

· 临床研究 ·

目标导向液体治疗下晶体液与胶体液输注对肝切除术患者组织灌注和术后恢复的影响

孟改革 方卫平 张雷 王继霜

【摘要】 目的 比较目标导向液体治疗下晶体液与胶体液在择期肝切除术中的应用价值。**方法** 选择择期全麻下行肝切除术患者 70 例,男 42 例,女 28 例,年龄 18~65 岁,ASA II 或 III 级,随机分为三组:常规液体治疗组(C 组, $n=24$)、目标导向胶体液组(G1 组, $n=23$)和目标导向晶体液组(G2 组, $n=23$)。C 组主要根据 MAP 进行术中液体管理,G1、G2 组桡动脉连接 Flotrac/Vigileo 系统监测每搏量变异度(SVV)和心脏指数(CI),术中以 MAP、SVV 和 CI 为指导行目标导向液体治疗。当 $SVV>13\%$,G1 组给予 250 ml 胶体液快速填充,G2 组则给予相同容量晶体液快速填充;当 $CI<2.5\text{ L}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ 则给予多巴酚丁胺 $2.0\sim10.0\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 持续泵注直至 $CI\geq2.5\text{ L}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ 。检测麻醉诱导前 5 min(T_1)、肝脏切除前 5 min(T_2)、肝脏切除后 5 min(T_3)和手术结束时(T_4)的中心静脉氧饱和度(ScvO_2)、乳酸(Lac)和血糖(Glu)浓度。记录手术时间、液体出入量及术中血管活性药物使用情况。记录排气时间、下床时间和术后住院时间,记录术前、术后肝肾功能指标及术后并发症发生情况。**结果** 与 C 组比较,G1 组晶体液、胶体液和总液体用量明显减少($P<0.05$),排气时间、下床时间、术后住院日明显缩短($P<0.05$), T_3 、 T_4 时 ScvO_2 明显升高,Glu 浓度明显降低, $T_2\sim T_4$ 时 Lac 浓度明显降低($P<0.05$),术后第 3、5 天 ALT 和 AST 浓度明显降低($P<0.05$)。与 G1 组比较,G2 组晶体液用量明显增加,恶心呕吐发生率明显升高($P<0.05$)。两组排气时间、下床时间、术后住院时间、肝肾功能差异无统计学意义。**结论** 肝切除术中运用目标导向液体治疗策略可能有助于改善微循环和组织氧合、保护肝功能、促进胃肠功能恢复、缩短术后住院时间。与晶体液比较,采用胶体液填充可以降低术后恶心呕吐发生率,而在组织灌注和术后恢复等方面未见明显差异。

【关键词】 目标导向液体治疗;每搏量变异度;晶体液;胶体液;肝切除术

Effects of goal-directed fluid therapy filled with crystalloids or colloids on the recovery of tissue perfusion and postoperative recovery in patients undergoing hepatectomy MENG Gaige, FANG Weiping, ZHANG Lei, WANG Jishuang. Department of Anesthesiology, the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, China

Corresponding author: FANG Weiping, Email: planner@vip.sina.com

【Abstract】 Objective To compare the difference between crystalloids and colloids under goal-directed fluid therapy (GDFT) in elective hepatectomy. **Methods** Seventy patients undergoing hepatectomy, 42 males and 28 females, aged 18-65 years, ASA physical status II or III, were included and randomly divided into three groups base on fluid treatment: conventional fluid therapy (group C, $n=24$), goal-directed fluid therapy filled with colloids (group G1, $n=23$) and goal-directed fluid therapy filled with crystalloids (group G2, $n=23$). Group C received conventional fluid therapy mainly based on MAP while group G1 and group G2 received goal-directed fluid therapy based on MAP, stroke volume variation (SVV) and cardiac index (CI), and the Flotrac/Vigileo system was used to obtain SVV and CI in group G1 and group G2. 250 ml colloids were administered if $SVV>13\%$ in group G1 while 250 ml crystalloids were administered in group G2. If $CI<2.5\text{ L}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$, dobutamine $2.0\sim10.0\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ was given until $CI\geq2.5\text{ L}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$. The ScvO_2 , Lac and Glu were tested at 5 min before anesthesia induction (T_1), 5 min before hepatectomy (T_2), 5 min after hepatectomy (T_3) and the end of operation (T_4). The duration of operation, fluid requirement, urinary output, bleeding volume, and the use of vasoactive agent were recorded. The exhaust time, ambulation time and postoperative hospital stay were recorded. Preoperative and postoperative liver and kidney function tests and postoperative complications were followed up. **Results** Compared with

group C, the total volume was lower, flatus time, ambulation time and postoperative hospital stay were shorter, ScvO_2 at T_3 and T_4 were higher, Lac at T_2 - T_4 were lower, Glu at T_3 and T_4 were lower, ALT and AST on the third day and the fifth day after surgery were lower in group G1 ($P < 0.05$). Compared with group G1, the amount of crystalloids was increased, the incidences of postoperative nausea and vomiting were significantly higher in group G2 ($P < 0.05$). There was no significant difference in flatus time, ambulation time and postoperative hospital stay between group G1 and group G2. **Conclusion** GDFT in hepatectomy probably improves the microcirculation and tissue oxygenation, protects liver function, promotes gastrointestinal function recovery and shortens postoperative hospital stay. GDFT using colloids bolus contribute to a much lower incidence of postoperative nausea and vomiting. There is no significant difference in tissue perfusion and postoperative recovery between colloids and crystalloids.

【Key words】 Goal-directed fluid therapy; Stroke volume variation; Crystalloids; Colloids; Hepatectomy

肝脏手术由于创伤大、出血风险高及手术操作等,可能会引起血流动力学剧烈波动,良好的液体治疗对肝脏手术显得尤为重要。近年来目标导向液体治疗(goal-directed fluid therapy, GDFT)越来越受到麻醉医师的关注,大量研究表明 GDFT 可以加快腹部手术患者胃肠功能恢复,缩短住院时间,节约住院费用,改善高危手术患者的预后^[1~3]。然而,有关 GDFT 中采用何种液体更具优势尚不明确^[4]。本研究拟比较 GDFT 下晶体液与胶体液在肝切除术中的应用价值,以为临床提供参考。

资料与方法

一般资料 本研究经医院伦理委员会批准,并与患者及家属签署知情同意书。选择 2015 年 7 月至 2016 年 6 月择期行肝切除术患者,性别不限,年龄 18~65 岁,ASA II 或 III 级, NYHA 心功能分级 I 或 II 级, Child-Pugh 评分 A 或 B 级。排除标准:合并严重高血压、肝肾功能不全、脑血管疾病史、心脏病及心律失常的患者。按照随机数字表法将患者分为三组:常规液体治疗组(C 组)、目标导向胶体液组(G1 组)和目标导向晶体液组(G2 组)。

麻醉方法 所有患者术前常规禁饮、禁食。入室后开放上肢外周静脉,常规监测 ECG、NIBP、 SpO_2 和 BIS,局麻下行左桡动脉和右颈内静脉穿刺置管监测 BP、CVP。G1、G2 组桡动脉连接 Flotrac/Vigileo 系统监测每搏变异度(SVV)和 CI。术前静脉给予盐酸戊二乙醚 0.5 mg。麻醉诱导:静脉注射咪达唑仑 0.05 mg/kg、舒芬太尼 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 丙泊酚 TCI 初始血浆浓度 1.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$,并以 0.3 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 逐级递增直至 BIS 值稳定在 60 以下后给予顺苯磺酸阿曲库铵 0.2 mg/kg。肌松完善后行气管插管,机械通气: V_T 8~10 ml/kg、RR 10~12 次/分、I:E 1:2,维持 $P_{ET}\text{CO}_2$ 在 32~38 mm Hg。术中采用丙

泊酚 TCI 1.5~2.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 维持 BIS 值在 45~60,持续泵注瑞芬太尼 0.05~0.2 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$,间断追加舒芬太尼 0.2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 及顺苯磺酸阿曲库铵 0.1 mg/kg。所有患者术后安置静脉镇痛泵,配方为舒芬太尼 2~3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ +氟比洛芬酯 100 mg,给予负荷剂量后,恒速输注速度为 2 ml/h。

液体管理 三组患者诱导期均给予复方乳酸钠 6~8 ml/kg,术中 C 组持续输注复方乳酸钠 4~8 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$,当 $\text{MAP} < 65$ mm Hg 或降低幅度超过基础值的 20% 时,予以羟乙基淀粉 130/0.4 快速输注,若处理后 MAP 仍小于 65 mm Hg 可予静脉注射去氧肾上腺素 20~40 μg 。G1、G2 组术中持续输注复方乳酸钠 2~4 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$,当 $\text{SVV} > 13\%$ 时, G1 组快速输注羟乙基淀粉 130/0.4 250 ml; G2 组则快速输注复方乳酸钠 250 ml, 5 min 后重新评估 SVV,若 SVV 仍大于 13%,则重复上述步骤;当 $\text{CI} < 2.5 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ 时,静脉泵注多巴酚丁胺 2.0~10.0 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$;当 $\text{SVV} \leq 13\%$ 、 $\text{CI} \geq 2.5 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ 但 $\text{MAP} < 65$ mm Hg 或降低幅度超过基础值的 20%,静脉注射去氧肾上腺素 20~40 μg 。三组术中 $\text{Hb} < 70 \text{ g/L}$,予以输注红细胞。如 MAP 持续升高幅度大于基础值的 20%,予尼卡地平 10~20 $\mu\text{g}/\text{kg}$;若 $\text{HR} > 100$ 次/分,予艾司洛尔 0.5~1.0 mg/kg;若 $\text{HR} < 50$ 次/分,予阿托品 0.2~0.5 mg。

观察指标 记录手术时间、肝门阻断时间、拔管时间、PACU 驻留时间、排气时间、下床时间、术后住院时间、术中液体出入量、是否输血等指标。检测麻醉诱导前 5 min(T_1)、肝脏切除前 5 min(T_2)、肝脏切除后 5 min(T_3)和手术结束时(T_4)的中心静脉血氧饱和度(ScvO_2)、乳酸(Lac)和血糖(Glu)浓度。记录术前及术后第 1、3、5 天的肝肾功能指标,包括谷丙转氨酶(ALT)、谷草转氨酶

(AST)、总胆红素(TBIL)、白蛋白(ALB)、肌酐(Cr)和尿素氮(BUN)。记录术后并发症的发生情况。

统计分析 采用 SPSS 16.0 统计学软件进行分析。正态分布计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用单因素方差分析,组内比较采用重复测量数据的方差分析;计数资料比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本研究共纳入 70 例患者。C 组 1 例因术中大出血,实际纳入 24 例;G1 组 1 例术中大出血,1 例肿瘤多发转移,实际纳入 23 例;G2 组 2 例术中大出血,实际纳入 23 例。三组患者性别、年龄、BMI、ASA 分级、Child 分级、高血压、糖尿病等差异无统

计学意义(表 1)。

G1 组晶体液、胶体液和总液体用量均明显少于 C 组($P < 0.05$)。G2 组晶体液用量明显多于 G1 组($P < 0.05$)。C 组与 G1 组、G1 组与 G2 组出血量、尿量差异无统计学意义(表 2)。

与 C 组比较,G1 组 T_3 、 T_4 时 $ScvO_2$ 明显升高, $T_2 \sim T_4$ 时的 Lac 浓度明显降低, T_3 、 T_4 时 Glu 浓度明显降低($P < 0.05$);G1 组与 G2 组 $ScvO_2$ 、Lac 和 Glu 浓度差异无统计学意义(表 3)。

C 组、G1 组、G2 组使用去氧肾上腺素分别为 5 例(20.8%)、1 例(4.3%)、3 例(13.0%),使用尼卡地平分别为 3 例(12.5%)、5 例(21.7%)、2 例(8.7%),无一例使用多巴酚丁胺,三组血管活性药物使用比例差异无统计学意义。C 组、G1 组、G2 组

表 1 三组患者一般情况的比较

组别	例数	男/女 (例)	年龄 (岁)	BMI (kg/m ²)	ASA II/III 级 (例)	Child A/B 级 (例)	合并症[例(%)]	
							高血压	糖尿病
C 组	24	15/9	55.9±8.3	22.7±4.1	3/21	19/5	6(25.0)	2(8.3)
G1 组	23	14/9	57.6±9.6	24.3±3.0	7/16	19/4	6(26.1)	0(0)
G2 组	23	13/10	54.3±10.0	23.0±2.2	6/17	21/2	4(17.4)	1(4.3)

表 2 三组患者术中液体出入量的比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	晶体液(ml)	胶体液(ml)	总液体量(ml)	出血量(ml)	尿量(ml)
C 组	24	1 708.3±424.2	1 018.8±451.8	2 727.1±263.3	348.8±347.3	520.8±267.4
G1 组	23	1 467.4±350.2 ^a	458.7±192.3 ^a	1 926.1±381.9 ^a	321.0±378.4	397.8±305.8
G2 组	23	1 932.6±399.3 ^b	—	1 932.6±399.3	280.2±284.0	365.2±201.4

注:与 C 组比较,^a $P < 0.05$;与 G1 组比较,^b $P < 0.05$

表 3 三组患者不同时点 $ScvO_2$ 和 Lac、Glu 浓度的比较($\bar{x} \pm s$)

指标	组别	例数	T_1	T_2	T_3	T_4
$ScvO_2$ (%)	C 组	24	74.1±2.4	76.5±2.0	76.1±4.6	74.9±3.9
	G1 组	23	73.7±2.6	77.9±2.2	83.5±2.7 ^a	84.5±2.9 ^a
	G2 组	23	74.7±2.5	77.6±3.3	82.3±2.3	82.8±2.3
Lac(mmol/L)	C 组	24	1.2±0.2	1.7±0.3	2.3±0.5	2.6±0.7
	G1 组	23	1.3±0.3	1.3±0.4 ^a	1.7±0.3 ^a	1.8±0.5 ^a
	G2 组	23	1.3±0.5	1.5±0.4	1.8±0.7	1.9±0.8
Glu(mmol/L)	C 组	24	5.1±0.8	5.8±1.0	8.4±1.9	8.2±0.7
	G1 组	23	5.2±0.7	5.7±0.6	7.0±2.0 ^a	6.8±1.3 ^a
	G2 组	23	5.1±0.7	5.8±0.6	7.1±1.1	7.1±1.3

注:与 C 组比较,^a $P < 0.05$

输血患者分别有 3 例(12.5%)、2 例(8.7%)和 2 例(8.7%),三组输血比例差异无统计学意义。

三组手术时间、肝门阻断时间、拔管时间、PACU 驻留时间差异无统计学意义。G1 组排气时间、下床时间、术后住院时间均明显短于 C 组($P < 0.05$)(表 4)。

与术前比较,术后第 1 天三组 ALT、AST 和 TBIL 浓度明显升高,ALB 浓度明显降低($P < 0.05$);术后第 5 天 C 组、G2 组 ALB 和三组 Cr 浓度明显降低($P < 0.05$)。与 C 组比较,G1 组术后第

3、5 天的 ALT 和 AST 浓度明显降低($P < 0.05$)。三组各时点 TBIL、ALB、Cr、BUN 浓度差异均无统计学意义(表 5)。

与 G1 组比较,G2 组恶心呕吐发生率明显升高($P < 0.05$);三组术后肺部感染、急性肾损伤、切口感染发生率差异无统计学意义(表 6)。

讨 论

围术期液体治疗一直缺乏有效且相对准确的评价指标。传统指标如 CVP、PAWP 等并不能准确

表 4 三组患者术中及术后恢复情况的比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	手术时间 (min)	肝门阻断 时间(min)	拔管时间 (min)	PACU 驻留 时间(min)	排气时间 (h)	下床时间 (d)	术后住院 时间(d)
C 组	24	203.9±71.9	15.0±3.2	23.9±15.3	79.3±38.0	62.5±9.3	4.3±0.6	10.3±3.7
G1 组	23	207.4±80.5	13.4±3.0	31.0±25.8	79.0±32.7	52.9±11.4 ^a	3.4±0.7 ^a	7.9±2.6 ^a
G2 组	23	165.9±53.9	13.5±5.2	27.2±21.7	76.3±34.7	52.4±8.7	3.8±1.0	8.4±2.4

注:与 C 组比较,^a $P < 0.05$

表 5 三组患者术前及术后第 1、3、5 天肝肾功能的比较($\bar{x} \pm s$)

指标	组别	例数	术前	术后第 1 天	术后第 3 天	术后第 5 天
ALT(U/L)	C 组	24	43.2±38.6	449.4±257.8 ^a	320.1±196.8 ^a	123.4±80.3
	G1 组	23	40.3±32.3	343.1±275.8 ^a	188.0±132.2 ^{ab}	67.8±50.4 ^b
	G2 组	23	32.3±39.0	350.4±235.0 ^a	202.1±183.6 ^a	68.5±52.9
AST(U/L)	C 组	24	39.5±24.4	469.3±259.8 ^a	180.5±90.1 ^a	59.1±26.4
	G1 组	23	40.4±26.8	336.0±214.2 ^a	100.3±95.8 ^b	42.7±17.6 ^b
	G2 组	23	36.0±35.6	337.1±215.9 ^a	107.8±103.8	43.4±14.2
TBIL(μ mol/L)	C 组	24	12.9±7.7	22.3±9.8 ^a	17.1±9.3	15.1±9.9
	G1 组	23	12.0±3.9	21.0±9.8 ^a	16.2±9.3	14.2±8.8
	G2 组	23	13.4±5.9	21.6±9.7 ^a	15.9±8.7	15.6±7.4
ALB(g/L)	C 组	24	41.5±3.8	34.2±4.6 ^a	37.3±5.8 ^a	37.6±4.3 ^a
	G1 组	23	42.1±4.9	35.3±4.5 ^a	37.4±4.8 ^a	39.4±6.3
	G2 组	23	40.6±4.9	35.6±3.3 ^a	36.5±4.3 ^a	36.8±3.6 ^a
Cr(μ mol/L)	C 组	24	63.2±12.6	60.5±13.4	57.0±12.9	53.8±14.0 ^a
	G1 组	23	68.0±15.5	65.3±12.1	60.1±13.2	57.1±14.8 ^a
	G2 组	23	60.9±16.4	57.4±18.2	53.1±19.9	48.3±16.2 ^a
BUN(mmol/L)	C 组	24	5.2±1.6	6.2±1.6	6.0±2.2	5.6±1.7
	G1 组	23	5.5±1.2	6.0±1.7	6.4±3.0	5.5±2.3
	G2 组	23	5.3±1.4	6.0±1.9	6.2±2.9	4.9±2.5

注:与术前比较,^a $P < 0.05$;与 C 组比较,^b $P < 0.05$

表 6 三组患者术后并发症的比较[例(%)]

组别	例数	恶心呕吐	肺部感染	急性肾损伤	切口感染
C 组	24	7(29.2)	4(16.7)	3(12.5)	3(12.5)
G1 组	23	2(8.7)	1(4.3)	1(4.3)	0(0)
G2 组	23	8(34.8) ^a	1(4.3)	0(0)	0(0)

注:与 G1 组比较,^a $P < 0.05$

反应容量状态。SVV 是由于机械通气使胸腔内压发生变化导致每搏量出现波动而产生,目前被认为是预测容量的一个敏感指标,可以用来预测容量状态和对液体治疗的反应性^[5]。CI 可反映心脏功能状况,指导正性肌力药物的使用。研究表明以维持 $SVV < 13\%$ 、 $CI > 2.5 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ 等为目标导向液体治疗可以减轻术中体位变动引起的血流动力学波动,并可缩短住院时间、改善患者的预后^[1~3,6]。

ScvO₂ 反映身体上半部分器官的氧合状态,与 SvO₂ 有良好的相关性^[7,8],因此本研究采用 ScvO₂ 替代 SvO₂ 间接反映全身氧合状态。Lac 是无氧酵解的特异性产物,当机体由于低血压、缺氧等导致组织灌注不足时,血 Lac 浓度往往升高。与手术相关的应激、疼痛及炎症反应可以导致胰岛素抵抗,引起围术期高血糖不利于患者的恢复^[9]。本研究结果表明,目标导向液体治疗可能有助于改善氧合,减少 Lac 生成,减轻应激水平。此外,目标导向背景下使用晶体液或胶体液对组织灌注及应激水平的影响区别不明显。

ALT 和 AST 存在于肝细胞中,肝细胞受损时,两者会明显升高。本研究结果显示,目标导向液体治疗可能对肝功能有保护作用。TBIL 和 ALB 分别反映肝脏的分泌和合成功能。不同输液患者术后未受损的正常肝脏组织功能相当。但 C 组受损的肝细胞较 G1 组多,可能与组织灌注不同造成的缺血-再灌注损伤程度差异相关。另外,三组患者各时点 Cr 与 BUN 差异无统计学意义,推测三组患者肾功能均未受到输液方式与液体种类的影响,可能与术中适宜的灌注及肾脏较强的自身血流调节相关,这与术后三组患者较低的急性肾损伤发生率相符。

本研究结果显示,目标导向液体治疗策略在一定程度上可以改善患者的预后。术后恢复指标提示目标导向背景下使用晶体液或胶体液对患者预后的影响相似,但采用胶体液填充可以降低术后恶心呕吐的发生率,可能与胶体液有助于降低胃肠黏膜的水肿并减少 5-羟色胺等活性物质的释放有关,而后者被认为

是呕吐发生的主要机制之一^[10],但本研究中胶体液是否通过该机制降低术后恶心呕吐发生率尚不清楚。本研究的不足之处是未对患者的远期预后进行观察,另外限于样本量较小,二者之间的比较尚需多中心、大样本、随机对照试验加以研究。

综上所述,肝切除术中运用 Flotrac/Vigileo 监测系统指导下的目标导向液体治疗策略可能有助于改善微循环和组织氧合、保护肝功能、促进胃肠功能恢复、缩短术后住院日。目标导向液体治疗中可以使用胶体液或晶体液进行容量填充,使用胶体液填充可以降低术后恶心呕吐的发生率,而在组织灌注和术后恢复等方面未见明显差异。

参 考 文 献

- [1] Gan TJ, Soppitt A, Maroof M, et al. Goal-directed intraoperative fluid administration reduces length of hospital stay after major surgery. *Anesthesiology*, 2002, 97(4): 820-826.
- [2] Challand C, Struthers R, Sneyd JR, et al. Randomized controlled trial of intraoperative goal-directed fluid therapy in aerobically fit and unfit patient having major colorectal surgery. *Br J Anaesth*, 2012, 108(1): 53-62.
- [3] Trinooson CD, Gold ME. Impact of goal-directed perioperative fluid management in high-risk surgical procedures: a literature review. *AANA J*, 2013, 81(5): 357-368.
- [4] Yates DR, Davies SJ, Milner HE, et al. Crystalloid or colloid for goal-directed fluid therapy in colorectal surgery. *Br J Anaesth*, 2014, 112(2): 281-289.
- [5] Zimmermann M, Feibicke T, Keyl C, et al. Accuracy of stroke volume variation compared with plethvariability index to predict fluid responsiveness in mechanically ventilated patients undergoing major surgery. *Eur J Anaesthesiol*, 2010, 27(6): 555-561.
- [6] 翁立军, 张野, 胡宪文, 等. 目标容量填充对沙滩椅位下骨科肩关节镜手术患者血流动力学的影响. *临床麻醉学杂志*, 2016, 32(5): 426-429.
- [7] Ladakis C, Myrianthefs P, Karabinis A, et al. Central venous and mixed venous oxygen saturation in critically ill patients. *Respiration*, 2001, 68(3): 279-285.
- [8] 周涛, 郭善亮, 张明生. 目标导向液体治疗在老年患者胃肠道手术中的应用. *临床麻醉学杂志*, 2013, 29(10): 971-974.
- [9] Greisen J, Juhl CB, Grøfte T, et al. Acute pain induces insulin resistance in humans. *Anesthesiology*, 2001, 95(3): 578-584.
- [10] Hayes I, Rathore R, Enohumah K, et al. The effect of crystalloid versus medium molecular weight colloid solution on post-operative nausea and vomiting after ambulatory gynecological surgery—a prospective randomized trial. *BMC Anesthesiol*, 2012, 12: 15.

(收稿日期:2016-12-16)