

· 论著 ·

经外周动脉心排量监测在重症患者液体管理中的应用

张东 宋雁飞 杨艺敏 段奥淞 张志博 王育珊

【摘要】 目的 探讨依据外周动脉心排量监测(APCO)容量反应指标对重症患者实施液体管理的临床意义。方法 采用回顾性队列研究方法,选择 2012 年 6 月 1 日至 2013 年 12 月 31 日收入吉林大学第一医院重症监护病房(ICU)的重症患者。当患者急性生理学与慢性健康状况评分系统 II (APACHE II)评分 ≥ 15 分,心率 >100 次/min,无法准确判断前负荷情况和心功能状态时,应用 APCO 监测患者的血流动力学参数,联合应用每搏量变异度(SVV)和被动抬腿试验(PLR)对患者进行液体管理。记录实施液体管理策略前后患者的心率、SVV、血乳酸、中心静脉压(CVP),以及治疗效果。当心率下降和(或)每搏量(SV)增加 $\geq 10\%$,同时伴有血乳酸和 SVV 下降判定为有效,不符合上述标准者则判定为无效。结果 共纳入 68 例患者。①液体管理策略实施前:CVP >12 cmH₂O(1 cmH₂O=0.098 kPa)40 例,5~12 cmH₂O 16 例, <5 cmH₂O 12 例;SVV $>13\%$ 35 例, $<13\%$ 9 例,PLR 阳性 18 例,PLR 阴性 6 例,提示前负荷不足者(SVV $>13\%$ 和 PLR 阳性)占 77.9%(53/68)。②实施液体管理策略 4 h 后有效 49 例,无效 19 例,有效率为 72.06%(49/68);液体管理策略实施 12 h 后,有效 56 例,无效 12 例,有效率为 82.35%(56/68)。③有效组液体管理策略实施后心率、SVV、血乳酸均较实施前显著下降[实施 4 h 的心率(次/min): 112.45 ± 13.35 比 129.55 ± 15.49 , SVV:(15.47 ± 6.32)%比(21.20 ± 7.40)%,血乳酸(mmol/L): 4.16 ± 3.12 比 6.21 ± 4.11 ;实施 12 h 的心率(次/min): 110.02 ± 13.92 比 129.61 ± 14.93 , SVV:(14.61 ± 5.52)%比(20.66 ± 7.40)%,血乳酸(mmol/L): 3.35 ± 2.26 比 6.11 ± 4.02 , $P<0.05$ 或 $P<0.01$];无效组液体管理策略实施后上述指标无显著变化[实施 4 h 的心率(次/min): 119.53 ± 11.68 比 125.79 ± 11.58 , SVV:(16.95 ± 6.48)%比(18.47 ± 4.96)%,血乳酸(mmol/L): 5.55 ± 3.80 比 6.54 ± 3.72 ;实施 12 h 的心率(次/min): 115.92 ± 11.71 比 123.40 ± 11.59 , SVV:(17.17 ± 6.09)%比(19.42 ± 8.25)%,血乳酸(mmol/L): 6.33 ± 3.40 比 7.21 ± 3.81 ,均 $P>0.05$]。CVP 仅有效组实施 12 h 时较实施前显著升高(cmH₂O: 12.88 ± 3.38 比 11.27 ± 4.97 , $P<0.05$)。结论 经 APCO 监测的 SVV 是一个能很好代表容量反应的指标,可以作为临床实施液体管理的重要参考依据。

【关键词】 每搏量变异度; 血流动力学监测; 容量反应性; 被动抬腿试验; 液体管理

An application of arterial pressure-based cardiac output measurements in fluid management strategies of critically ill patients Zhang Dong*, Song Yanfei, Yang Yimin, Duan Aosong, Zhang Zhibo, Wang Yushan.

*Department of Intensive Care Unit, the First Hospital, Jilin University, Changchun 130021, Jilin, China

Corresponding author: Wang Yushan, Email: wang_yushan@163.com

【Abstract】 Objective To discuss the clinical significance of fluid management of severe patients according to arterial pressure-based cardiac output (APCO) monitoring volume responsiveness index. **Methods** A retrospective cohort study was conducted. The severe patients were selected from the intensive care unit (ICU) of the First Hospital of Jilin University from June 1st, 2012 to December 31st, 2013. The hemodynamic parameters were monitored by APCO, and the fluid resuscitation was managed by stroke volume variation (SVV) and passive leg-raising test (PLR) when the acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) score ≥ 15 , heart rate >100 bpm with the result that the preload and heart function could not be evaluated. The heart rate, SVV, lactic acid (Lac) and central venous pressure (CVP) and curative effect were recorded before and after carrying out fluid management strategy. The criteria of clinical effective was defined as heart rate decreased and (or) stroke volume (SV) increased $\geq 10\%$, accompanied by blood Lac and SVV decreased, other than, the cases did not meet above criteria were considered ineffective. **Results** Sixty-eight patients were enrolled in the study. ① Before carrying out fluid management strategy: 40 cases with CVP >12 cmH₂O (1 cmH₂O=0.098 kPa), and 16 cases with 5~12 cmH₂O, 12 with <5 cmH₂O. SVV $>13\%$ in 35 cases, SVV $<13\%$ in 9 cases. PLR positive in 18 cases, and PLR negative in 6 cases. It was implicated that the patients with poor preload (SVV $>13\%$ and PLR positive) accounted by 77.9% (53/68). ② There were 49 effective cases and 19 ineffective cases 4 hours after carrying out fluid management strategy, and the effective rate was 72.06% (49/68). While

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2014.09.003

基金项目:国家自然科学基金(30870351);卫生部卫生公益性行业科研专项经费项目(201202011)

作者单位:130021 长春,吉林大学第一医院 ICU(张东、宋雁飞、杨艺敏、段奥淞、王育珊);132000 吉林,吉林市中心医院 ICU(张志博) 通信作者:王育珊,Email:wang_yushan@163.com

there were 56 effective cases and 12 ineffective cases after 12 hours, and the total effective rate was 82.35% (56/68). ③ In effective group, heart rate, SVV, Lac after fluid management strategy were significantly lower than those before fluid management strategy [4 hours after fluid management strategy: heart rate (bpm) 112.45 ± 13.53 vs. 129.55 ± 15.49 , SVV (15.47 ± 6.32)% vs. (21.20 ± 7.40)%, Lac (mmol/L) 4.16 ± 3.12 vs. 6.21 ± 4.11 ; 12 hours after fluid management strategy: heart rate (bpm) 110.02 ± 13.92 vs. 129.61 ± 14.93 , SVV (14.61 ± 15.52)% vs. (20.66 ± 7.40)%, Lac (mmol/L) 3.35 ± 2.26 vs. 6.11 ± 4.02 , $P < 0.05$ or $P < 0.01$], while there was no significant difference in those markers between before and after fluid management strategy in ineffective group [4 hours after fluid management strategy: heart rate (bpm) 119.53 ± 11.68 vs. 125.79 ± 11.58 , SVV (16.95 ± 6.48)% vs. (18.47 ± 4.96)%, Lac (mmol/L) 5.55 ± 3.80 vs. 6.54 ± 3.72 ; 12 hours after fluid management strategy: heart rate (bpm) 115.92 ± 11.71 vs. 123.40 ± 11.59 , SVV (17.17 ± 6.09)% vs. (19.42 ± 8.25)%, Lac (mmol/L) 6.33 ± 3.40 vs. 7.21 ± 3.81 , all $P > 0.05$]. CVP only at 12 hours after fluid management strategy in effective group was significantly higher than that before fluid management strategy (cmH₂O: 12.88 ± 3.38 vs. 11.27 ± 4.97 , $P < 0.05$). **Conclusion** SVV monitored by APCO is a good indicator of volume responsiveness index, which can be used as an important reference combined with PLR for fluid management of severe patients.

[Key words] Stroke volume variation; Hemodynamic monitoring; Volume responsiveness; Passive leg-raising test; Fluid management

经外周动脉心排血量监测(APCO)是一种动脉压心排血量(CO)测定技术(FloTrac 传感器/Vigileo 监护仪),只需经外周动脉置管,输入患者的年龄、性别、身高和体质量,系统可自动校准患者特定的血管顺应性。每 20 s 更新 1 次数据,经外周动脉压力波形的分析和计算,即可准确测得患者的连续心排血量(CCO)、每搏量(SV)和每搏量变异度(SVV)等重要且临床实用的参数^[1-2]。相关研究证实,APCO 监测的相关参数与肺动脉热稀释法比较具有很好的相关性^[3-5];而与肺动脉导管(PAC)相比,APCO 技术更微创、安全和快捷,尤其适合基层医院抢救危重症患者时的血流动力学监测。因此,本研究采用回顾性队列研究方法,通过分析应用 APCO 监测的重症患者血流动力学变化,探讨依据 APCO 监测容量反应指标指导临床实施液体管理的意义。

1 资料和方法

1.1 研究对象:选择 2012 年 6 月 1 日至 2013 年 12 月 31 日收入吉林大学第一医院重症监护病房(ICU)的重症患者,应用 APCO 的指征:①急性生理学与慢性健康状况评分系统 II (APACHE II) ≥ 15 分;②心率 > 100 次/min;③临床医生无法准确判断患者的前负荷情况和心功能状态。

排除标准:①年龄 < 18 岁;②妊娠期;③无法行动脉压监测置管者。

最终 68 例患者入选,其中男性 38 例,女性 30 例;年龄 19 ~ 90 岁,平均(55.60 ± 19.48)岁;APACHE II 评分(23.22 ± 6.31)分。入 ICU 的主要病因:外科术后呼吸衰竭 27 例,休克 25 例,多发伤 6 例,药物中毒 5 例,慢性阻塞性肺疾病急性加重期(AECOPD) 5 例,心搏骤停后综合征 6 例。

本研究符合医学伦理学标准,经医院伦理委员

会批准,得到患者或家属的知情同意。

1.2 液体管理策略:联合应用 SVV 和被动抬腿试验(PLR)对患者进行液体管理。

SVV 应用条件:①无自主呼吸的机械通气模式(CMV);②潮气量 ≥ 8 mL/kg;③心律齐。SVV 的液体管理策略:若 SVV $> 13\%$ 和 SV 下降,考虑心率增快可能由于容量不足所致,应继续给予补液;若 SVV $< 13\%$ 和 SV 下降,考虑心率增快可能由于心肌收缩力下降所致,给予强心、扩血管等治疗。

当出现小潮气量、自主呼吸、心律失常等无法应用 SVV 时,采用 PLR 的液体管理策略:上身抬高 45° 测量 SV 值;抬高下肢 45° 保持 4 min,再测量 SV。如果 SV 增加 $\geq 10\%$ 提示 PLR 阳性,可给予液体治疗;若 SV 增加 $< 10\%$ 提示 PLR 阴性,应慎重补液。

1.3 观察指标:记录应用液体管理策略前后不同时间点患者的心率、血乳酸、SVV、中心静脉压(CVP),以及治疗效果。临床判定标准:当心率下降和(或)SV 增加 $\geq 10\%$,同时伴有血乳酸和 SVV 下降判定为有效,不符合上述标准则判定为无效。

1.4 统计学处理:采用 SPSS 17.0 统计软件,计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验;计数资料比较采用 χ^2 检验; $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 液体管理策略实施前患者的容量反应:CVP > 12 cmH₂O (1 cmH₂O = 0.098 kPa) 40 例, 5 ~ 12 cmH₂O 16 例, < 5 cmH₂O 12 例,提示前负荷正常者占 58.8% (40/80);SVV $> 13\%$ 35 例, $< 13\%$ 9 例,PLR 阳性 18 例,PLR 阴性 6 例,提示前负荷不足者(SVV $> 13\%$ 和 PLR 阳性)占 77.9% (53/68)。

2.2 液体管理策略实施后有效组和无效组一般情况比较(表 1):液体管理策略实施 4 h,有效 49 例,

无效 19 例,有效率为 72.06%(49/68);有效组与无效组的 APACHE II 评分比较差异无统计学意义($t=1.388, P=0.170$)。液体管理策略实施 12 h,有效 56 例,无效 12 例,有效率为 82.35%(56/68),有效组与无效组的 APACHE II 评分比较差异无统计学意义($t=1.302, P=0.197$)。

表 1 液体管理策略实施 4 h、12 h 时有效组和无效组重症患者 APACHE II 评分比较($\bar{x} \pm s$)

组别	实施 4 h		实施 12 h	
	例数(例)	APACHE II 评分(分)	例数(例)	APACHE II 评分(分)
有效组	49	23.88 ± 6.28	56	23.68 ± 6.09
无效组	19	21.53 ± 6.23	12	21.08 ± 7.14

注:APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分系统 II

2.3 有效组和无效组液体管理策略实施前后心率、SVV、血乳酸、CVP 的变化(表 2~3):液体管理策略实施 4 h 和 12 h 时,有效组心率、SVV、血乳酸均较实施前显著降低($P<0.05$ 或 $P<0.01$),无效组上述指标实施后较实施前无显著改变(均 $P>0.05$)。另外,CVP 仅在有效组实施 12 h 时较实施前显著升高($P<0.05$)。

3 讨论

在 ICU 外科术后、休克、创伤等重症患者抢救过程中,血流动力学监测是必不可少的措施之一,早期应用血流动力学最优化的液体治疗策略能降低感染性休克患者的病死率及多器官功能障碍综合征(MODS)的发生率^[6]。更有学者指出,对血流动力学的研究已经突破了传统监测的内涵而成为血流动力学治疗,并影响危重症患者的预后^[7]。临床常常需要通过监测心脏前负荷指标来判断重症患者的容量反应状态,进而指导液体管理与治疗,从而避免盲目补液^[8]。以往临床常用的静态前负荷指标主要有 CVP、肺动脉楔压(PAWP),尤其 CVP 监测是基层医院临

床常用的评估患者血容量的方法,在休克早期目标导向治疗液体管理策略中占有重要的地位^[9]。但这些指标主要是通过压力间接评价容量状态的,对容量的判断容易受到胸腔内压力、瓣膜反流、心脏及血管顺应性等因素的影响,因此使容量负荷判断的准确性下降^[10-11]。近年来已有研究表明,CVP 和 PAWP 并不能准确评价前负荷和预测液体反应性^[12-14]。而随着微创血流动力学监测技术的发展,通过心肺相互作用的机制来评价患者容量状态和预测液体反应性的动态前负荷指标越来越受到临床关注。

Vigileo 监护仪是由美国爱德华生命科学公司研制的微创血流动力学监测系统,其中 SVV 是一项能预测重症患者液体反应性的重要前负荷指标^[15],其预测容量反应性的主要依据是在机械通气患者一个呼吸周期中,吸气时 SV 增加,呼气时 SV 下降,从而计算出 SVV,SVV>13%提示可能存在容量不足,SVV<13%则提示容量充足。目前相关研究认为,SVV 是对前负荷变化反应敏感的重要指标之一,与其他传统监测指标如心率、平均动脉压(MAP)、CVP、PAWP 等相比,能更早、更准确地反映患者前负荷的变化情况^[16]。PLR 能精确预测危重症患者的容量反应性,特别是当患者有自主呼吸时,可以指导临床液体治疗^[17]。在抬腿过程中,患者下半身的血液(300~500 mL)回到心脏,相当于给患者快速输液,而当下肢平放后使增加的前负荷恢复正常,避免了容量过负荷造成的不良后果^[18]。Meta 分析表明,Vigileo/FloTrac 与脉搏指示连续心排量(PiCCO)监测在判断 CO 方面无明显差异,可实时监测 PLR 后 CO 或 SV 的变化^[19]。本研究中的重症患者在液体管理策略实施前均存在心率增快,临床医生不能准确判断患者前负荷情况和心功能状态。同时,本组患者中依据传统反映心脏前负荷指标 CVP 测量结果提

表 2 液体管理策略实施 4 h 有效组和无效组重症患者实施前后心率、SVV、血乳酸、CVP 水平的变化($\bar{x} \pm s$)

组别	例数(例)	心率(次/min)		SVV(%)		血乳酸(mmol/L)		CVP(cmH ₂ O)	
		实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
有效组	49	129.55 ± 15.49	112.45 ± 13.53 ^a	21.20 ± 7.40	15.47 ± 6.32 ^a	6.21 ± 4.11	4.16 ± 3.12 ^a	11.47 ± 5.03	13.20 ± 5.27
无效组	19	125.79 ± 11.58	119.53 ± 11.68	18.47 ± 4.96	16.95 ± 6.48	6.54 ± 3.72	5.55 ± 3.80	12.53 ± 4.82	15.26 ± 5.75

注:SVV 为每搏量变异度,CVP 为中心静脉压;1 cmH₂O=0.098 kPa;与本组实施前比较,^a $P<0.05$

表 3 液体管理策略实施 12 h 有效组和无效组重症患者实施前后心率、SVV、血乳酸、CVP 水平的变化($\bar{x} \pm s$)

组别	例数(例)	心率(次/min)		SVV(%)		血乳酸(mmol/L)		CVP(cmH ₂ O)	
		实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后	实施前	实施后
有效组	56	129.61 ± 14.93	110.02 ± 13.92 ^a	20.66 ± 7.40	14.61 ± 5.52 ^a	6.11 ± 4.02	3.35 ± 2.26 ^b	11.27 ± 4.97	12.88 ± 3.38 ^b
无效组	12	123.40 ± 11.59	115.92 ± 11.71	19.42 ± 8.25	17.17 ± 6.09	7.21 ± 3.81	6.33 ± 3.40	14.08 ± 4.40	13.83 ± 2.98

注:SVV 为每搏量变异度,CVP 为中心静脉压;1 cmH₂O=0.098 kPa;与本组实施前比较,^a $P<0.01$,^b $P<0.05$

示前负荷正常者占 58.8%,但应用 SVV 和 PLR 的检测结果却提示对液体治疗有反应或前负荷不足者占 77.9%, 这些数据反映出单纯依靠 CVP 检测结果来判断重症患者个体的前负荷状态可能存在严重偏差, 临床需要依据更好的容量反应指标来准确判断血容量, 从而指导液体管理。

本研究依据 SVV 和 PLR 容量反应指标检测结果判断患者血容量状态, 进而实施液体管理。在液体管理措施实施后, 治疗有效组和无效组之间反映病情危重程度的指标 APACHE II 评分比较差异无统计学意义。在液体管理策略实施 4 h 或 12 h 时, 有效组重症患者随着 SVV 的下降, 心率和血乳酸水平均明显改善, 而无效组则未见相应改变。由此推断, 这主要是由于补液后随着患者血容量逐渐增加, SV 也会增加, 导致 CO 增加和心率下降, 且伴随着血乳酸下降, 患者微循环状态得以改善, 同时随着血容量变得充足, SVV 也逐渐下降^[20], 而当 SVV 接近临界值时(13%), 应注意补液量和速度。本研究采用 APCO 监测患者血流动力学指标, 联合 SVV 和 PLR 指导重症患者的液体管理, 结果显示, 在治疗 4 h 和 12 h 时的有效率可达 72.06% 和 82.35%, 提示 PAOP 监测的 SVV 是一个能很好代表容量反应性的指标, 可以作为临床实施液体管理的一个重要参考依据。

Vigileo 微创血流动力学监测的优势: ① 微创安全: 只需连接外周动脉(如桡动脉)在监测血压的同时即可实现, 创伤性极小。② 简单快捷: 在抢救重症患者时短时间内可快速确认压力波形, 经调零后即可监测, 与肺动脉漂浮导管等有创血流动力学监测技术相比操作简单^[21]。但在实施过程中需注意其使用适应证或局限性, 若患者存在心律失常、自主呼吸和小潮气量时可能导致测量结果不准确而不能从中受益^[22]。此外, 目前可能还存在一些影响 SVV 结果的未知因素, 在临床应用中需注意结合其他血流动力学指标综合判断危重患者的容量反应性^[23-24]。

参考文献

- [1] Mayer J, Boldt J, Wolf MW, et al. Cardiac output derived from arterial pressure waveform analysis in patients undergoing cardiac surgery: validity of a second generation device [J]. *Anesth Analg*, 2008, 106(3): 867-872.
- [2] Prasser C, Trabold B, Schwab A, et al. Evaluation of an improved algorithm for arterial pressure-based cardiac output assessment without external calibration [J]. *Intensive Care Med*, 2007, 33(12): 2223-2225.
- [3] Vetrugno L, Costa MG, Spagnesi L, et al. Uncalibrated arterial pulse cardiac output measurements in patients with moderately abnormal

- left ventricular function [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2011, 25(1): 53-58.
- [4] Mutoh T, Ishikawa T, Kobayashi S, et al. Performance of Third-generation FloTrac/Vigileo system during hyperdynamic therapy for delayed cerebral ischemia after subarachnoid hemorrhage [J]. *Surg Neurol Int*, 2012, 3: 99.
- [5] 杜伯祥, 史宏伟, 宋杰, 等. 非体外循环冠状动脉旁路移植术患者 FloTrac-Vigileo 系统与肺动脉导管技术监测心指数的一致性 [J]. *中华麻醉学杂志*, 2011, 31(8): 958-960.
- [6] 王爱田, 刘芳, 朱曦, 等. 优化的液体治疗策略对感染性休克患者预后影响的系统评价 [J]. *中国危重病急救医学*, 2012, 24(1): 13-17.
- [7] 刘大为. 血流动力学从监测走向治疗 [J]. *中国危重病急救医学*, 2012, 24(1): 1-3.
- [8] 中华医学会重症医学分会. 低血容量休克复苏指南(2007) [J]. *中国危重病急救医学*, 2008, 20(3): 129-134.
- [9] 张艳芳, 李琼芬, 陈磊, 等. 早期目标导向治疗的液体管理策略对休克患者预后的影响 [J]. *中国危重病急救医学*, 2012, 24(8): 478-481.
- [10] 吴绘, 马铁柱, 孙世中, 等. PiCCO 监测在神经源性肺水肿患者中的应用研究 [J]. *中华危重病急救医学*, 2013, 25(1): 52-55.
- [11] 王澄, 张晓鑫. 血管外肺水和胸腔内血容量参数的监测及临床意义 [J]. *中华危重病急救医学*, 2013, 25(5): 319-320.
- [12] Osman D, Ridel 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.
- [13] Marik PE, Cavallazzi R. Does the central venous pressure predict fluid responsiveness? An updated meta-analysis and a plea for some common sense [J]. *Crit Care Med*, 2013, 41(7): 1774-1781.
- [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.
- [15] Lahner D, Kabon B, Marschalek C, et al. Evaluation of stroke volume variation obtained by arterial pulse contour analysis to predict fluid responsiveness intraoperatively [J]. *Br J Anaesth*, 2009, 103(3): 346-351.
- [16] Michard F. Changes in arterial pressure during mechanical ventilation [J]. *Anesthesiology*, 2005, 103(2): 419-428.
- [17] 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.
- [18] 张宏民, 刘大为, 王小亭, 等. 肱动脉峰流速结合被动抬腿试验判断容量反应性 [J]. *中华医学杂志*, 2013, 93(3): 195-199.
- [19] Cavallaro F, Sandroni C, Marano C, et al. Diagnostic accuracy of passive leg raising for prediction of fluid responsiveness in adults: systematic review and meta-analysis of clinical studies [J]. *Intensive Care Med*, 2010, 36(9): 1475-1483.
- [20] 李季, 陈萍. APCO 在围术期液体治疗反应性中的研究进展 [J]. *安徽医药*, 2012, 16(10): 1399-1401.
- [21] 胡建, 鲍红光. FloTrac/Vigileo 系统围手术期血流动力学监测的应用进展 [J]. *山西医药杂志*, 2013, 42(7): 404-407.
- [22] Lansdorp B, Lemson J, van Putten MJ, et al. Dynamic indices do not predict volume responsiveness in routine clinical practice [J]. *Br J Anaesth*, 2012, 108(3): 395-401.
- [23] 陆珠凤, 葛圣金, 薛张纲, 等. 不同体位时 FloTrac/Vigileo 系统的临床应用分析 [J]. *上海医学*, 2013, 36(2): 173-175.
- [24] 王洪亮, 刘海涛, 于凯江. 被动抬腿试验联合微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.

(收稿日期: 2014-01-05)

(本文编辑: 李银平)