

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2019.15.021

文章编号: 1005-8982 (2019) 15-0102-06

经食管超声心动描计术引导下目标导向液体治疗 在肺叶切除术中的应用

白晓蕾¹, 解雅英², 都义日², 赵益樊³

(1. 内蒙古妇幼保健院 麻醉科, 内蒙古 呼和浩特 010050; 2. 内蒙古医科大学附属医院 麻醉科, 内蒙古 呼和浩特 010050; 3. 鄂尔多斯市疾病预防控制中心, 内蒙古 鄂尔多斯 017020)

摘要:目的 观察胸腔镜下左肺下叶切除术中应用经食管超声心动描计术(TEE)监测对改善患者血流动力学的临床效应及预后。**方法** 择期行胸腔镜下左肺下叶切除术患者40例。随机分为限制性输液组(C组, $n=20$)和TEE引导液体输入组(E组, $n=20$)。E组在TEE监测下的管理目标:左室射血时间(LVET)控制在350~400 ms、每搏量(SV)上升<10%。记录两组患者诱导即刻(T_1)、切皮(T_2)、单肺通气(T_3)、关胸(T_4)、术毕(T_5)时的血流动力学变化, T_1 和 T_5 时间点氧输送指数(DO_2I)、氧消耗指数(VO_2I)、乳酸(Lac)及液体量、尿量、失血量及术中血管活性药物情况。**结果** E组输液量和尿量均高于C组($P<0.05$);E组麻黄素和去氧肾上腺素用量均少于C组($P<0.05$)。两组患者不同时间点平均动脉压(MAP)、心率(HR)有差异($P<0.05$);组间比较HR有差异,E组HR低于C组($P<0.05$),相对血流动力学更加稳定。在 T_5 时E组 DO_2I 、 VO_2I 高于C组,Lac低于C组($P<0.05$)。E组 T_5 时 DO_2I 、 VO_2I 高于 T_1 时,Lac低于 T_1 时($P<0.05$);C组 T_5 时 VO_2I 高于 T_1 时,Lac低于 T_1 时($P<0.05$)。**结论** TEE引导下的目标导向液体治疗肺叶切除术的患者可以获得较满意的容量状态,有助于改善患者的术后转归,减少术后并发症发生率。

关键词: 肺叶切除术; 超声心动图; 目标导向液体治疗

中图分类号: R655.3

文献标识码: A

Application of goal-directed fluid therapy directed by transesophageal echocardiography in patients undergoing lobectomy

Xiao-lei Bai¹, Ya-ying Xie², Yi-ri Du², Yi-fan Zhao³

(1. Department of Anesthesiology, Inner Mongolia Maternity and Child Health Care Hospital, Huhehot, Inner Mongolia 010050, China; 2. Department of Anesthesiology, The Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Huhehot, Inner Mongolia 010050, China; 3. Ordos City Center for Disease Control and Prevention, Ordos, Inner Mongolia 017020, China)

Abstract: Objective To observe the clinical effect and prognosis of transesophageal echocardiography (TEE) in improving the hemodynamics of patients under thoracoscopic lobectomy. **Methods** Fifty patients underwent thoracoscopic left lower lobectomy were randomly divided into the fluid restriction group (C group, $n=20$) and TEE group (E group, $n=20$). C group used restrictive fluid infusion; Group E used TEE to guide the fluid input. The management objective was to control the left ventricular ejection time (LVET) at 350 to 400 ms and the stroke volume (Stroke volume, SV) increased by < 10% under TEE. The hemodynamic changes, T_1 and T_5 time points DO_2I ,

收稿日期: 2018-12-20

[通信作者] 解雅英, E-mail: xyy7156@qq.com

VO₂I, Lac and fluid volume, urine volume, blood loss and intraoperative use of vasoactive drugs at immediate induction time (T₁), cut time (T₂), single lung ventilation time (T₃), chest closing time (T₄), and surgery finishing time (T₅) were recorded. **Results** Infusion volume and urine volume in group E were higher than those in group C ($P < 0.05$). The dosage of Ephedrine and Deoxyepinephrine in group E was lower than that in group C ($P < 0.05$). There were differences in MAP and HR between the two groups at time points of T₂-T₅ ($P < 0.05$). There were differences in HR between groups, HR in group E was lower than that in group C ($P < 0.05$), and the relative hemodynamics was more stable. At T₅ time point, DO₂I and VO₂I in group E were higher than those in group C, and Lac was lower than those in group C ($P < 0.05$). DO₂I and VO₂I at T₅ time point in group E were higher than those at T₁ time point, and Lac was lower than those at T₁ time point ($P < 0.05$). In group C, VO₂I at T₅ time point was higher than that at T₁ time point, and Lac was lower than that at T₁ time point ($P < 0.05$). **Conclusions** TEE-guided target-directed fluid therapy can achieve a satisfactory volume status in patients undergoing lobectomy, which can improve the patient's postoperative outcome and reduce the incidence of postoperative complications.

Keywords: pulmonary lobectomy; echocardiography; target-directed fluid therapy

胸腔镜下肺叶切除术是治疗肺癌的有效方法,但是手术时间长,对肺部组织血管影响大,易引起肺水肿。因此,对患者围术期的容量管理至关重要。目前,用于胸科手术中的液体治疗方案主要有限制性输液,常规输液及目标导向液体治疗(goal-directed fluid therapy, GDFT),其利弊备受争议^[1]。GDFT主要是根据各种监测指标测得的数据指导患者围术期补液的方法。具有靶向性、个体化、精准的特点。经食管超声心动描记术(transesophageal echocardiography, TEE)是目前GDFT常用方法之一,由其监测获得的纠正左室射血时间(corrected left ventricular ejection time, LVET)不受患者的性别、年龄、血压等因素的影响^[2],并且准确性较高^[3]。加速康复外科(enhanced recovery after surgery, ERAS)中支持使用GDFT^[4]。而有研究表明,限制性输液也可减少胸科手术患者术后并发症和缩短住院时间^[5]。近期,有学者将限制性输液与GDFT用于腹部手术患者进行比较,结果表明两组之间无差异^[6-7]。但是,目前没有研究将两者应用于胸科手术中进行比较,因此本实验的目的是将TEE指导的GDFT与限制性输液进行比较,观察前者对肺叶切除术患者血流动力学、组织灌注及氧合、术后并发症及住院时间的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2015年12月—2016年10月早期非小细胞肺癌(T₁N₀M₀)患者40例,择期行胸腔镜下左肺下叶切除术。年龄40~65岁,男女不限,美国标准协会(American standards association, ASA)分级I、II级,无高血压、心律失常等心血管疾病,无肺炎、近期肺

部感染、慢性阻塞性肺疾病、肺不张等病史,无肝脏及肾脏疾病病史,其中合并有糖尿病2例,无TEE检查禁忌证。随机分为限制性输液组(C组, $n = 20$), TEE组(E组, $n = 20$)。本研究经本院医学伦理委员会批准,患者及家属均签署知情同意书。

1.2 麻醉方法

入室后监测心电图,脉搏氧饱和度,脑电双频谱指数(spectral index, BIS),局部麻醉下行桡动脉穿刺及颈内静脉穿刺,建立外周静脉通路。

1.2.1 麻醉诱导 长托宁(生产批号:H20020606,成都力斯特公司)1 mg、咪达唑仑(生产批号:H19990027,江苏恩华公司)0.05~0.20 mg/kg、舒芬太尼(批号:H20054171,宜昌人福公司)1 μg/kg、依托咪酯(生产批号:H20020511,江苏恩华公司)0.2 mg/kg和罗库溴铵(生产批号:H20093186,浙江仙璐公司)0.6 mg/kg进行麻醉诱导,气管内插双腔管,用帝视内镜定位后机械通气,潮气量设定为8~10 ml/kg,呼吸频率12次/min、吸呼比1:2。同时T组经口置入食道超声心动图探头(美国GE公司),术中静脉持续泵注异丙酚[生产批号:H20130504, Corden Pharma S.P.A.(意大利)]和瑞芬太尼(生产批号:H20030197,宜昌人福公司)使BIS值维持在40~60,呼气末二氧化碳分压(end-tidal pressure carbon dioxide, PETCO₂)维持在35~45 mmHg。手术结束后,待患者清醒、自主呼吸恢复,符合拔管指征后拔出双腔气管导管。

1.2.2 容量管理 两组患者麻醉诱导后均输入5 ml/kg晶体液(乳酸钠林格液),术中以最大速度为5 ml/(kg·h)维持,术后按0.5 ml/(kg·h)的速度输入晶体液。

C 组：采用 RAHBARI 等^[8]的限制性补液方案。术中维持平均动脉压（mean aortic pressure, MAP）、心率（heart rate, HR）变化范围在基础值 $\pm 20\%$ 。当 MAP < 60 mmHg 或动脉收缩压（arterial systolic pressure, SAP）< 90 mmHg 或小于基础值的 20% 时，则给予麻黄素 5 mg；若同时 HR > 90 次/min 或大于基础值的 20% 时，则给予去氧肾上腺素 0.02 mg。当 SAP 升高大于基础值 20%，则静脉注射乌拉地尔 10 mg。术中失血量以万汶（羟乙淀粉 130/0.4 氯化钠注射液）代替。

E 组：按照魏巍^[9]研究的方法，通过 TEE 间断监测患者纠正 LVET 和每搏量（stroke volume, SV），根据这两项指标结果指导液体输入。LVET < 0.35 s 时，患者处于低血容量状态，在 5 ~ 10 min 内给予 3 ml/kg 的胶体溶液（万汶）进行液体冲击。如果 SV 不变或者增加，而 LVET < 0.35 s，则继续给予液体冲击；如果 SV 上升超过 10%，但 LVET > 0.35 s，则继续给予液体冲击直到 SV 不再增加；如果 LVET 大于 0.4 s，则不再给予液体，直至 LVET 和 SV 下降 10%。

1.2.3 监测方法 使用 GE Vivid E9 超声仪器，选择 TEE 探头。将探头经口放置于胃底部，调整位置并固定。选择二维和多普勒模式，取左室长轴观和心尖五腔观，采集并测量收缩期主动脉瓣瓣环内径（D）（见图 1）及收缩期主动脉血流流速积分（VTI）（见图 2），通过公式 $SV = \pi (D/2)^2 \times VTI$ 获得 SV。取胃深部长轴切面，通过多普勒超声技术描记主动脉瓣以上 2 cm 处血流测量脉冲多普勒（PW）或连续多普勒（CW），即可通过多普勒血流波形测量左室射血时间（left

ventricular ejection time, LVET），见图 3，同时记录患者即时 HR，通过 Bazett 方程（ $LVET = LVET \times HR/60$ ）获得 LVET。

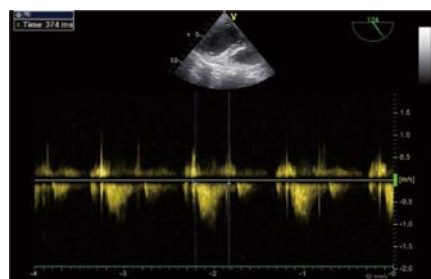


图 3 多普勒血流波形测量左室射血时间

1.2.4 观察指标 记录两组患者诱导即刻（ T_1 ）、切皮（ T_2 ）、单肺通气（ T_3 ）、关胸（ T_4 ）、术毕（ T_5 ）时的 HR、MAP、SAP、动脉舒张压（arterial diastolic pressure, DAP）并记录晶体与胶体液总量、尿量、失血量及术中使用血管活性药物情况。记录两组患者 T_1 和 T_5 时氧输送指数（ DO_2I ）、氧消耗指数（ VO_2I ）和乳酸（Lac）。记录术后心血管并发症、肺部并发症、恶心呕吐、高热、伤口愈合不良等并发症以及住院时间。

1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 20.0 统计软件，应用频数、百分比对一般资料进行描述，满足正态分布的计量资料以均数 \pm 标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示；比较采用单因素方差分析，不同时间点比较采用重复测量设计的方差分析；计数资料比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况比较

2.1.1 基本情况比较 两组患者的性别构成、年龄、体重、ASA 分级等一般资料比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）；手术时间、麻醉时间、单肺通气时间、失血量、住院时间及术后并发症等资料比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。见表 1。

2.1.2 两组患者尿量、输液量及术中血管活性药物使用情况比较 E 组与 C 组尿量和输液量比较，采用单因素方差分析，差异有统计学意义（ $F = 199.177$ 和 9.600 ， $P = 0.000$ 和 0.005 ），E 组尿量和输液量均高于 C 组。E 组与 C 组麻黄素和去氧肾上腺素用量比较，采用单因素方差分析，差异有统计学意义（ $F = 1297.905$ 和 1026.219 ，均 $P = 0.000$ ），E 组用量少于 C 组。见表 1。



图 1 采集并测量收缩期主动脉瓣瓣环内径

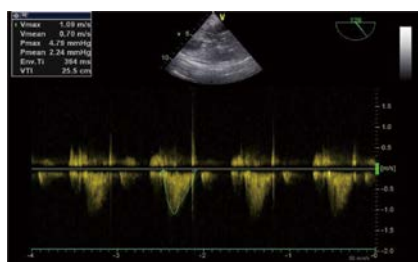


图 2 采集并测量收缩期主动脉血流流速积分

表 1 两组患者一般情况 (n=20)

组别	女/男/例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	体重/(kg, $\bar{x} \pm s$)	ASA 分级(I/II)/例	手术时间/(min, $\bar{x} \pm s$)	麻醉时间/(min, $\bar{x} \pm s$)	单肺通气时间/(min, $\bar{x} \pm s$)
C 组	8/12	60.10 ± 3.10	73.05 ± 5.23	10/10	195.7 ± 61.50	210.3 ± 60.44	184.6 ± 1.94
E 组	8/12	59.75 ± 3.83	69.64 ± 9.77	12/8	216.80 ± 85.75	235 ± 87.33	199.95 ± 84.22
$\chi^2/F/Z$ 值	0.000	5.113	6.561	0.404	3.714	4.184	3.094
P 值	1.000	0.723	0.124	0.525	0.377	0.306	0.515

组别	失血量/(ml, $\bar{x} \pm s$)	尿量/(ml, $\bar{x} \pm s$)	输液量/(ml, $\bar{x} \pm s$)	麻黄素用量/(mg, $\bar{x} \pm s$)	去氧肾上腺素用量/(mg, $\bar{x} \pm s$)
C 组	222.85 ± 77.41	237.45 ± 30.96	1 401.00 ± 169.13	20.30 ± 1.78	0.18 ± 0.01
E 组	221.45 ± 12.70	707.15 ± 145.58	1 862.50 ± 643.98	5.4 ± 0.50	0.04 ± 0.01
F 值	6.773	199.177	9.600	1 297.905	1 026.219
P 值	0.937	0.000	0.005	0.000	0.000

组别	住院时间/(d, $\bar{x} \pm s$)	术后并发症/例						
		术后高血压	术后低血压	心律失常	恶心呕吐	高热	伤口愈合不良	肺部感染
C 组	9.2 ± 1.06	2	1	2	5	4	0	2
E 组	9.05 ± 0.69	1	1	0	2	2	0	1
F/ χ^2 值	-0.245	-	-	-	-	-	-	-
P 值	0.807	1.000 [†]	1.000 [†]	0.487 [†]	0.407 [†]	0.661 [†]	1.000 [†]	1.000 [†]

注: † 采用 Fisher 确切概率法

2.2 血流动力学比较

两组患者在不同时间点的 MAP、HR 比较, 采用重复测量设计的方差分析, 结果: ①不同时间点的 MAP、HR 有差异 ($F=1130.472$ 、 7.566 , 均 $P=0.000$); ②两组间 MAP、HR 有差异 ($F=1.840$ 、 23.140 , 均 $P=0.000$), E 组与 C 组比较, HR 比较低, 相对血流动力学更加稳定; ③两组患者 MAP、HR 的变化趋势无差异 ($F=0.566$ 、 1.406 , $P=0.605$ 和 0.245), 见表 2。

2.3 实验室检查结果比较

两组患者在 T_1 时 DO_2I 、 VO_2I 、Lac 比较, 差异无

统计学意义 ($t=1.223$ 、 -1.177 和 -1.788 和 $P=0.229$ 、 0.247 和 0.083)。两组患者在 T_5 时 DO_2I 、 VO_2I 、Lac 比较, 差异有统计学意义 ($t=2.252$ 、 10.033 和 -6.748 和 $P=0.030$ 、 0.000 和 0.000), E 组高于 C 组。

E 组患者 T_5 与 T_1 时 DO_2I 、 VO_2I 、Lac 比较, 差异有统计学意义 ($t=-11.103$ 、 -29.251 和 9.425 , 均 $P=0.000$), 与 T_1 时比较, T_5 时 DO_2I 、 VO_2I 升高, Lac 降低。C 组患者 T_5 与 T_1 时 VO_2I 、Lac 比较, 差异有统计学意义 ($t=-4.036$ 、 8.458 和 $P=0.001$ 、 0.000), T_5 时 VO_2I 升高, Lac 降低, 而 DO_2I 差异无统计学意义 ($t=-1.480$

表 2 两组患者不同时点 HR、MAP 的比较 (n=20, $\bar{x} \pm s$)

组别	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
E 组					
HR/(次/min)	74.20 ± 9.03	65.70 ± 6.76 ¹⁾	68.00 ± 9.10 ¹⁾	75.65 ± 7.98	74.40 ± 6.56
MAP/mmHg	71.65 ± 0.81	74.61 ± 0.82 ¹⁾	79.40 ± 0.97 ¹⁾	82.98 ± 0.64 ¹⁾	90.57 ± 0.98 ¹⁾
C 组					
HR/(次/min)	75.00 ± 6.36	73.68 ± 15.25 ²⁾	77.15 ± 13.10 ²⁾	85.70 ± 17.51 ¹⁾²⁾	85.70 ± 13.31 ¹⁾²⁾
MAP/mmHg	70.99 ± 2.05	74.54 ± 1.57 ¹⁾	79.28 ± 2.22 ¹⁾	82.69 ± 1.11 ¹⁾	89.76 ± 1.53 ¹⁾

注: 1) 与 T_1 比较, $P<0.05$; 2) 与 E 组比较, $P<0.05$

和 $P=0.155$)。见表 3。

表 3 两组患者 T_1 、 T_5 时间点 DO_2I 、 VO_2I 、 Lac 的比较
($n=20$, $\bar{x} \pm s$)

组别	T_1	T_5
E 组		
DO_2I [ml/(min·m ²)]	529.90 ± 14.41	573.65 ± 14.18 ¹⁾
VO_2I [ml/(min·m ²)]	112.30 ± 5.71	152.05 ± 7.45 ¹⁾
Lac/(mmol/L)	2.57 ± 0.65	0.78 ± 0.41 ¹⁾
C 组		
DO_2I [ml/(min·m ²)]	523.40 ± 18.90	543.30 ± 58.58 ²⁾
VO_2I [ml/(min·m ²)]	114.95 ± 9.45	125.05 ± 9.45 ¹⁾²⁾
Lac/(mmol/L)	3.05 ± 1.02	2.34 ± 0.95 ¹⁾²⁾

注: 1) 与同组 T_1 比较, $P < 0.05$; 2) 与 E 组比较, $P < 0.05$

3 讨论

胸外科手术的术中容量管理, 一直以来备受争议, 主要是因为手术和患者本身具有肺水肿的高发因素。有学者提出肺叶切除术后发生肺水肿与液体超负荷有着密切关系^[10-12]。另一部分学者则认为, 患者术前禁饮禁食、术中出血和体液蒸发, 常使患者处于低血容量状态, 而术中限制液体输入可能会加重血容量不足^[13]。GDFT 主要指通过不同的容量监测仪器以及监测指标判断患者循环血容量状况, 并据此指导补液, 既可以避免术中循环血容量不足, 又能防止因补液过多引起的相关并发症, 因此能够降低围术期死亡率^[14]。

近年来, ERAS 涉及到各个区域的手术, 效果甚佳, 明显的加快患者的康复, 缩短手术后住院日。ERAS 中纳入术中及术后补液方案, 该方案已被确定为成功实施 ERAS 的关键组成部分^[15]。在 ERAS 中应用不同的液体治疗方案。HOLTE 等^[16]发现限制性液体治疗组具有增加术后并发症的趋势, 因此建议进一步研究观察 GDFT 方案对于优化液体治疗的作用。ZAKHALEVA 等^[17]将 TEE 指导的 GDFT 与常规输液在 91 例患者中比较进行比较, 结果发现 GDFT 组术后并发症发生率较少 (22% : 49%)。但是, 也有研究认为, GDFT 与限制性输液比较, 并无差异^[7, 18]。

本实验两组患者均为同一组外科医师和麻醉医师, 组间比较一般情况无差异, 具有可比性。TEE 在监测血流动力学、心脏结构与功能等方面具有重要的指导价值和参考意义。麻醉医师通过 TEE 实时监测, 能够较为全面的获得患者心血管系统的信息, 从而评

估患者循环容量状态, 进而指导容量治疗策略。随着人们对 TEE 的不断深入研究, TEE 测得的血流动力学指标将有可能取代肺动脉漂浮导管, 成为指导液体治疗的“金标准”。因此, 本实验以 TEE 指导 GDFT, 以常规参数 HR、MAP、SAP、DAP 为基础, 调控 SV 及 LVET 介于 350 ~ 400 ms 作为参考, 指导胸腔镜下左肺下叶切除术患者的容量管理, 保证组织有效灌注同时避免补液过多导致组织水肿。

本研究中, MAP < 65 mmHg、SAP < 90 mmHg 以麻醉诱导即刻、切皮时点比例最高, 提示患者在术前存在不同程度的容量不足, 另外, 由于麻醉药品抑制心血管系统导致血管扩张, 回心血量降低, 与此同时容量尚未补足, 从而进一步导致低血压的发生。与 C 比较, E 组 HR 于 $T_2 \sim T_5$ 时均较低, 而 MAP 与之相比无差异, 可能与 C 组在术中使用血管活性药物麻黄素和去氧肾上腺素的用量较多有关, 麻黄素对 α 和 β 肾上腺素受体均有激动作用, 使心肌收缩力增强, 除升高血压的作用外还能使心率加快。另外, 去氧肾上腺素通过激动 α 肾上腺素受体并刺激迷走神经使血压升高, 心率减慢。因此可以提示基于 TEE 指导的 GDFT 可及时评估容量状态, 结合患者术中情况做出准确判断, 使患者循环血容量得到及时补充, 保证血流动力学平稳, 与石屹崑等^[19]的研究结果一致。

DO_2I 、 VO_2I 是反映组织灌注及氧含量的重要生理指标。 DO_2I 能反映机体循环能力; VO_2I 能反映组织吸收氧量。Lac 是反映全身性组织灌注的监测指标^[20]。本研究结果显示, E 组与 C 组比较, DO_2I 和 VO_2I 升高, 而 Lac 水平降低, 说明经过 TEE 指导的液体治疗较限制性输液更能改善组织灌注, 从尿量也能看出, E 组更能改善微循环, 减少术中乳酸生成, 这与刘娜等^[21]的研究结果一致。而在住院时间和术后并发症方面, 两组并无差异, 只是 E 组与 C 组相比均有减少的趋势, 可能与样本量较少, 观察指标较局限有关, 因此无法充分体现 TEE 指导的 GDFT 的优势。

大样本荟萃分析发现, 限制性输液或 GDFT 均可有效降低患者术后并发症的发生率, 缩短住院时间^[22]。有研究报道, GDFT 能够维持围术期循环稳定, 缩短住院时间, 减少术后并发症, 从而改善预后^[23], 这与本实验的研究结果一致。

综上所述, 以 SV、LVET 为目标导向指导液体治疗, 与限制性输液相比, 可维持血流动力学稳定, 保证组织器官灌注, 改善氧供需平衡, 降低 Lac 含量, 从而改善

微循环, 对术后并发症无明显影响。本研究尚存不足之处, 如样本量不足, 观察指标有限, 仍有待进一步研究。

参 考 文 献:

- [1] National Institute for Health and Care Excellence (NICE). CardioQ-ODM oesophageal doppler monitor[EB/OL]. (2011-03-01) [2014-03-01]. <http://www.nice.org.uk/mtg3>.
- [2] 李津源. 目标导向液体治疗用于成人间活体肝移植供者肝右叶切除术(LDRH)的临床研究[D]. 天津: 天津医科大学, 2015.
- [3] REYDELLET L, BLASCO V, MERCIER M F, et al. Impact of a goal-directed therapy protocol on postoperative fluid balance in patients undergoing liver transplantation: a retrospective study[J]. *Ann Fr Anesth Reanim*, 2014, 33(4): e47-54.
- [4] GUSTAFSSON U O, SCOTT M J, SCHWENK W, et al. Guidelines for perioperative care in elective colonic surgery: enhanced recovery after surgery (ERAS) society recommendations[J]. *World J Surg*, 2013, 37(2): 259-284.
- [5] 李民, 李幼生, 李宁, 等. 加速康复外科与围手术期液体治疗[J]. *实用临床医药杂志*, 2007, 11(9): 4-6.
- [6] BRANDSTRUP B, TONNESEN H, BEIER-HOLGERSEN R, et al. Effects of intravenous fluid restriction on postoperative complications: comparison of two perioperative fluid regimens: a randomized assessor-blinded multicenter trial[J]. *Ann Surg*, 2003, 238(5): 641-648.
- [7] SRINIVASA S, TAYLOR M H G, SINGH P P, et al. Randomized clinical trial of goal-directed fluid therapy within an enhanced recovery protocol for elective colectomy[J]. *Br J Surg*, 2013, 100(1): 66-74.
- [8] RAHBARI N N, ZIMMERMANN J B, SCHMIDT T, et al. Meta-analysis of standard, restrictive and supplemental fluid administration in colorectal surgery[J]. *Br J Surg*, 2009, 96(4): 331-341.
- [9] 魏巍. 基于 Vigileo-Flotrac™ 的目标导向液体治疗对腹腔镜肠癌根治术患者预后的影响[D]. 广州: 广州中医药大学, 2014.
- [10] AGRAWAL N, KUMAR A, AGGARWAL P, et al. Sympathetic crashing acute pulmonary edema[J]. *Indian J Crit Care Med*, 2016, 20(12): 719-723.
- [11] BAIRD A. Acute pulmonary oedema - management in general practice[J]. *Aust Fam Physician*, 2010, 39(12): 910-914.
- [12] BAUER P. Post pneumonectomy pulmonary oedema revisited[J]. *Eur ResPir J*, 2000, 15(4): 629-630.
- [13] 刘宏武. 限制性输液对肺叶切除术患者围术期的影响[D]. 大连: 大连医科大学, 2010.
- [14] WU R R, WANG C Z, XUAN Z Y, et al. Research progress on perioperative goal-directed fluid therapy[J]. *Guide Chin Med*, 2012, 10(36): 56-57.
- [15] MULLER S, ZALUNARDO M P, HUBNER M, et al. A fast-track program reduces complications and length of hospital stay after open colonic surgery[J]. *Gastroenterology*, 2009, 136(3): 842-847.
- [16] HOLTE K, FOSS N B, ANDERSEN J, et al. Liberal or restrictive fluid administration in fast-track colonic surgery: a randomized, double-blind study[J]. *Br J Anaesth*, 2007, 99(4): 500-508.
- [17] ZAKHALEVA J, TAM J, DENOYA P I. The impact of intravenous fluid administration on complication rates in bowel surgery within an enhanced recovery protocol: a randomized controlled trial[J]. *Colorectal Dis*, 2013, 15(7): 892-899.
- [18] BRANDSTRUP B, SVENDSEN P E, RASMUSSEN M, et al. Which goal for fluid therapy during colorectal surgery is followed by the best outcome: near-maximal stroke volume or zero fluid balance[J]. *Br J Anaesth*, 2012, 109(2): 191-199.
- [19] 石屹崑. 经食管超声监测对肝移植术中容量管理的指导意义[D]. 天津: 天津医科大学, 2014.
- [20] 甄文俊, 佟宏峰, 吴良洪. 常温与低温体外循环对肾脏损伤的比较研究[J]. *中华实验外科杂志*, 1998, 15(2): 132-133.
- [21] 刘娜, 徐悦利, 李汝鸿, 等. 不同容量治疗方案对老年食管癌切除术患者血流动力学、血乳酸及氧供需平衡的影响[J]. *中国煤炭工业医学志*, 2015, 18(6): 966-970.
- [22] CORCORAN T, RHODES J E, CLARKE S, et al. Perioperative fluid management strategies in major surgery: a stratified meta-analysis[J]. *Anesth Analg*, 2012, 114(3): 640-651.
- [23] MILLER T E, ROCHE A M, MYTHEN M. Fluid management and goal-directed therapy as an adjunct to enhanced recovery after surgery (ERAS)[J]. *Can J Anaesth*, 2015, 62(2): 158-168.

(王荣兵 编辑)