

以每搏量变异度指导外科术后低血容量患者进行液体复苏的临床研究

司向 吴健锋 陈娟 陈敏英 刘紫锰 刘勇军 管向东

510080 广东广州, 中山大学附属第一医院 SICU

通讯作者: 管向东, Email: carlg@163.net

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.11.013

【摘要】 **目的** 探讨以每搏量变异度(SVV) < 10% 为目标指导外科术后低血容量患者进行液体复苏的有效性。**方法** 采用前瞻性单盲随机对照研究, 纳入 2011 年 4 月至 2014 年 2 月中山大学附属第一医院外科重症加强治疗病房(SICU)连续收治的外科术后 SVV > 10% 的低血容量患者, 并按计算机产生的随机数字表将患者分为 SVV 组和中心静脉压(CVP)组, 分别以 SVV < 10% 及 CVP 10 ~ 12 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa) 为目标进行液体复苏, 并于 6 h 内达标。主要观察指标为复苏达标时的组织氧代谢和血流动力学指标; 次要观察指标为复苏达标时的液体复苏情况及心肺并发症发生率。**结果** 共入组 62 例患者, SVV 组 32 例, CVP 组 30 例。两组患者入组时基线资料、血流动力学、组织氧代谢指标差异均无统计学意义, 具有可比性。两组患者液体复苏达标时组织氧代谢、血流动力学指标均明显改善; 且与 CVP 组比较, SVV 组复苏后血红蛋白 [Hb (g/L): 102.6 ± 23.4 比 87.9 ± 16.0]、氧输送 [DO₂ (mL/min): 944.6 ± 399.4 比 727.3 ± 183.6]、平均动脉压 [MAP (mmHg): 98.9 ± 15.7 比 89.8 ± 9.9]、每搏量指数 [SVI (mL/m²): 51.8 ± 19.5 比 41.4 ± 11.3] 进一步升高 (均 $P < 0.05$), CVP 进一步下降 (mmHg: 8.3 ± 4.4 比 12.2 ± 2.0, $P < 0.05$); SVV 组液体复苏达标所需时间明显缩短 (h: 1.4 ± 0.6 比 3.8 ± 1.4, $t = 6.415$, $P = 0.000$), 复苏液体量 (mL: 611.4 ± 453.0 比 1476.4 ± 741.2, $t = 4.216$, $P = 0.000$)、液体平衡量 (mL: 366.0 ± 290.8 比 942.3 ± 532.1, $t = 4.010$, $P = 0.001$) 明显减少, 复苏中输入红细胞量差异无统计学意义 [mL: 0 (0, 7.0) 比 0 (0, 87.5), $U = -1.624$, $P = 0.352$]。SVV 组心肺并发症发生率较 CVP 组明显降低 (0 比 13.3%, $\chi^2 = 4.564$, $P = 0.033$)。**结论** 在外科术后早期以 SVV < 10% 为目标指导液体复苏能明显提高患者的 DO₂, 改善其血流动力学状态, 从而有利于尽快纠正患者的低血容量状态, 防止器官功能衰竭的发生, 且液体复苏所需时间短, 复苏液体用量少, 心肺并发症发生风险低。

【关键词】 术后; 低血容量; 液体复苏; 每搏量变异度; 血流动力学; 组织氧代谢

基金项目: 广东省重大科技专项基金 (2012A080204018); 国家临床重点专科建设项目 (2011-872)

Clinical effect of fluid resuscitation guided by stroke volume variation for postoperative hypovolemic patients

Si Xiang, Wu Jianfeng, Chen Juan, Chen Minying, Liu Zimeng, Liu Yongjun, Guan Xiangdong

Department of Surgical Intensive Care Unit, First Affiliated Hospital of Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510080, Guangdong, China

Corresponding author: Guan Xiangdong, Email: carlg@163.net

【Abstract】 **Objective** To discuss the effect of fluid resuscitation guided by stroke volume variation (SVV) < 10% in postoperative hypovolemic patients. **Methods** A prospective single-blinded randomized controlled trial (RCT) was conducted. Postoperative hypovolemic patient with SVV > 10% admitted to Department of Surgical Intensive Care Unit (SICU) of First Affiliated Hospital of Sun Yat-Sen University from April 2011 to February 2014 were enrolled. The patients were divided into SVV group and central venous pressure (CVP) group by random number table, fluid resuscitation targeted by SVV < 10% and CVP 10-12 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa) respectively were performed within 6 hours. The primary end-points included tissue oxygen metabolism and hemodynamics as the goal of fluid resuscitation was arrived. The secondary end-points included resuscitation results and the incidence of cardiopulmonary complication as the goal of fluid resuscitation was arrived. **Results** A total of 62 patients were enrolled, with 32 patients in SVV group and 30 in CVP group. There was no significant difference in the baseline, hemodynamic and tissue oxygen metabolism parameters between the two groups with comparability. The tissue oxygen metabolism and hemodynamic parameters were significantly improved as the goal of fluid resuscitation was arrived. Hemoglobin [Hb (g/L): 102.6 ± 23.4 vs. 87.9 ± 16.0], oxygen delivery [DO₂ (mL/min): 944.6 ± 399.4 vs. 727.3 ± 183.6], mean artery pressure [MAP (mmHg): 98.9 ± 15.7 vs. 89.8 ± 9.9] and stroke volume index [SVI (mL/m²): 51.8 ± 19.5 vs. 41.4 ± 11.3] after resuscitation in SVV group were significantly higher than those of CVP group (all $P < 0.05$), and CVP was significantly lower than that of CVP group (mmHg: 8.3 ± 4.4 vs. 12.2 ± 2.0, $P < 0.05$). Resuscitation time (hours: 1.4 ± 0.6 vs. 3.8 ± 1.4, $t = 6.415$, $P = 0.000$), resuscitation fluid (mL: 611.4 ± 453.0 vs. 1476.4 ± 741.2, $t = 4.216$, $P = 0.000$) and fluid balance (mL: 366.0 ± 290.8 vs. 942.3 ± 532.1, $t = 4.010$, $P = 0.001$) in SVV group were significantly lowered as compared with those of CVP group, but there was no significant difference in red blood cell transfusion between SVV group and

CVP group [0 (0, 7.0) vs. 0 (0, 87.5), $U = -1.624, P = 0.352$]. In the SVV group, the incidence of cardiopulmonary complication was significantly lowered as compared with that of CVP group (0 vs. 13.3%, $\chi^2 = 4.564, P = 0.033$). **Conclusions** In the early postoperative period, the fluid resuscitation guided by SVV < 10% can significantly increase DO_2 and improve the hemodynamic state, which is helpful to improve hypovolemic status of the postoperative patients, and prevent organ dysfunction, and the resuscitation time was shortened, resuscitation fluid and the cardiopulmonary complication was reduced.

【Key words】 Postoperation; Hypovolemia; Fluid resuscitation; Stroke volume variation; Hemodynamics; Tissue oxygen metabolism

Fund program: Major Science and Technology Projects Foundation of Guangdong Province of China (2012A080204018); National Clinical Key Specialty Construction Project of China (2011-872)

低血容量是外科重症加强治疗病房(SICU)患者的常见情况,患者术前基础疾病导致体液异常丢失及分布(如呕吐、胃肠减压等)、术前禁食水、麻醉所致血管扩张、术中失血和第三间隙液体的转移情况,均可导致围手术期患者在转入重症加强治疗病房(ICU)时出现低血容量表现,如未采取积极有效的液体复苏,会导致组织低灌注、乳酸堆积及内毒素移位等严重后果,最终出现多器官功能障碍综合征(MODS)^[1-3]。因此,尽早识别患者低血容量状态并进行充分的液体复苏至关重要^[4]。传统液体复苏方式为按照血压、尿量、中心静脉压(CVP)进行液体复苏^[5],但研究显示CVP并不能准确评估患者的容量状态,其预测液体反应性的准确性也只有50%左右^[6-7],即使血压、尿量、CVP恢复正常后,仍然有50%~85%的患者存在低血容量、组织低灌注^[8-9]。近年来研究显示,每搏量变异度(SVV)能够更好地预测重症患者的液体反应性^[10-11],但通过SVV指导液体复苏能否改善组织氧代谢才是衡量SVV是否有指导意义的标准。因此,本研究通过对SVV指导的液体复苏与传统液体复苏进行综合对比分析,旨在探讨SVV在指导外科围手术期低血容量患者液体复苏中的作用。

1 资料与方法

1.1 研究对象:采用前瞻性单盲随机对照研究,选择2011年4月至2014年2月本院SICU收治的外科术后低血容量需要液体复苏的患者。

1.1.1 入选标准:①医生判断术后可疑低血容量患者,并满足以下任意一项:心率(HR)>90次/min;收缩压(SBP)<100 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)、平均动脉压(MAP)<75 mmHg,或者SBP、MAP较之前下降至少40 mmHg,或者需要正性肌力药物或血管活性药物维持血压;CVP<10 mmHg;尿量<0.5 mL·kg⁻¹·h⁻¹;肺动脉楔压(PAWP)<12 mmHg。②SVV>10%。③机械通气无自主呼吸者采用辅助控制机械通气-容量控制模式,呼吸频率12次/min,

潮气量8 mL/kg,吸呼比1:2;呼气末正压(PEEP)5 cmH₂O(1 cmH₂O=0.098 kPa)。④无心律失常。

1.1.2 排除标准:年龄<18岁;自主呼吸者;心律失常者;肝移植术后、心脏术后或烧伤术后患者;脑死亡或24 h内可能发生脑死亡患者。

1.1.3 剔除标准:死亡、自动出院、中途退出者。

1.1.4 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,并经医院伦理委员会批准(审批号:2011-50),所有检测获得患者或家属的知情同意。

1.2 研究方法:按照计算机产生的随机数字表将入选患者为CVP组和SVV组,并于转入SICU后经桡动脉或肱动脉留置针连接Vigileo/Flotrac装置,立刻进行液体复苏,并于6 h内达标,达标后停止液体复苏。CVP组液体复苏目标:CVP 10~12 mmHg, MAP>65 mmHg,尿量>0.5 mL·kg⁻¹·h⁻¹;SVV组液体复苏目标:SVV<10%,MAP>65 mmHg,尿量>0.5 mL·kg⁻¹·h⁻¹。

1.3 观察指标

1.3.1 主要观察指标:液体复苏达标时的组织氧代谢和血流动力学指标。

1.3.2 次要观察指标:液体复苏达标时的液体复苏情况、心肺并发症等。

1.4 统计学方法:应用SPSS 19.0软件进行统计学分析。正态分布计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间均数比较采用独立样本 t 检验,复苏前后均数比较采用配对样本 t 检验;非正态分布计量资料以中位数(四分位数)[$M(Q_L, Q_U)$]表示,采用Mann-Whitney非参数检验;计数资料采用 χ^2 检验,当理论频数 $T < 5$ 时,采用四格表资料的Fisher精确概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者基线资料比较(表1):共纳入外科术后SVV>10%的低血容量患者66例,排除进行性活动性出血3例及复苏过程中新发室性期前收缩(早搏)1例。最终入选62例患者,CVP组30例,

表1 不同方法指导液体复苏两组外科术后低血容量患者入组时基线资料及术中情况比较

组别	例数 (例)	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	身高 (cm, $\bar{x} \pm s$)	体重 (kg, $\bar{x} \pm s$)	APACHE II (分, $\bar{x} \pm s$)	ASA 分级 (分, $\bar{x} \pm s$)	SVV (%, $\bar{x} \pm s$)
		男性	女性						
CVP组	30	20	10	63.3 ± 14.1	165.6 ± 6.4	60.4 ± 13.0	9.1 ± 3.9	2.8 ± 0.7	17.0 ± 3.4
SVV组	32	17	15	58.2 ± 19.7	164.6 ± 9.0	52.7 ± 10.3	8.1 ± 4.1	2.8 ± 0.7	18.3 ± 5.1
χ^2/t 值		1.180		0.741	0.386	2.015	1.099	1.510	-0.963
P 值		0.277		0.468	0.702	0.051	0.286	0.147	0.342

组别	例数 (例)	手术时间 (h, $\bar{x} \pm s$)	术中出血量 [mL, $M(Q_L, Q_U)$]	术中输血量 [mL, $M(Q_L, Q_U)$]	术中输液量 [mL, $M(Q_L, Q_U)$]	术中尿量 [mL, $M(Q_L, Q_U)$]	术中液体平衡 (mL, $\bar{x} \pm s$)
CVP组	30	5.8 ± 2.6	400(175, 1250)	400(0, 1500)	5900(3950, 8250)	800(300, 1400)	4105.9 ± 1839.9
SVV组	32	6.2 ± 2.8	500(175, 3250)	600(0, 2100)	5900(3325, 9550)	800(350, 2150)	3516.5 ± 1703.7
t/Z 值		0.741	-0.250	-0.925	-0.220	-0.368	1.023
P 值		0.468	0.816	0.383	0.839	0.728	0.313

注: CVP 为中心静脉压, SVV 为每搏量变异度, APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分系统 II, ASA 为美国麻醉医师协会

表2 不同方法指导液体复苏两组外科术后低血容量患者液体复苏前及复苏达标时组织氧代谢及血流动力学指标比较($\bar{x} \pm s$)

组别	时间	例数 (例)	ScvO ₂	血乳酸 (mmol/L)	剩余碱 (mmol/L)	P _{cv-aCO₂} (mmHg)	Hb (g/L)	DO ₂ (mL/min)	HR (次/min)	MAP (mmHg)
CVP组	复苏前	30	0.597 ± 0.092	3.3 ± 1.6	-1.7 ± 2.9	8.2 ± 3.9	105.6 ± 18.8	708.5 ± 157.4	88.7 ± 16.9	79.9 ± 15.1
	复苏后	30	0.696 ± 0.093 ^a	2.9 ± 1.3	-0.5 ± 3.4	8.2 ± 2.9	87.9 ± 16.0 ^a	727.3 ± 183.6	87.1 ± 14.2	89.8 ± 9.9 ^a
SVV组	复苏前	32	0.618 ± 0.157	4.3 ± 2.5	-1.3 ± 5.1	7.3 ± 6.9	110.6 ± 25.7	713.4 ± 289.6	86.9 ± 18.3	82.5 ± 15.5
	复苏后	32	0.701 ± 0.098 ^a	3.6 ± 1.8 ^a	-0.4 ± 3.9	7.3 ± 2.9	102.6 ± 23.4 ^{ab}	944.6 ± 399.4 ^{ab}	83.6 ± 18.4	98.9 ± 15.7 ^{ab}

组别	时间	例数 (例)	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	CVP (mmHg)	CO (L/min)	CI (mL · s ⁻¹ · m ⁻²)	SV (mL)	SVI (mL/m ²)	SVV (%)
CVP组	复苏前	30	115.3 ± 24.0	62.6 ± 14.0	7.1 ± 2.1	4.8 ± 1.2	48.3 ± 10.0	55.9 ± 16.3	34.1 ± 8.9	17.0 ± 3.4
	复苏后	30	134.7 ± 15.4 ^a	66.0 ± 11.1	12.2 ± 2.0 ^a	5.8 ± 1.4 ^a	60.0 ± 15.0 ^a	68.0 ± 17.2 ^a	41.4 ± 11.3 ^a	5.5 ± 2.1 ^a
SVV组	复苏前	32	113.9 ± 24.1	65.2 ± 12.3	5.6 ± 3.1	4.5 ± 1.4	48.3 ± 13.3	53.7 ± 16.9	34.1 ± 9.0	18.3 ± 5.1
	复苏后	32	146.0 ± 25.5 ^a	72.5 ± 14.1 ^a	8.3 ± 4.4 ^{ab}	6.5 ± 2.4 ^a	73.3 ± 23.3 ^a	78.1 ± 29.5 ^a	51.8 ± 19.5 ^{ab}	6.4 ± 1.8 ^a

注: CVP 为中心静脉压, SVV 为每搏量变异度, ScvO₂ 为中心静脉血氧饱和度, P_{cv-aCO₂} 为中心静脉-动脉血二氧化碳分压差, Hb 为血红蛋白, DO₂ 为氧输送, HR 为心率, MAP 为平均动脉压, SBP 为收缩压, DBP 为舒张压, CVP 为中心静脉压, CO 为心排血量, CI 为心排血指数, SV 为每搏量, SVI 为每搏量指数; 1 mmHg=0.133 kPa; 与本组复苏前比较, ^aP<0.05; 与 CVP 组同期比较, ^bP<0.05

SVV 组 32 例。两组患者性别、年龄、身高、体重、急性生理学与慢性健康状况评分系统 II (APACHE II) 评分、美国麻醉医师协会 (ASA) 分级、SVV、手术时间以及术中出血量、输血量、输血量、尿量和液体平衡情况差异均无统计学意义 (均 $P>0.05$), 说明两组基线资料均衡, 具有可比性。

2.2 两组患者组织氧代谢指标比较 (表 2): 两组患者复苏前组织氧代谢指标差异均无统计学意义 (均 $P>0.05$)。两组复苏后各指标均较复苏前有所改善, SVV 组血乳酸、血红蛋白 (Hb) 明显降低, 中心静脉血氧饱和度 (ScvO₂)、氧输送 (DO₂) 明显升高; CVP 组 ScvO₂ 明显升高, Hb 明显下降 (均 $P<0.05$)。复苏达标时, SVV 组 Hb、DO₂ 均明显高于 CVP 组 (均 $P<0.05$), 其余指标差异均无统计学意义。

表3 不同方法指导液体复苏两组外科术后低血容量患者达到液体复苏目标时液体复苏情况及心肺并发症比较

组别	例数 (例)	复苏达标时间 (h, $\bar{x} \pm s$)	复苏液体量 (mL, $\bar{x} \pm s$)	复苏中输入红细胞量 [mL, $M(Q_L, Q_U)$]	液体平衡量 (mL, $\bar{x} \pm s$)	心肺并发症 发生率 [% (例)]
CVP组	30	3.8 ± 1.4	1476.4 ± 741.2	0(0, 87.5)	942.3 ± 532.1	13.3(4)
SVV组	32	1.4 ± 0.6	611.4 ± 453.0	0(0, 7.0)	366.0 ± 290.8	0(0)
$t/Z/\chi^2$ 值		6.415	4.216	-1.624	4.010	4.564
P 值		0.000	0.000	0.352	0.001	0.033

注: CVP 为中心静脉压, SVV 为每搏量变异

2.3 两组患者血流动力学指标比较 (表 2): 两组患者复苏前血流动力学指标差异均无统计学意义 (均 $P>0.05$)。两组复苏后各指标较复苏前有明显改善。复苏达标时, SVV 组 MAP、每搏量指数 (SVI) 明显高于 CVP 组, CVP 明显低于 CVP 组 (均 $P<0.05$), 其余指标差异均无统计学意义。

2.4 两组患者液体复苏情况比较 (表 3): 与 CVP 组比较, SVV 组液体复苏达标所需时间明显缩短, 复苏液体量、液体平衡量明显减少 (均 $P<0.01$), 而复苏中输入红细胞量差异无统计学意义。

2.5 两组患者心肺并发症比较 (表 3): SVV 组无明显

显心肺并发症出现;CVP组有4例出现,其中1例新发室性早搏而提前终止液体复苏,3例复苏结束后听诊双肺底有明显湿啰音。SVV组心肺并发症发生率明显低于CVP组(均 $P<0.05$)。

3 讨论

围手术期液体复苏是ICU医生每天面临的问题,对于围手术期可疑低血容量患者,在出现MODS前监测 DO_2 并尽快实现氧输送的正常化能够改善患者预后^[12]。Gurgel和do Nascimento^[13]研究显示,通过监测心排血量(CO),增加 DO_2 、减少氧消耗(VO_2)能够明显减少低血容量休克患者术后器官功能障碍的发生,降低病死率。因此,寻找理想的指标指导重症患者液体管理是重症医学医生追求的目标。目前用血压、尿量、CVP来评估液体复苏效果的传统方案已显示出其局限性^[5],因为CVP作为静态血流动力学指标并不能代表患者的容量状态^[14],更不能用来预测患者的液体反应性^[6-7]。只有当患者存在液体反应性时,才有可能通过液体复苏改善组织和器官的灌注,使患者受益;当患者不存在液体反应性时,过度的液体复苏则会加重组织器官水肿,同样使患者预后变差。所以,只有当一个指标能够真实准确地反映患者的容量状态和容量需求时,按照这样的目标进行液体复苏才具有临床意义。本研究入组患者SVV均 $>10\%$,均有液体反应性,且两组间SVV差异无统计学意义,因此保证了两组患者在入组时液体复苏的必要性以及两组患者基础状态的均一性。

近年研究显示,功能血流动力学指标预测患者液体反应性的精确性及准确性均高于CVP。目前临床上常用的功能血流动力学指标有SVV^[15-16]、脉搏压变异度(PPV)^[17-18]及被动抬腿试验^[19-21]等。虞意华等^[10]研究发现,在接受机械通气的老年脓毒症患者中,SVV能准确反映液体复苏时的液体反应性;Préau等^[19]研究显示,在有自主呼吸的脓毒症及胰腺炎患者中,被动抬腿试验时每搏量(SV)、桡动脉脉搏压及股动脉流速峰值的变化均能有效预测液体反应性;王洪亮^[20]、黄磊^[21]等的研究同样证实,被动抬腿试验能够有效预测液体反应性;一项纳入9个研究353例重症患者的Meta分析显示,被动抬腿试验时CO的变化预测容量反应性的敏感度和特异度分别为89.4%和91.4%^[22]。张东等^[11]进行的回顾性研究提示,可将SVV作为临床实施液体管理的重要参考依据,但是将SVV作为早期液体复

苏目标指导液体复苏能否给患者带来更多的益处仍缺乏相关的研究。

本研究即是以SVV $<10\%$ 为目标进行液体复苏,观察其对外科术后围手术期患者组织氧代谢、血流动力学及复苏安全性的影响。比较SVV指导液体复苏和CVP指导液体复苏的结果发现,SVV组复苏达标后动脉血乳酸较复苏前明显降低, DO_2 明显增加,并且 DO_2 、MAP、SVI明显高于CVP组。 DO_2 受Hb、动脉血氧饱和度(SaO_2)、动脉血氧分压(PaO_2)、CO等4个因素影响,两组在复苏前 DO_2 较为接近,经过液体复苏后SVV组 DO_2 、Hb均明显高于CVP组,而 SaO_2 、 PaO_2 在两组间差别不大。由此可见,过度液体复苏并不能引起 DO_2 和CO的显著增加。以SVV为目标的液体复苏可以使患者获得更稳定的血流动力学状态,改善组织器官灌注和细胞的氧供,从而能更好地纠正低血容量状态,防止MODS的发生。

一项回顾性研究分析了778例液体复苏的感染性休克患者CVP与病死率的关系,结果发现,无论是在早期12h内还是4d内,过度的液体正平衡与病死率增加密切相关;而在早期复苏中,CVP <8 mmHg者病死率最低,其次是CVP $8\sim 12$ mmHg者,CVP >12 mmHg者的病死率最高^[23]。本研究中CVP组CVP明显高于SVV组,复苏液体量也明显多于SVV组,且有13.3%的患者发生了心肺并发症,提示过度的液体复苏非但不能使患者获得更稳定的血流动力学和更好的组织氧代谢状态,反而引起更多心肺并发症的发生;而以SVV为目标进行液体复苏可能会给感染性休克患者带来更多益处,但还需进一步大样本研究加以证实。

综上,外科术后低血容量患者以SVV为目标指导早期液体复苏能明显提高 DO_2 ,改善血流动力学状态,从而有利于尽快纠正患者的低血容量状态,防止器官功能损伤及衰竭的发生;同时,以SVV $<10\%$ 为目标进行液体复苏,可明显缩短复苏时间,减少液体量,心肺并发症的发生风险也明显降低。

参考文献

- [1] Pinsky MR, Brophy P, Padilla J, et al. Fluid and volume monitoring [J]. Int J Artif Organs, 2008, 31 (2): 111-126.
- [2] Heckbert SR, Vedder NB, Hoffman W, et al. Outcome after hemorrhagic shock in trauma patients [J]. J Trauma, 1998, 45 (3): 545-549. DOI: 10.1097/00005373-199809000-00022.
- [3] 刘大为. 重症的治疗与再损伤 [J]. 中华危重病急救医学, 2014, 26 (1): 1-2. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.01.001. Liu DW. Therapy vs. injury [J]. Chin Crit Care Med, 2014, 26 (1): 1-2. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.01.001.

- [4] Finfer S, Bellomo R, Boyce N, et al. A comparison of albumin and saline for fluid resuscitation in the intensive care unit [J]. *N Engl J Med*, 2004, 350 (22): 2247-2256. DOI: 10.1056/NEJMoa040232.
- [5] 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. DOI: 10.1056/NEJMoa010307.
- [6] Kumar A, Anel R, Bunnell E, et al. Pulmonary artery occlusion pressure and central venous pressure fail to predict ventricular filling volume, cardiac performance, or the response to volume infusion in normal subjects [J]. *Crit Care Med*, 2004, 32 (3): 691-699. DOI: 10.1097/01.CCM.0000114996.68110.C9.
- [7] Marik PE, Baram M, Vahid B. Does central venous pressure predict fluid responsiveness? A systematic review of the literature and the tale of seven mares [J]. *Chest*, 2008, 134 (1): 172-178. DOI: 10.1378/chest.07-2331.
- [8] Abou-Khalil B, Scalea TM, Trooskin SZ, et al. Hemodynamic responses to shock in young trauma patients: need for invasive monitoring [J]. *Crit Care Med*, 1994, 22 (4): 633-639. DOI: 10.1097/00003246-199404000-00020.
- [9] Scalea TM, Maltz S, Yelon J, et al. Resuscitation of multiple trauma and head injury: role of crystalloid fluids and inotropes [J]. *Crit Care Med*, 1994, 22 (10): 1610-1615. DOI: 10.1097/00003246-199422100-00017.
- [10] 虞意华, 戴海文, 颜默磊, 等. 每搏量变异对老年严重脓毒症患者液体反应的预测 [J]. *中华危重病急救医学*, 2009, 21 (8): 463-465. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2009.08.006.
Yu YH, Dai HW, Yan ML, et al. An evaluation of stroke volume variation as a predictor of fluid responsiveness in mechanically ventilated elderly patients with severe sepsis [J]. *Chin Crit Care Med*, 2009, 21 (8): 463-465. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2009.08.006.
- [11] 张东, 宋雁飞, 杨艺敏, 等. 经外周动脉心排血量监测在重症患者液体管理中的应用 [J]. *中华危重病急救医学*, 2014, 26 (9): 620-623. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.09.003.
Zhang D, Song YF, Yang YM, et al. An application of arterial pressure-based cardiac output measurements in fluid management strategies of critically ill patients [J]. *Chin Crit Care Med*, 2014, 26 (9): 620-623. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.09.003.
- [12] Hamilton MA, Cecconi M, Rhodes A. A systematic review and meta-analysis on the use of preemptive hemodynamic intervention to improve postoperative outcomes in moderate and high-risk surgical patients [J]. *Anesth Analg*, 2011, 112 (6): 1392-1402. DOI: 10.1213/ANE.0b013e3181eaae5.
- [13] Gurgel ST, do Nascimento P Jr. Maintaining tissue perfusion in high-risk surgical patients: a systematic review of randomized clinical trials [J]. *Anesth Analg*, 2011, 112 (6): 1384-1391. DOI: 10.1213/ANE.0b013e3182055384.
- [14] 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. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2013.04.022.
Wang ZH, Zhang J, Li YW, et al. A study on correlation between global end-diastolic volume index and central venous pressure in fluid resuscitation in patients with severe sepsis [J]. *Chin J TCM WM Crit Care*, 2013, 20 (4): 248-249. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2013.04.022.
- [15] 彭松, 张琳, 钟明媚, 等. 每搏量变异度在感染性休克患者容量预测中的价值 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2013, 22 (11): 1260-1264. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2013.11.013.
Peng S, Zhang L, Zhong MM, et al. The value of stroke volume variation in prediction of responsiveness to fluid resuscitation in patients with septic shock [J]. *Chin J Emerg Med*, 2013, 22 (11): 1260-1264. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2013.11.013.
- [16] 李文静, 李健, 彭科, 等. 低血容量状态下患者每搏量变异度与血容量的相关性 [J]. *中华麻醉学杂志*, 2014, 34 (z1): 51-53. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1416.2014.z1.015.
Li WJ, Li J, Peng K, et al. Correlation between stroke volume variation and blood volume during hypovolemia [J]. *Chin J Anesthesiol*, 2014, 34 (z1): 51-53. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1416.2014.z1.015.
- [17] 陈宇, 傅强, 米卫东. 每搏量与脉搏压变异度对机器人辅助肝脏手术预测液体反应的价值 [J]. *武警医学*, 2015, 26 (2): 159-161, 166. DOI: 10.3969/j.issn.1004-3594.2015.02.017.
Chen Y, Fu Q, Mi WD. Clinical value of stroke volume variation and pulse pressure variation in predicting fluid responsiveness during robot-assisted hepatic surgery [J]. *Med J Chin PAPF*, 2015, 26 (2): 159-161, 166. DOI: 10.3969/j.issn.1004-3594.2015.02.017.
- [18] 蒋宗明, 吴秀娟, 仲俊峰, 等. 每搏量变异和脉搏压变异用于感染性休克患者容量治疗反应的评价 [J]. *医学研究杂志*, 2012, 41 (12): 153-155. DOI: 10.3969/j.issn.1673-548X.2012.12.046.
Jiang ZM, Wu XJ, Zhong JF, et al. Application of stroke volume variation and pulse pressure variation in the assessment of volume expansion responses in septic shock patients [J]. *J Med Res*, 2012, 41 (12): 153-155. DOI: 10.3969/j.issn.1673-548X.2012.12.046.
- [19] 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. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181e8fe7a.
- [20] 王洪亮, 刘海涛, 于凯江. 被动抬腿试验联合无创心排血量监测系统预测容量反应性的临床研究 [J]. *中华危重病急救医学*, 2011, 23 (3): 146-149. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2011.03.007.
Wang HL, Liu HT, Yu KJ. Clinical observation of passive leg raising combined with non-invasive cardiac output monitoring system in predicting volume responsiveness [J]. *Chin Crit Care Med*, 2011, 23 (3): 146-149. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2011.03.007.
- [21] 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]. *中华危重病急救医学*, 2011, 23 (3): 154-157. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2011.03.009.
Huang L, Zhang WX, Cai WX, et al. Passive leg raising predicts volume responsiveness in patients with severe sepsis and septic shock [J]. *Chin Crit Care Med*, 2011, 23 (3): 154-157. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2011.03.009.
- [22] Marik PE, Cavallazzi R, Vasu T, et al. Dynamic changes in arterial waveform derived variables and fluid responsiveness in mechanically ventilated patients: a systematic review of the literature [J]. *Crit Care Med*, 2009, 37 (9): 2642-2647. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181a590da.
- [23] Boyd JH, Forbes J, Nakada TA, et al. Fluid resuscitation in septic shock: a positive fluid balance and elevated central venous pressure are associated with increased mortality [J]. *Crit Care Med*, 2011, 39 (2): 259-265. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181feeb15.

(收稿日期: 2016-06-06)

(本文编辑: 保健媛, 李银平)

欢迎订阅 2017 年《中华危重病急救医学》杂志 CN 12-1430/R

中华医学会主办 中文核心期刊 中国科技论文统计源期刊

电子版杂志网址: <http://www.cccm-em120.com> 投稿邮箱: cccm@em120.com

全国各地邮局订阅, 邮发代号: 6-58 定价: 每期 45 元 全年 540 元

本刊社地址: 天津市和平区睦南道 122 号 电话: 022-23197150