 次/min;皮肤花斑;持续性高乳酸血症。④年龄 >18 岁。

1.1.2 排除标准:妊娠、合并神经源性休克、脑血管意外、腹高压、持续心律失常;存在液体负荷试验禁忌证(心力衰竭、急性冠脉综合征和容量过负荷的证据);存在 PiCCO 置管禁忌证。

本研究符合医学伦理学标准,并经过医院伦理委员会批准,所有治疗及检测获得患者或家属的知情同意。

1.2 研究方法

1.2.1 PiCCO 监测方法:采用 Philips InteliVue MP20 心电监护仪持续监测患者生命体征。经颈内或锁骨下静脉置入双腔深静脉导管(Arrow 公司,美国)监测中心静脉压(CVP),经股动脉置入 PiCCO 动脉导管(PV2014L16N, Pulsion Medical Systems, 德国)。采用热稀释法及脉搏轮廓分析法监测 HR、血压、每搏量(SV)、心排血量(CO)、心排血指数(CI)等各项参数,连测 3~5 次取均值。

1.2.2 TTE 检查方法:根据患者病情,血流动力学监测需要进行液体负荷试验时,由本院专业心脏超声科主治医师进行床旁 TTE 检查。所有超声检查均分别由 2 名主治医师进行,TTE 测量与 PiCCO 测量为两组人员,采取随机双盲原则。

采用开立 S8 便携式彩色超声仪,采集标准胸骨

旁左室长轴切面测量主动脉瓣环内径,采集心尖五腔切面查看主动脉瓣瓣环水平收缩期血流速度曲线,描记多普勒血流流速曲线,得出速度时间积分(VTI),计算左心室 SV $[SV=(D/2)^2\cdot\pi\cdot VTI]$,连续监测 5~10 个窦性心律,取均值^[5]。CO=HR \times SV。采用剑突下测量液体负荷前后吸气末和呼气末下腔静脉的直径,计算出其随呼吸变化的变异率,即下腔静脉扩张指数(dIVC)。采用胸骨上窝切面持续测量降主动脉收缩期血流速度和直径,并通过超声仪器携带的软件自动连续计算出主动脉血流量(ABF)^[6],取其 10 s 内的均值。

相关血流动力学指标收集时均给予患者充分的镇静,呼吸机设置为容量控制通气模式,潮气量 8~10 mL/kg [平台压小于 30 cmH₂O (1 cmH₂O = 0.098 kPa)],呼吸频率 12~16 次/min,呼气末正压 5 cmH₂O。

1.2.3 液体负荷试验方法:所输液体均为 6%羟乙基淀粉(万汶,费森尤斯公司),原则是 15 min 内静脉输注羟乙基淀粉 250 mL,如 CVP 上升 5 cmH₂O 并且 SV 增加值(Δ SV)小于基础值 10%,或出现肺水肿表现则停止扩容,定义为液体反应阴性;如无上述表现,则在 30 min 内输注羟乙基淀粉 500 mL。将液体负荷后 PiCCO 监测所示 Δ SV $\geq 10\%$ 定义为液体反应阳性, $<10\%$ 定义为液体反应阴性^[7-8]。液体负荷期间除胃肠营养液、镇静药物、血管活性药物及正性肌力药物外,不加其他液体。液体负荷试验期间密切观察病情变化,如患者出现明显肺部湿啰音增多,或心电图示心肌缺血加重、血压进行性下降者,立即终止液体负荷试验。

$$\Delta SV = (SV \text{ 负荷值} - SV \text{ 基础值}) / SV \text{ 基础值} \times 100\%$$

$$dIVC = (IVC \text{ 吸气相} - IVC \text{ 呼气相}) / IVC \text{ 呼气相} \times 100\%$$

1.3 统计学方法:使用 SPSS 17.0 统计软件,计量数据以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,不同测量方法数值间比较采用配对 t 检验,组间比较采用独立样本 t 检验;变量的相关性检测采用 Pearson 相关分析。用受试者工作特征曲线(ROC 曲线)评价 TTE 测量 dIVC、ABF 变化率及超声测量 SV 预测液体反应性的价值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

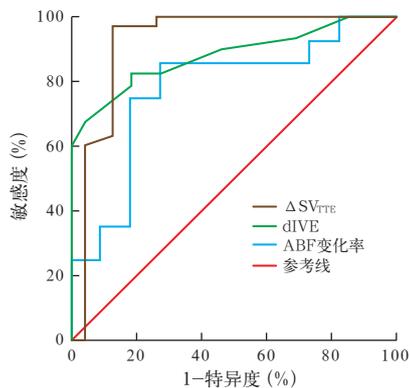
2 结果

2.1 一般情况:按入选标准和排除标准共收集严重感染和感染性休克患者 31 例,去除无法获得满意的超声声像图者 3 例。共有 28 例患者纳入研究,其中男性 17 例,女性 11 例;年龄 32~86 岁,平均(65 \pm 14)岁;感染源:肺部感染 13 例,胃肠道感染 9 例,胆

道感染 4 例,导管相关性血行感染 2 例;急性生理学
与慢性健康状况评分系统 II (APACHE II) 评分为
(19.6 ± 3.2) 分。28 例患者共进行 53 次液体负荷试
验,30 次为液体反应阳性。

**2.2 严重感染和感染性休克患者液体负荷试验前
后血流动力学变化(表 1):**有反应组除 HR 外($P=$
0.089),其他血流动力学指标在液体负荷前后差异
均有统计学意义(均 $P<0.01$);无反应组 HR、乳酸
(Lac)以及 TTE、PiCCO 测量的 CO、CI 在液体负荷前
后差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),其他血流动力
学指标在液体负荷前后差异均有统计学意义 ($P<$
0.05 或 $P<0.01$)。有反应组与无反应组之间在液体
负荷前 dIVC 以及液体负荷后 dIVC、Lac 及 PiCCO
监测的 SV、CO 差异有统计学意义 ($P<0.05$ 或 $P<$
0.01),其他血流动力学指标差异均无统计学意义
(均 $P>0.05$)。

2.3 ROC 曲线分析(图 1):dIVC 预测液体反应性的
ROC 曲线下面积(AUC)为 0.887,以液体负荷前
dIVC 22.5%为阈值,预测液体反应性的敏感度为
83.3%,特异度为 82.6%。ABF 预测液体反应性的
AUC 为 0.794,以 ABF 变化率 10.95%为阈值,预测
液体反应性的敏感度为 86.7%,特异度为 73.9%。
TTE 测量 SV 预测液体反应性的 AUC 为 0.919,以
 ΔSV_{TTE} 12.9%为阈值,预测液体反应性的敏感度为
96.7%,特异度为 87.0%。



注:dIVC 为下腔静脉扩张指数,ABF 为主动脉血流量, ΔSV_{TTE} 为超声
心动图测量每搏量的增加值,ROC 曲线为受试者工作特征曲线

图 1 dIVC、ABF 变化率、 ΔSV_{TTE} 预测严重感染和感染性休克
患者液体反应性的 ROC 曲线

2.4 相关性分析(表 2):TTE 测量的 SV 与 PiCCO
监测的 SV 在液体负荷前后均呈显著正相关(均 $P=$
0.000),但是液体负荷前后两种方法监测的 SV 经配
对 t 检验显示差异皆有统计学意义(均 $P=0.000$)。
此外,TTE 测量的 CO、CI 与 PiCCO 监测的 CO、CI
也呈显著正相关(均 $P=0.000$);液体负荷前后两种
方法监测的 CO、CI 经配对 t 检验显示差异也均有统
计学意义($P=0.000$)。

3 讨论

以早期目标导向治疗(EGDT)为核心的感染集
束化治疗策略证实了早期充分液体复苏的重要意
义。但相关研究表明,危重患者液体反应阳性率仅

表 1 有无液体反应两组严重感染和感染性休克患者液体负荷试验前后血流动力学变化($\bar{x} \pm s$)

组别	时间	例次	HR(次/min)	MAP(mmHg)	dIVC(%)	ABF(L/min)	Lac(mmol/L)	CVP(cmH ₂ O)
有反应组	负荷前	30	111.2 ± 8.9	60.3 ± 5.1	28.7 ± 5.3	3.25 ± 0.52	4.48 ± 0.71	6.4 ± 1.7
	负荷后	30	107.3 ± 8.5	65.8 ± 5.2	15.3 ± 3.9	3.70 ± 0.63	3.86 ± 0.59	9.9 ± 2.3
	t 值		1.732	4.162	11.091	3.016	3.699	6.704
	P 值		0.089	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000
无反应组	负荷前	23	107.2 ± 6.1	59.8 ± 3.7	20.6 ± 3.1 ^a	3.43 ± 0.41	4.65 ± 0.75	7.1 ± 1.5
	负荷后	23	105.2 ± 6.2	64.1 ± 3.0	11.3 ± 2.8 ^a	3.74 ± 0.39	4.25 ± 0.75 ^b	11.0 ± 1.8
	t 值		1.080	4.390	10.677	2.706	1.827	7.967
	P 值		0.286	0.000	0.000	0.010	0.075	0.000

组别	时间	例次	超声测量的指标			PiCCO 测量的指标		
			SV(mL)	CO(L/min)	CI(L·min ⁻¹ ·m ⁻²)	SV(mL)	CO(L/min)	CI(L·min ⁻¹ ·m ⁻²)
有反应组	负荷前	30	57.8 ± 7.4	6.45 ± 1.09	3.72 ± 0.57	56.0 ± 4.9	6.24 ± 0.86	3.60 ± 0.44
	负荷后	30	68.8 ± 8.2	7.41 ± 1.21	4.27 ± 0.62	66.1 ± 5.9	7.11 ± 1.02	4.10 ± 0.53
	t 值		5.473	3.242	3.591	7.176	3.576	3.971
	P 值		0.000	0.002	0.001	0.000	0.001	0.000
无反应组	负荷前	23	61.2 ± 6.0	6.57 ± 0.82	3.96 ± 0.48	58.1 ± 4.6	6.24 ± 0.65	3.74 ± 0.44
	负荷后	23	66.6 ± 6.1	7.02 ± 0.84	4.24 ± 0.55	62.5 ± 4.8 ^b	6.59 ± 0.68 ^b	3.98 ± 0.46
	t 值		3.010	1.848	1.878	3.188	1.776	1.766
	P 值		0.004	0.071	0.067	0.003	0.083	0.084

注:HR 为心率,MAP 为平均动脉压,dIVC 为下腔静脉扩张指数,ABF 为主动脉血流量,Lac 为乳酸,CVP 为中心静脉压,SV 为每搏量,CO 为心
排血量,CI 为心排血指数;1 mmHg=0.133 kPa,1 cmH₂O=0.098 kPa;与有反应组比较,^a $P<0.01$ 比较,^b $P<0.05$

表 2 严重感染和感染性休克患者液体负荷前后 TTE 测量与 PiCCO 监测指标间比较的相关性

指标	液体负荷前				液体负荷后			
	t 值	P 值	r 值	P 值	t 值	P 值	r 值	P 值
TTE 测量 SV 与 PiCCO 监测 SV	5.035	0.000	0.901	0.000	7.464	0.000	0.911	0.000
TTE 测量 CO 与 PiCCO 监测 CO	5.191	0.000	0.940	0.000	7.449	0.000	0.951	0.000
TTE 测量 CI 与 PiCCO 监测 CI	5.004	0.000	0.909	0.000	7.449	0.000	0.940	0.000

注: TTE 为超声心动图, PiCCO 为脉搏指示连续心排血量监测技术, SV 为每搏量, CO 为心排血量, CI 为心指数

为 30% ~ 63%^[9-12]。过多的液体负荷会导致组织器官水肿,加重器官功能衰竭,增加病死率^[13-15]。因此,在危重患者的救治过程中,需要及时、准确地评价其液体反应性。

近来,随着 TTE 在 ICU 的广泛应用,逐渐显示出其对评价心脏功能、液体反应性和心肺相互作用等方面的应用价值^[16-19]。

下腔静脉血管为容量血管,壁薄、顺应性好,正压通气时吸气相由于胸廓内压增加,右房压和下腔静脉压力升高,同时约有 20% 的压力传递到腹腔,综合的结果使下腔静脉跨壁压升高,下腔静脉管径扩张;呼气时恰好与之相反,下腔静脉管径变小^[20],下腔静脉直径呼吸周期的变异率是一个良好的液体反应性的动态前负荷参数^[10,20-21]。本组均为接受机械通气治疗的感染性休克患者,故患者入科获得相关血气分析及血流动力学数据后,予以适度肺复张或膨肺措施,其后在进行血流动力学研究时将呼吸机参数设置到统一标准,通过 TTE 测量下腔静脉直径的呼吸周期变化情况来预测液体反应性。研究结果显示,以液体负荷前 dIVC 22.5% 为阈值预测液体反应性的敏感度 83.3%,特异度 82.6%,表明 dIVC 是一个良好的预测液体反应性的指标。并且, TTE 监测下腔静脉直径所需技术简单、易行,因此, TTE 监测的 dIVC 可作为一个较好的液体反应性指标。但是下腔静脉直径受腹内压的影响较大,对于在不同腹腔内压水平下,下腔静脉直径的呼吸周期变化情况与液体反应性是否存在相关性,则需要进一步研究。

相关研究表明: TTE 监测主动脉血液流速的呼吸变异率在自主呼吸及机械通气患者中均有良好的预测液体反应性的价值^[6,22-23]。而 Monnet 等^[24]的研究显示,主动脉血液流速受主动脉向上血流变化、降主动脉直径(或压力)的变化及 TTE 测量误差等影响;以液体负荷前后 ABF 变化预测液体反应性,其

敏感度(90%)、特异度(94%)均高于主动脉峰流速的呼吸变异率(80%、72%),两者之间变化的相关性仅为 0.57。本次研究在 TTE 测量 ABF 时,禁止患者体位变化,同时颈部后仰,充分暴露胸骨上窝,以获得满意的声像图。结果显示: ABF 预测液体反应性的 AUC 为 0.794,以液体负荷后 ABF 变化率 10.95% 为阈值预测液体反应性的敏感度为 86.7%,特异度为 73.9%。说明 TTE 测量 ABF 也是预测液体反应性的一个较好指标。

临床 TTE 监测 SV 的常用方法有 M 型超声的 Teichholtz 公式法、Simpson 公式法,还有多普勒超声血流频谱与瓣口面积乘积法,每种方法皆有其优缺点。De Castro 等^[25]对多普勒超声和 PiCCO 测量 SV 的相关性进行了研究,对 20 例患者进行的 114 次测量结果显示,两者的相关性为 0.885。本研究显示, TTE 测量 SV 与 PiCCO 测量 SV 之间相关性在液体负荷前后分别为 0.901 和 0.911,相关性较好,说明 TTE 测量 SV 预测液体反应性有较高的预测价值,与国内外相关研究报道结果^[5,26]一致。但本组数据显示,两者之间配对 t 检验差异有统计学意义,表明 TTE 测量 SV 数值变化较大,原因可能为: 脉冲多普勒频谱展现的是瓣口中某一点的流速速度随时间的变化情况,以此代表整个瓣口的血流动力学变化可导致对流量的高估;以主动脉瓣口直径计算的瓣口面积不能体现瓣口的周期性变化,也是多普勒法高估的一个因素^[27]。

在临床运用时,需掌握 TTE 检查适应证及其影响因素,灵活运用。如 TTE 监测 dIVC 时腹内压增高会影响其准确性;而 TTE 监测 ABF 则会受心律失常的影响。因此,我们对有腹内高压的患者采用了 TTE 监测 ABF 方法;而对患有心律失常的患者则采用 TTE 监测 dIVC 方法。此外, TTE 测量 dIVC 技术简单、易学,测量 SV 则稍显复杂,但其敏感性、特异性较高; TTE 还可以监测被动抬腿试验 SV 的变化来判断液体反应性^[26,28],可减少不必要的输液。经胸 TTE 检查有时出现图像质量差、难以测量,但不可否认的是, TTE 可作为临床判断危重患者液体反应性的一个即时、无创、床旁、可重复的方法。

本研究尚存在一些不足,比如相关研究表明: 用心肺相互作用指标判断液体反应性与潮气量大小有关^[29-30]。本研究的潮气量设置为 8 ~ 10 mL/kg,而在其他疾病如急性呼吸窘迫综合征(ARDS)中潮气量设置较小,因此,采用 dIVC 和 ABF 的变化率预测液体反应性的价值还尚需进一步研究。

参考文献

[1] Monnet X, Anguel N, Naudin B, et al. Arterial pressure-based cardiac output in septic patients; different accuracy of pulse contour and uncalibrated pressure waveform devices [J]. Crit Care, 2010, 14(3):R109.

[2] Yamashita K, Nishiyama T, Yokoyama T, et al. The effects of vasodilation on cardiac output measured by PiCCO [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2008, 22(5):688-692.

[3] 王助衡, 张静, 李玉伟, 等. 严重脓毒症液体复苏中全心舒张期末容积指数与中心静脉压的相关性研究 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2013, 20(4):248-249.

[4] Levy MM, Fink MP, Marshall JC, et al. 2001 SCCM / ESICM / ACCP / ATS / SIS International Sepsis Definitions Conference [J]. Crit Care Med, 2003, 31(4):1250-1256.

[5] Biais M, Vidil L, Sarabay P, et al. Changes in stroke volume induced by passive leg raising in spontaneously breathing patients: comparison between echocardiography and Vigileo/FloTrac device [J]. Crit Care, 2009, 13(6):R195.

[6] Lafanechère A, Pène F, Goulenok C, et al. Changes in aortic blood flow induced by passive leg raising predict fluid responsiveness in critically ill patients [J]. Crit Care, 2006, 10(5):R132.

[7] 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.

[8] 张宏民, 刘大为, 王小亭, 等. 每搏量变异评价顽固性感染性休克患者容量反应性 [J]. 中华内科杂志, 2010, 49(7):610-613.

[9] Préau 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.

[10] Machare-Delgado E, Decaro M, Marik PE. Inferior vena cava variation compared to pulse contour analysis as predictors of fluid responsiveness: a prospective cohort study [J]. J Intensive Care Med, 2011, 26(2):116-124.

[11] 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.

[12] Reuse C, Vincent JL, Pinsky MR. Measurements of right ventricular volumes during fluid challenge [J]. Chest, 1990, 98(6):1450-1454.

[13] 杨万杰, 冯庆国, 魏凯, 等. 早期限制性液体正平衡策略对严重创伤患者预后的影响 [J]. 中国危重病急救医学, 2013, 25(1):36-39.

[14] Teixeira C, Garzotto F, Piccinni P, et al. Fluid balance and urine volume are independent predictors of mortality in acute kidney injury [J]. Crit Care, 2013, 17(1):R14.

[15] 陈齐红, 郑瑞强, 林华, 等. 不同液体管理策略对感染性休克患者病死率的影响 [J]. 中国危重病急救医学, 2011, 23(3):142-145.

[16] 张丽娜, 艾宇航, 刘志勇, 等. 重症医学医师主导的床旁目标导向超声心动图检查在 ICU 应用的可行性研究 [J]. 中国危重病急救医学, 2012, 24(12):739-741.

[17] 王小亭, 刘大为, 张宏民, 等. 扩展的目标导向超声心动图方案对感染性休克患者的影响 [J]. 中华医学杂志, 2011, 91(27):1879-1883.

[18] Mandeville JC, Colebourn CL. Can transthoracic echocardiography be used to predict fluid responsiveness in the critically ill patient? A systematic review [J]. Crit Care Res Pract, 2012, 2012:513480.

[19] 白静慧, 俞伟平, 臧彬. 应用超声心动技术分析机械通气对左室功能的影响 [J]. 中国危重病急救医学, 2011, 23(4):232-235.

[20] 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.

[21] Moretti R, Pizzi B. Inferior vena cava distensibility as a predictor of fluid responsiveness in patients with subarachnoid hemorrhage [J]. Neurocrit Care, 2010, 13(1):3-9.

[22] Skulec R, Cermak O, Skalicka H, et al. Variability of aortic blood flow predicts fluid responsiveness in spontaneously breathing healthy volunteers [J]. Kardiol Pol, 2009, 67(3):265-271.

[23] Pereira de Souza Neto E, Grousson S, Duffo F, et al. Predicting fluid responsiveness in mechanically ventilated children under general anaesthesia using dynamic parameters and transthoracic echocardiography [J]. Br J Anaesth, 2011, 106(6):856-864.

[24] Monnet X, Rienzo M, Osman D, et al. Esophageal Doppler monitoring predicts fluid responsiveness in critically ill ventilated patients [J]. Intensive Care Med, 2005, 31(9):1195-1201.

[25] De Castro V, Goarin JP, Lhotel L, et al. Comparison of stroke volume (SV) and stroke volume respiratory variation (SVV) measured by the axillary artery pulse-contour method and by aortic Doppler echocardiography in patients undergoing aortic surgery [J]. Br J Anaesth, 2006, 97(5):605-610.

[26] 王洪亮, 刘海涛, 于凯江. 被动抬腿试验联合无创心排量监测系统预测容量反应性的临床研究 [J]. 中国危重病急救医学, 2011, 23(3):146-149.

[27] 孙鲲鹏, 王新房, 邢晋放, 等. 二维及三维彩色多普勒超声心动图在心搏出量计算方面的实验性研究 [J]. 中国超声医学杂志, 2001, 17(6):401-404.

[28] 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.

[29] Suehiro K, Okutani R. Influence of tidal volume for stroke volume variation to predict fluid responsiveness in patients undergoing one-lung ventilation [J]. J Anesth, 2011, 25(5):777-780.

[30] Renner J, Cavus E, Mcybohm P, et al. Stroke volume variation during hemorrhage and after fluid loading: impact of different tidal volumes [J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2007, 51(5):538-544.

(收稿日期:2013-05-16)
(本文编辑:李银平)

·读者·作者·编者·

本刊常用的不需要标注中文的缩略语(二)

世界卫生组织(World Health Organization, WHO)
 美国食品与药品管理局(Food and Drug Administration, FDA)
 美国心脏病学会(American Heart Association, ACC)
 美国胸科医师协会
 (American College of Chest Physicians, ACCP)
 危重病医学会(Society of Critical Care Medicine, SCCM)
 欧洲心脏病学会(European Society of Cardiology, ESC)

欧洲危重病医学会
 (European Society of Critical Care Medicine, ESICM)
 美国胸科学会(American Thoracic Society, ATS)
 外科感染学会(Surgical Infection Society, SIS)
 美国心脏协会(American Heart Association, AHA)
 欧洲肠外肠内营养学会
 (European Society Parenteral and Enteral Nutrition, ESPEN)