

## 急性等容血液稀释对冠心病患者结肠代膀胱术中血流动力学、氧代谢和血液流变学的影响

王 燕<sup>1</sup>, 曾高峰<sup>2</sup>, 王德明<sup>1</sup>

(南华大学附属第二医院 1. 麻醉科, 2. 心血管内科, 湖南省衡阳市 421001)

[关键词] 内科学; 急性等容血液稀释对血流动力学、氧代谢和血液流变学的影响; 多功能监测仪检测; 急性等容血液稀释; 血流动力学; 血液流变学; 氧代谢

[摘要] 目的 探讨急性等容血液稀释对冠心病患者结肠代膀胱术中血流动力学、氧代谢和血液流变学的影响。方法 择期冠心病患者结肠代膀胱术 38 例, 男 28 例, 女 10 例, 年龄 41~63 岁, 体重 47~75 kg, 随机分成急性等容血液稀释组 and 对照组, 每组 19 例。经右颈内静脉置入 7F Swann-Ganz 漂浮导管, 桡动脉、股静脉置管。监测心电图及各项血流动力学指标, 急性等容血液稀释组经桡动脉放血 (8~12 mL/kg), 同时以相同速率经股静脉输入同量贺斯。在血液稀释前、血液稀释即刻、稀释后 30 min 及 60 min 抽取桡动脉、股静脉和肺动脉血各 3 mL 以检测血液流变学指标, 并进行血气分析。对照组则在对应时间点抽血检测血液流变学指标和血气分析。结果 急性等容血液稀释组患者在血液稀释后心率、平均动脉压、平均肺动脉压、毛细血管楔压、中心静脉压均无明显变化, 心输出量和心脏指数在血液稀释后上升明显, 体循环指数和肺循环指数在稀释后下降, 红细胞压积、全血粘度、红细胞聚集指数均在稀释后有所下降。结论 对冠心病患者结肠代膀胱术前进行中度急性等容血液稀释其血流动力学稳定, 可增加组织血流灌注, 对氧供无影响, 减少术中血液丢失, 减少库血的使用, 同时可能具有增加心脏灌注的作用。

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

### Effects of Acute Normovolemic Hemodilution on Hemodynamics, Hemorheology, Oxygen Transport and Consumption During Ileat-Golon Bladder Replacement Operation on Coronary Heart Disease Patients

WANG Yan<sup>1</sup>, ZENG Gao-FENG<sup>2</sup>, and WANG De-Ming<sup>1</sup>

(1. Department of Anesthesia, 2. Department of Cardiology, the Second Affiliated Hospital of Nanhua University, Hengyang 421001, China)

[KEY WORDS] Acute Normovolemic Hemodilution; Hemodynamics; Hemorheology; Oxygen Transport and Consumption Coronary Disease; Ileat-Golon Bladder Replacement Operation

[ABSTRACT] **Aim** To study effects of acute normovolemic hemodilution (ANH) on hemodynamics, hemorheology, oxygen transport and consumption during Ileat-Golon Bladder Replacement Operation on coronary heart disease patients. **Methods**

Thirty-eight coronary heart disease patients (28 males, 10 females) aged 41~63 years weighing 47~75 kg undergoing elective Ileat-Golon Bladder Replacement Operations were randomly divided into 2 groups with 19 patients in each group: ANH group and control group. Right internal jugular vein was cannulated with 7F Swann-Ganz floating cannula for central venous pressure (CVP) monitoring and blood sampling radial artery was cannulated blood pressure monitoring and blood gas analysis, femoral vein was cannulated for blood sampling and fluid infusion. Blood (8~12 mL/kg) was removed from radial artery in ANH group and normovolemic was maintained by simultaneous infusion of 6% HEAS. Electrocardiogram (ECG), blood pressure (BP), central venous pressure were continuously monitored throughout the operation. Arterial and central venous blood samples were taken for blood gas analysis before and after ANH. **Results** There were no significant changes in heart rate (HR), mean arterial pressure (MAP), mean pulmonary artery pressure (MPAP), pulmonary capillary wedge pressure (PCWP) and CVP after ANH.

There were no significant difference in parameters of blood gas analysis between two groups. **Conclusion** ANH can be safely used for coronary heart disease during Ileat-Golon Bladder Replacement Operations, and acute normovolemic hemodilution may have heart protection function.

急性等容血液稀释 (acute normovolemic hemodi-

lution, ANH) 能够减少手术出血, 降低异体输血率已得到国内外许多学者的认可, 但都是选择心功能好的病例。本研究选择膀胱癌合并冠心病患者, 在行结肠代膀胱术中给予急性等容血液稀释, 观察血流动力学、血液流变学及氧代谢的变化, 探讨其临床应用的可行性。

[收稿日期] 2005-08-01

[修回日期] 2006-01-10

[作者简介] 王燕, 硕士研究生, 主治医师, 主要研究方向为围术期预处理与心肌保护。曾高峰, 博士研究生, 副主任医师, 主要研究方向为心脏介入病学。王德明, 博士研究生, 副主任医师, 主要研究方向为体外循环麻醉及心肌保护。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

膀胱癌合并冠心病患者 38 例, 冠心病史 3~6 年, 经心电图、24 h 动态心电图检查 30 例, 经冠状动脉造影检查 8 例。心功能 Ⅲ~Ⅳ级, 心肌梗死 6 个月内及不稳定型心绞痛患者除外。曾经有心肌梗死或心绞痛, 经过系统治疗症状缓解的病例以及高血压经治疗血压正常者可被选入。38 例随机分成急性等容血液稀释组和对照组, 术前均禁食 12 h, 于麻醉前 30 min 肌注安定 0.2 mg/kg、阿托品 0.01 mg/kg。

### 1.2 方法

所有患者静脉注射芬太尼 2~4  $\mu$ g/kg、咪唑安定 0.2~0.25 mg/kg, 氯化琥珀胆碱 1 mg/kg 快速诱导气管内插管, 控制呼吸。右颈内静脉穿刺置入 7F Swar Ganz 漂浮导管连接多功能监测仪 (Lifescopel2, NiHon, KOHDEN, Japan) 连续监测并记录。左桡动脉穿刺置管测动脉压。股静脉置管备用, 两组患者均经外周浅静脉输注乳酸林格氏液 8~10 mL/kg, 5 min 后, 记录各项血流动力学指标并抽血化验。急性等容血液稀释组经桡动脉快速放血, 立即存入含枸橼酸钠保养液的储血袋内, 采血量为 8~12 mL/kg, 10~15 min 结束。并同时经股静脉以相同速度输入等量的 6% 羟乙基淀粉液 (贺斯, 德国费森尤斯公司生产, 批号 SK7109)。两组患者术中均输入等量的贺斯来补充失血量, 维持血红蛋白 (hemoglobin, Hb) > 70 g/L。

### 1.3 指标监测

急性等容血液稀释组分别在放血前、血液稀释即刻、血液稀释后 30 min、血液稀释后 60 min 及术毕通过多功能监测仪记录平均动脉压 (mean arterial pressure, MAP)、平均肺动脉压 (mean pulmonary artery pressure, MPAP)、中心静脉压 (central venous pressure, CVP)、心率 (heart rate, HR)、心输出量 (cardiac output, CO)、心脏指数 (cardiac index, CI)、心搏指数 (stroke volume index, SVI)、体循环阻力指数 (systemic vascular resistance index, SVRI)、肺循环阻力指数 (pulmonary vascular resistance index, PVRI) 和冠状动脉灌注压 (coronary perfusion pressure, CPP) 等血流动力学指标。并分别在相应时间点抽取桡动脉、股静脉和肺动脉血检测血液流变学指标及进行血气分析, 根据公式计算出此 5 个时间点的氧供 ( $DO_2$ ) 和氧耗 ( $VO_2$ )。对照组不作血液稀释, 仅在相应时间点作血液动力学检测及采取血样检测血液流变学指标和进行血气分析。

### 1.4 统计分析

采用 SPSS 13.0 统计软件, 主要统计指标均进行正态检验和方差齐性检验, 数据以  $\bar{x} \pm s$  表示。组间比较采用方差分析, 稀释前后指标比较采用 SNK-q 检验。  $P < 0.05$  为有显著性差异。

## 2 结果

### 2.1 一般情况比较

两组受试者年龄、性别、体重、手术时间等方面比较差异无显著性, 见表 1。

表 1. 一般情况的比较 ( $n=19$ )

指 标	ANH 组	对照组
年龄 (岁)	52.32 $\pm$ 6.21	53.23 $\pm$ 7.34
男/女 (例)	14/5	14/5
体重 (kg)	66.5 $\pm$ 12.3	67.4 $\pm$ 11.4
血红蛋白 (g/L)	135.3 $\pm$ 12.4	132.3 $\pm$ 8.6
红细胞压积	40.3% $\pm$ 4.4%	41.5% $\pm$ 3.4%
手术时间 (h)	5.3 $\pm$ 1.4	5.4 $\pm$ 1.5

### 2.2 血流动力学变化

急性等容血液稀释组在血液稀释前后心率、MAP、MPAP、肺毛细血管楔压 (pulmonary capillary wedge pressure, PCWP)、CVP 均无明显变化, 与对照组比较无明显差异。CO、CI 在血液稀释后上升 ( $P < 0.05$ ), 且明显高于对照组 ( $P < 0.05$ )。SVRI 和 PVRI 在稀释后下降 ( $P < 0.05$ ), 也明显低于对照组 ( $P < 0.05$ )。见表 2。

### 2.3 血液流变学变化

急性等容血液稀释组患者在血液稀释后, 全血粘度、全血还原粘度均有所下降 ( $P < 0.05$ ), 也明显低于对照组 ( $P < 0.05$ )。血浆粘度、红细胞聚集指数和红细胞变形指数稀释前后无明显变化, 与对照组比较也无明显差异。血沉在血液稀释后明显升高 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

### 2.4 血气及氧代谢指标变化

急性等容血液稀释组血液稀释后 pH 值、动脉氧分压 ( $PaO_2$ ) 和动脉血氧饱和度 ( $SaO_2$ ) 无显著变化, 氧供和氧耗改变亦不明显, 与对照组比较也无明显差异。两组红细胞压积 (haematocrit, HCT) 在血液稀释前无明显差异, 急性等容血液稀释组在血液稀释后明显降低 ( $P < 0.05$ ), 也明显低于对照组 ( $P < 0.05$ ), 但术毕急性等容血液稀释组明显高于对照组 ( $P < 0.05$ )。见表 4。

表 2. 急性等容血液稀释前后血流动力学的改变 ( $\bar{x} \pm s$ )

指 标		稀释前	稀释即刻	稀释后 30 min	稀释后 60 min	术毕
心率 (beat/min)	ANH 组	86.7 ± 12.5	85.3 ± 14.2	84.3 ± 13.3	83.8 ± 12.5	85.5 ± 15.8
	对照组	86.1 ± 13.2	84.5 ± 13.3	84.7 ± 14.1	83.1 ± 11.3	84.4 ± 13.3
MAP (mmHg)	ANH 组	117.0 ± 19.9	123.0 ± 25.5	121.4 ± 23.8	118.4 ± 19.1	121.6 ± 17.4
	对照组	118.1 ± 18.2	124.1 ± 24.3	124.2 ± 11.4	120.4 ± 19.1	122.3 ± 18.3
MPAP (mmHg)	ANH 组	10.7 ± 3.6	11.2 ± 3.0	11.8 ± 1.3	11.6 ± 1.7	11.0 ± 1.0
	对照组	10.5 ± 3.2	11.3 ± 3.2	10.5 ± 1.5	11.5 ± 1.5	11.0 ± 1.0
PCWP (mmHg)	ANH 组	5.83 ± 1.14	5.20 ± 2.05	5.60 ± 2.14	5.40 ± 2.30	5.80 ± 1.78
	对照组	5.46 ± 1.36	5.38 ± 2.10	5.45 ± 2.25	5.38 ± 2.25	5.68 ± 1.24
CVP (mmHg)	ANH 组	2.77 ± 0.98	3.60 ± 1.34	3.40 ± 1.14	3.20 ± 1.30	3.00 ± 0.70
	对照组	2.87 ± 0.85	3.88 ± 1.54	3.60 ± 1.24	3.35 ± 1.48	3.01 ± 0.82
CO (L/min)	ANH 组	3.82 ± 0.64	5.40 ± 0.75 <sup>a</sup>	5.37 ± 0.89 <sup>a</sup>	5.28 ± 0.67	5.08 ± 0.74
	对照组	3.49 ± 0.58	3.87 ± 0.58	3.47 ± 0.96	3.28 ± 0.54	3.24 ± 0.56
CI [L/(min·m <sup>2</sup> )]	ANH 组	3.31 ± 1.06	4.49 ± 1.47 <sup>a</sup>	4.41 ± 1.68 <sup>a</sup>	4.25 ± 1.29	3.75 ± 1.27
	对照组	3.48 ± 1.21	3.45 ± 1.28	3.64 ± 1.53	3.58 ± 4.24	3.65 ± 1.28
SVRI [dyne·s/(m <sup>2</sup> ·cm <sup>5</sup> )]	ANH 组	2518 ± 392	2115 ± 287 <sup>a</sup>	2179 ± 535 <sup>a</sup>	2326 ± 577	2545 ± 478
	对照组	2528 ± 388	2496 ± 302	2521 ± 325	2501 ± 427	2536 ± 426
PVRI [dyne·s/(m <sup>2</sup> ·cm <sup>5</sup> )]	ANH 组	209.6 ± 52.5	143.00 ± 38.5 <sup>a</sup>	166.20 ± 56.6 <sup>a</sup>	159.4 ± 33.6	164.2 ± 27.1
	对照组	208.7 ± 53.2	201.48 ± 45.2	204.25 ± 38.2	203.3 ± 36.7	202.4 ± 62.1
CPP (mmHg)	ANH 组	88.2 ± 18.4	100.8 ± 22.4 <sup>a</sup>	98.6 ± 20.8 <sup>a</sup>	97.4 ± 18.2	101.8 ± 16.7
	对照组	88.3 ± 19.2	90.1 ± 18.3	88.4 ± 20.4	88.0 ± 19.4	89.2 ± 18.2

a 为  $P < 0.05$ , 与稀释前比较。表 3. 急性等容血液稀释前后血液流变学的改变 ( $\bar{x} \pm s$ )

指 标		稀释前	稀释即刻	稀释后 30 min	稀释后 60 min	术毕
高切全血粘度 (mpa·s)	ANH 组	3.92 ± 0.74	3.12 ± 0.44 <sup>ab</sup>	3.03 ± 0.52 <sup>ab</sup>	3.06 ± 0.22 <sup>ab</sup>	3.36 ± 0.24
	对照组	3.92 ± 0.71	3.91 ± 0.67	3.84 ± 0.42	3.83 ± 0.38	3.33 ± 0.35
中切全血粘度 (mpa·s)	ANH 组	4.31 ± 0.72	3.12 ± 0.47 <sup>ab</sup>	3.63 ± 0.60	4.04 ± 0.34	4.01 ± 0.37
	对照组	4.32 ± 0.68	4.24 ± 0.56	4.28 ± 0.46	4.21 ± 0.58	4.01 ± 0.58
低切全血粘度 (mpa·s)	ANH 组	7.31 ± 1.86	4.66 ± 1.05 <sup>ab</sup>	5.76 ± 1.57	6.36 ± 1.18	6.06 ± 1.28
	对照组	7.32 ± 1.46	7.30 ± 1.28	7.28 ± 1.36	7.24 ± 1.56	7.14 ± 1.36
血浆粘度 (mpa·s)	ANH 组	1.46 ± 0.39	1.28 ± 0.29	1.29 ± 0.26	1.23 ± 0.15	1.13 ± 0.13
	对照组	1.45 ± 0.28	1.45 ± 0.21	1.44 ± 1.96	1.23 ± 0.25	1.13 ± 0.24
高切全血还原粘度 (mpa·s)	ANH 组	6.66 ± 0.75	5.71 ± 0.91	5.55 ± 1.36	6.19 ± 1.01	6.09 ± 1.06
	对照组	6.65 ± 0.68	6.64 ± 0.71	6.64 ± 0.58	6.64 ± 0.24	6.54 ± 0.24
中切全血还原粘度 (mpa·s)	ANH 组	8.20 ± 1.13	6.88 ± 1.07 <sup>ab</sup>	7.47 ± 0.72	8.12 ± 0.76	8.42 ± 0.76
	对照组	8.21 ± 1.24	8.20 ± 1.32	8.21 ± 1.24	8.19 ± 1.32	8.39 ± 1.42
低切全血还原粘度 (mpa·s)	ANH 组	16.42 ± 4.07	12.42 ± 1.59 <sup>ab</sup>	14.00 ± 2.61 <sup>ab</sup>	14.72 ± 1.54	14.32 ± 1.52
	对照组	16.41 ± 4.32	16.40 ± 4.38	16.38 ± 4.28	16.13 ± 3.28	16.33 ± 3.21
红细胞聚集指数	ANH 组	1.89 ± 0.26	1.65 ± 0.13	1.79 ± 0.25	1.75 ± 0.19	1.65 ± 0.11
	对照组	1.88 ± 0.24	1.88 ± 0.25	1.87 ± 0.24	1.87 ± 0.35	1.86 ± 0.36
红细胞变形指数	ANH 组	0.92 ± 0.16	1.04 ± 0.28	1.00 ± 0.16	1.09 ± 0.18	1.07 ± 0.12
	对照组	0.92 ± 0.15	0.98 ± 0.35	0.96 ± 0.48	0.98 ± 0.45	0.95 ± 0.43
血沉 (mm/h)	ANH 组	18.2 ± 12.12	7.4 ± 5.4 <sup>ab</sup>	32.5 ± 11.0 <sup>ab</sup>	37.8 ± 10.7 <sup>a</sup>	37.8 ± 10.6 <sup>a</sup>
	对照组	18.3 ± 13.0	18.4 ± 12.3	19.4 ± 13.0	36.5 ± 14.0 <sup>a</sup>	36.4 ± 14.3 <sup>a</sup>

a 为  $P < 0.05$ , 与稀释前比较; b 为  $P < 0.05$ , 与组间比较。

### 3 讨论

近年来, 输血引发的并发症已引起人们的普通关注, 如何在围术期减少库血使用量已成为提高手

术质量的重要标准; 为了减少术中出血及同种异体输血带来的不利影响, 急性等容血液稀释已成为围术期重要的血液保护措施之一<sup>[1-4]</sup>。急性等容血液稀释时最大的顾虑是因血红蛋白降低而致血液携氧

表 4. 急性等容血液稀释前后血气指标及氧代谢指标变化 ( $\bar{x} \pm s$ )

指 标		稀释前	稀释后即刻	稀释后 30 min	稀释后 60 min	术毕
pH 值	ANH 组	7.36 ± 0.07	7.34 ± 0.07	7.36 ± 0.06	7.35 ± 0.05	7.35 ± 0.03
	对照组	7.35 ± 0.04	7.34 ± 0.06	7.35 ± 0.08	7.35 ± 0.06	7.34 ± 0.06
PaO <sub>2</sub> (mmHg)	ANH 组	121.5 ± 14.1	129.7 ± 20.8	129.0 ± 22.0	128.7 ± 24.3	128.6 ± 24.4
	对照组	121.6 ± 13.3	128.8 ± 21.3	128.6 ± 20.4	125.7 ± 14.4	125.6 ± 14.4
PvO <sub>2</sub> (mmHg)	ANH 组	54.2 ± 13.5	52.7 ± 14.65	5.2 ± 20.9	50.0 ± 22.4	50.2 ± 21.4
	对照组	54.2 ± 14.4	53.8 ± 15.2	54.8 ± 19.8	50.1 ± 18.45	0.2 ± 16.4
SaO <sub>2</sub>	ANH 组	98.33% ± 0.51%	98.67% ± 0.52%	98.67% ± 0.52%	98.50% ± 0.84%	98.54% ± 0.54%
	对照组	98.35% ± 0.64%	98.72% ± 0.45%	98.67% ± 0.36%	98.45% ± 0.24%	98.43% ± 0.23%
SvO <sub>2</sub>	ANH 组	81.83% ± 4.62%	80.17% ± 3.76%	77.50% ± 8.96%	74.16% ± 13.55%	74.36% ± 12.55%
	对照组	81.46% ± 5.25%	81.36% ± 4.36%	80.65% ± 3.78%	78.74% ± 4.72%	78.76% ± 4.77%
DO <sub>2</sub> (mL/min·m <sup>2</sup> )	ANH 组	554 ± 23.25	75.17 ± 23.25	44.1 ± 20.25	44.1 ± 24.35	44.1 ± 19.3
	对照组	554.7 ± 21.25	76.2 ± 30.25	43.3 ± 20.35	42.7 ± 30.45	42.7 ± 20.4
VO <sub>2</sub> (mL/min·m <sup>2</sup> )	ANH 组	98.0 ± 19.2	115.8 ± 19.5	122.3 ± 20.3	113.6 ± 20.9	113.6 ± 21.3
	对照组	97.7 ± 18.3	114.4 ± 17.3	121.3 ± 19.8	115.8 ± 18.4	115.8 ± 22.3
HCT	ANH 组	39.12% ± 6.24%	31.00% ± 5.61% <sup>ab</sup>	31.33% ± 4.96% <sup>ab</sup>	31.00% ± 4.00% <sup>ab</sup>	36.56% ± 5.12% <sup>ab</sup>
	对照组	39.23% ± 5.28%	37.06% ± 4.78%	37.01% ± 5.25%	36.03% ± 4.26%	30.12% ± 4.23% <sup>a</sup>

a 为  $P < 0.05$ , 与稀释前比较; b 为  $P < 0.05$ , 与组间比较。

能力下降,由此可能带来组织器官缺氧。研究表明,在机体血容量足够的前提下,血液 HCT 不低于 20%,即可向组织提供足够的氧供,认为最适合组织氧供的 HCT 为 0.30 而不是 0.45<sup>[5]</sup>,认为适度的血液稀释有利于氧的输送,改善重要脏器的灌注和微循环<sup>[6,7]</sup>。本研究结果发现急性等容血液稀释组在稀释前后以及对照组比较血气均无明显差异 ( $P > 0.05$ ),结果与报道一致。

贺斯在中度急性等容血液稀释后的 120 min 内可迅速扩容,良好替代的血容量,维持 MAP 和 CVP 在血液稀释前后无明显变化, PVRI 和 SVRI 在血液稀释后下降有可能是因为血液稀释后组织血流灌注增加,外周和肺循环血管扩张。CPP 的升高可提示心肌血流灌注增加,提示中度急性等容血液稀释对冠心病患者可能有心脏保护作用。在急性等容血液稀释前后,组织氧供和氧耗保持在稀释前水平,说明对冠心病患者进行中度急性等容血液稀释时,机体的氧供和氧耗量是平衡的,有足够的组织氧供<sup>[8]</sup>。

组织的血流灌注是机体内细胞存活和组织器官维持正常功能的必要条件,血液流变学的参数可作为反映微循环功能的重要指标。血流缓慢和淤滞是造成血栓形成的主要原因,适当降低血液粘度能促进血流灌注,使血液循环能在正常压力下通过高阻力的血管床,减少血栓栓塞的发生率<sup>[9]</sup>。本研究结果发现,中度急性等容血液稀释后,血细胞压积、全血粘度、全血还原粘度降低,红细胞聚集指数下降,有利于血流通过狭窄的冠状动脉,能有效改善微循环障碍,保证组织的血液灌注,防止组织发生缺血缺

氧损害<sup>[9,10]</sup>,故对冠心病患者具有保护作用。

综上所述,冠心病患者结肠代膀胱术前进行中度的急性等容血液稀释,血流动力学稳定,可增加组织血流灌注,保证氧供,提高机体对失血的耐受程度,减少异体输血,是一种安全有效的血液保护措施,中度急性等容血液稀释在冠心病患者的围术期尚具有心脏保护作用。

#### [参考文献]

- [1] Fukusaki M, Matsumoto M, Yamaguchi K. Effects of hemodilution during controlled hypotension of hepatic, renal, and pancreatic function in human[J]. *J Clin Anesth*, 1996, **8**: 545-550
- [2] Monk TG, Goodnough LT. Acute normovolemic hemodilution[J]. *Clinical Thromb*, 1998, **357**: 74-81
- [3] Monk TG, Goodnough LT, Binkmeier JD. Acute normovolemic hemodilution is a cost-effective alternative to preoperative autologous blood donation by patients undergoing radical retropubic prostatectomy[J]. *Transfusion*, 1995, **35**: 559-565
- [4] Mielke L, Elmar K, Mickael K. Preoperative acute hypervolemic hemodilution with hydroxyethylstarch: an alternative to acute normovolemic hemodilution[J]? *Anesth Analg*, 1997, **84**: 26-30
- [5] Messmer K, Kreimeier G, Zntaglieri M. Present state of intentional hemodilution[J]. *Eur Surg Res*, 1996, **18** (2): 254-263
- [6] Monk TG, Goodnough LT, Palley DD. Acute normovolemic hemodilution can replace preoperative autologous blood donation as a standard of care for autologous blood procurement in radical prostatectomy[J]. *Anesth Analg*, 1997, **85**: 953-958
- [7] Spahn DR, Schmidt ER, Seifert B. Hemodilution to tolerance in patients with coronary artery disease who are receiving chronic  $\beta$ -adrenergic blocker therapy[J]. *Anesth Analg*, 1996, **82**: 687-694
- [8] George J, Crystal M, Ramezani M.  $\beta$ -adrenergic stimulation restores oxygen extraction reserve during acute normovolemic hemodilution[J]. *Anesth Analg*, 2002, **95**: 851-857
- [9] 王合梅, 宋子贺, 贾慧群. 术前急性高容量血液稀释对食管癌根治术中患者血小板活化的影响[J]. *中华麻醉学杂志*, 2005, **25** (3): 238-239
- [10] Rekish Kumar, Indranit Chakraborty, Raninder Sehgal. A prospective randomized study comparing two techniques of perioperative blood conservation: Isovolemic hemodilution and hypervolemic hemodilution[J]. *Anesth Analg*, 2002, **95**: 1154-1161

(此文编辑 文玉珊)