

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2018.28.016
文章编号: 1005-8982 (2018) 28-0089-06

正反 Trendelenburg 体位对气腹 相关血流动力学变化的影响

谭薇¹, 韩园², 钱栋臣¹, 郑蒙蒙¹, 齐敦益²

(1. 徐州医科大学麻醉学院, 江苏 徐州 221004; 2. 徐州医科大学附属医院
麻醉科, 江苏 徐州 221006)

摘要: **目的** 探讨气腹及正反 Trendelenburg 体位对腹腔镜腹部手术患者血流动力学的影响。**方法** 44 例行腹腔镜手术患者被纳入研究。根据手术体位分为 A 组: 反 Trendelenburg 位 (头高 30°)。B 组: Trendelenburg 位 (头低 30°)。术中所有患者的气腹压力均设为 13 ~ 15 mmHg, 使用 Frotrac 传感器在各时间点对心率 (HR)、平均动脉压 (MAP)、中心静脉压 (CVP)、心排量 (CO)、体循环阻力 (SVR) 等数据进行收集。**结果** 气腹即刻可以引起 MAP、CVP、SVR 升高, HR 增快, CO 下降; 在体位改变后, A 组中 CVP 降低, 随后 SVR 和 MAP 呈下降趋势, CO 和 CVP 呈上升趋势; B 组中 MAP、CVP 及 CO 升高, SVR 降低, 随后 SVR、MAP 及 CVP 呈下降趋势, CO 呈上升趋势。**结论** 气腹可以引起血流动力学的剧烈波动。Trendelenburg 体位可以改善患者在气腹条件下的血流动力学波动, 但是对于患有心功能不全的患者, 可能增加心血管风险。反 Trendelenburg 体位对气腹后血流动力学的影响较小。腹腔镜手术可以减轻手术操作时对患者胃肠道的刺激。

关键词: 腹腔镜; Trendelenburg 体位; 血流动力学

中图分类号: R614

文献标识码: A

Hemodynamic effect of Trendelenburg position and reverse Trendelenburg position on patients with laparoscopic abdominal surgery

Wei Tan¹, Yuan Han², Dong-chen Qian¹, Meng-meng Zheng¹, Dun-yi Qi²

(1. School of Anesthesiology, Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu 221004, China;

2. Department of Anesthesiology, the Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University,
Xuzhou, Jiangsu 221006, China)

Abstract: Objective To prospectively examine the hemodynamics of pneumoperitoneum and Trendelenburg and reverse Trendelenburg position in the patients undergoing laparoscopic abdominal surgery. **Methods** Forty-four patients undergoing laparoscopic surgery were included in the study. According to surgical requirements they were divided into a group A (reverse Trendelenburg position, head up 30°) and a group B (Trendelenburg position, head down 30°). All patients received an abdominal pressure of 13-15 mmHg during operation. The data including heart rate (HR), mean arterial pressure (MAP), central venous pressure (CVP), cardiac output (CO) and systemic circulation resistance (SVR) were collected at various time points using the Frotrac sensor. **Results** Insufflation

收稿日期: 2018-01-23

[通信作者] 齐敦益, E-mail: 9472540@qq.com

caused significant increases in MAP, CVP, SVR and reduction of CO, and slight increase of HR. In the group A, CVP dropped, followed by decreasing trends of SVR and MAP and increasing trends of CO and CVP. In the group B, MAP, CVP and CO of the patients were increased, SVR was decreased, but HR remained unchanged; then CO showed an upward trend, while SVR, MAP and CVP showed downward trends. **Conclusions** Pneumoperitoneum can cause significant fluctuation of hemodynamic indexes. Trendelenburg position can improve hemodynamic fluctuations in the patients under pneumoperitoneum and reduce adverse effects on the body, however, for the patients with heart failure, the increase in pre-cardiac load may be more detrimental to the patients. Reverse Trendelenburg position nearly does not change the patients' hemodynamics. Laparoscopic surgery can reduce gastrointestinal irritation in the patients during operation.

Keywords: laparoscopy; Trendelenburg position; hemodynamics

腹腔镜手术可以减轻手术操作对患者胃肠道的刺激,降低对腹膜的损伤程度,明显缩短禁食和住院时间,所以被广泛应用于临床。

但是,一般超过 10 mmHg 的气腹压会引起明显的血流动力学改变以及应激反应。气腹对血流动力学的影响主要与腹内压增高引起的前后负荷的改变,高碳酸血症对心肌的直接抑制作用,以及其对周围血管的作用有关^[1]。此外,儿茶酚胺,肾素-血管紧张素系统以及血管加压素的释放量在气腹期间均有增加。气腹引起的不良心血管改变的特征是动脉压(arterial pressure, AP)、中心静脉压(central venous pressure, CVP)及体循环阻力(systemic vascular resistance, SVR)升高,心排血量(cardiac output, CO)下降。

几乎所有的腹腔镜腹部手术中常规应用正反 Trendelenburg 体位来优化腹膜内的视野。气腹状态合并特殊体位可能导致机体病理生理改变,使手术期间的麻醉管理更加复杂。正常的患者可以很好地耐受气腹造成的血流动力学波动。但是随着年龄的增长,血管硬化,心血管代偿功能减退,对循环血量改变的适应能力降低,尤其对伴有高血压、缺血性心脏病或其他并发症的患者,气腹对血流动力学的影响可能是灾难性的。

目前研究发现,通过不同的测量技术观察气腹中体位对血流动力学的影响尚未得到相一致的结果,且既往关于正反 Trendelenburg 体位对腹腔镜影响的研究以 AP、平均动脉压(MAP)的变化作为监测外周循环阻力的指标^[2],尚缺乏直接的证据证明对外周血管阻力的影响。

本研究旨在运用 Flo Trac/Vigileo 监测系统观察气腹对患者术中的影响并客观的比较正反 Trendelenburg 体位对腹腔镜腹部手术患者的血流动力学改变。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2016 年 12 月-2017 年 5 月徐州医科大学附属医院收治择期行腹腔镜胃肠手术患者 44 例。患者平均年龄为 58 岁(30~65 岁),平均体重 61 kg(50~70 kg),ASA I 或 II 级。排除血压不稳定(高/低血压)、左心功能差、心律失常、心脏瓣膜性疾病、贫血、病态肥胖,以及严重的肝、肾、内分泌和心功能障碍患者。

1.2 方法

入室后建立常规监测,包括心电图,有创血压和血氧饱和度(SpO₂)。麻醉诱导前 15 min 给予 0.5 mg 长托宁后,用咪达唑仑 0.05 mg/kg、舒芬太尼 0.5 μg/kg、依托咪酯 0.25 mg/kg 及苯磺酸顺式阿曲库铵 0.3 mg/kg 进行麻醉诱导。插管后,患者接受容量控制通气。设置初始潮气量 8~10 ml/kg,呼吸频率 12~14 次/min。I:E 为 1:2,吸入气氧浓度(FiO₂)100%。在整个手术过程中根据动脉血气状况调整呼吸参数,以保持 PaCO₂ 在 35~45 mmHg,气道压力 <30 cmH₂O。丙泊酚 4~8 mg/(kg·h)、瑞芬太尼 0.25~0.35 μg/(kg·min)、苯磺酸顺式阿曲库铵 2 μg/(kg·min) 静脉泵注进行麻醉维持,并根据术中状况调整剂量。采用 Pearlcare 麻醉深度监测仪(浙江仙居一洋医药有限公司)监测 BIS,使 BIS 值维持在 40~60。同时监测中心静脉压和食管温度。将插入桡动脉的导管连接到第三代 Flo Trac/Vigileo 系统的换能器(上海爱德华华医疗用品有限公司),每 20 s 连续更新 MAP、心率(heart rate, HR)、每搏输出量变异(stroke volume variation, SVV)及 CO 数据。血流动力学参数如 HR、MAP、SVV、CO 及 SVR 可以连续测量或由患者信息和 CVP 数据计算。手术切皮前给予瑞芬太尼 1 μg/kg 降低切皮刺激对血流动力学的影响。手术由同一组

外科医生以标准方式进行。所有患者主要处于仰卧位, 用 Verres 针建立二氧化碳气腹, 使气腹压力维持在 13 ~ 15 mmHg。根据手术要求分为 A 组 ($n=22$): 采用反 Trendelenburg 位 (头高 30°)。B 组 ($n=22$): 采用 Trendelenburg 位 (头低 30°)。术中气腹时间 > 2 h 则从本实验中排除。在首次血液动力学测量之前给予静脉输注复方电解质溶液 8 ~ 10 ml/kg, 使 SVV > 13%。在术中静脉输注乐加 (钠钾镁钙葡萄糖液) 和羟乙基淀粉 [6 ml / (kg · h), 晶胶比 1 : 1] 并根据出血量个体化补充血液流失量。在手术结束前 30 min 停止肌松药泵注。关腹缝皮结束后, 停止丙泊酚及瑞芬太尼输注并使用氟比洛芬酯 100 mg 进行术后镇痛。术后使用新斯的明常规拮抗, 患者在手术室或转移到麻醉恢复室拔管。

在急性和严重的血流动力学波动的情况下, 采取以下医疗干预措施: 对心动过缓 (HR < 45 次/min), 静脉推注剂量为 0.6 mg 的阿托品; 对于低血压 (MAP < 60 mmHg), 加快静脉液体输注速度或静脉推注去氧肾上腺素; 对于高血压 (MAP > 110 mmHg) 可静脉推注乌拉地尔。手术中需要推注血管活性药物的数据从后续分析中排除。

1.3 观察指标

本研究主要观察并记录术中 HR、MAP、SVR、CO 及 CVP。所有参数的基线值在气腹前 10 min 且血流动力学平稳时进行记录。分别于气腹前 10 min (T_1)、气腹即刻 (T_2)、气腹后 5 min 改变体位时 (T_3)、气腹后 10 min (T_4)、气腹后 30 min (T_5)、气腹后 60 min (T_6) 及气腹结束恢复体位后 1 min (T_7) 时记录 HR、

MAP、CVP、SVR 及 CO。并记录手术时间、气腹时间及 BIS 值。

1.4 统计学方法

数据分析采用 SPSS 16.0 统计软件, 计量资料均以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用 t 检验, 组内多时间点的比较采用重复测量数据的方差分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料的比较

术中有 3 例患者因气腹持续时间 > 2 h (A 组 2 例, B 组 1 例) 及手术中使用降压药 1 例 (B 组 1 例) 被排除。剩余的 40 例患者在年龄、身高、体重、气腹时间及手术时间等一般情况差异无统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 两组血流动力学指标水平的比较

两组 T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 、 T_5 、 T_6 及 T_7 的 CO、SVR、MAP、HR、CVP 比较采用重复测量设计的方差分析, 结果: ①不同时间点的 CO、SVR、MAP、HR、CVP 有差异 ($F=8.675$ 、 21.911 、 35.716 、 9.020 和 52.835 , 均 $P=0.000$); ②两组 CO、SVR、MAP、HR 水平无差异 ($F=0.200$ 、 0.118 、 0.573 和 0.627 , $P=0.658$ 、 0.733 、 0.454 和 0.433), 两组 CVP 水平有差异 ($F=34.984$, $P=0.000$); ③两组 CO、SVR、MAP、HR 变化趋势无差异 ($F=2.045$ 、 1.248 、 2.081 和 0.943 , $P=0.087$ 、 0.308 、 0.082 和 0.478), 两组 CVP 变化趋势有差异 ($F=23.053$, $P=0.000$)。见表 2。

表 1 两组患者一般资料 ($n=20$, $\bar{x} \pm s$)

组别	年龄 / 岁	身高 / cm	体重 / kg	气腹时间 / h	手术时间 / h
A 组	58.550 ± 6.770	167.800 ± 5.754	61.500 ± 6.613	3.510 ± 0.304	4.470 ± 0.385
B 组	59.200 ± 7.113	166.000 ± 7.053	60.250 ± 5.829	3.515 ± 0.272	4.490 ± 0.351
t 值	-0.292	0.883	0.627	-0.061	-0.168
P 值	0.982	0.246	0.450	0.553	0.561

表 2 两组患者不同时间点血流动力学比较 ($n=20$, $\bar{x} \pm s$)

组别	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7
A 组							
HR / (次/min)	53.000 ± 4.3877	57.400 ± 9.719 ²⁾	56.550 ± 7.345 ²⁾	61.350 ± 7.125 ²⁾	62.850 ± 8.689 ²⁾³⁾	65.150 ± 10.153 ²⁾³⁾	61.300 ± 11.649 ²⁾
MAP / mmHg	77.950 ± 13.578	95.700 ± 12.893 ²⁾	95.150 ± 13.612 ²⁾	92.700 ± 10.306 ²⁾	84.900 ± 10.706 ²⁾³⁾	88.100 ± 9.673 ²⁾³⁾	86.550 ± 13.05 ²⁾³⁾

续表 2

组别	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
A 组							
CVP/ cmH ₂ O	7.700 ± 1.949	13.350 ± 2.084 ²⁾	9.850 ± 1.663 ^{2) 3)}	10.900 ± 1.553 ^{2) 3)}	11.350 ± 2.084 ^{2) 3)}	11.150 ± 2.033 ^{2) 3)}	7.650 ± 1.309 ³⁾
CO (L/ min)	3.480 ± 0.633	3.270 ± 0.61 ²⁾	3.295 ± 0.57 ²⁾	3.505 ± 0.82	3.490 ± 0.92	4.100 ± 1.14 ^{2) 3)}	4.820 ± 1.10 ^{2) 3)}
SVR[dyn/ (s · cm ⁵)]	1 612.952 ± 299.248	2 063.353 ± 335.238 ²⁾	2 106.000 ± 442.821 ²⁾	1 932.948 ± 544.467 ²⁾	1 782.950 ± 595.141 ³⁾	1 592.146 ± 650.030 ³⁾	1 361.400 ± 362.200 ^{2) 3)}
B 组							
HR/ (次/min)	53.950 ± 8.469	56.050 ± 10.133	56.500 ± 8.828 ²⁾	58.000 ± 9.154 ²⁾	58.350 ± 8.677 ²⁾	61.650 ± 11.104 ^{2) 3)}	60.200 ± 10.631 ²⁾
MAP/ mmHg	74.250 ± 7.684	91.500 ± 10.211 ²⁾	97.150 ± 10.820 ^{2) 3)}	90.150 ± 10.994 ²⁾	86.700 ± 11.801 ²⁾	83.800 ± 12.038 ^{2) 3)}	83.250 ± 10.973 ^{2) 3)}
CVP/ cmH ₂ O	8.550 ± 2.305	13.450 ± 2.856 ²⁾	18.750 ± 3.567 ^{1) 2) 3)}	16.900 ± 3.809 ^{1) 2) 3)}	16.450 ± 3.692 ^{1) 2) 3)}	16.150 ± 4.056 ^{1) 2) 3)}	9.050 ± 2.012 ³⁾
CO (L/ min)	3.475 ± 1.078	3.245 ± 0.924 ²⁾	3.520 ± 0.966 ³⁾	3.515 ± 1.091 ³⁾	3.545 ± 1.412	3.605 ± 1.414	4.180 ± 1.429 ^{2) 3)}
SVR[dyn/ (s · cm ⁵)]	1 597.300 ± 366.012	2 026.350 ± 500.828 ²⁾	1 905.05 ± 449.420 ²⁾	1 797.746 ± 516.407 ^{2) 3)}	1 704.650 ± 444.942 ³⁾	1 623.850 ± 423.427 ³⁾	1 508.900 ± 382.724 ³⁾

注: 1) 与 A 组比较, $P < 0.05$; 2) 与 T₁ 比较 $P < 0.05$; 3) 与 T₂ 比较 $P < 0.05$

3 讨论

腹腔镜手术因其降低术后疼痛, 减少住院时间及围手术期并发症发病率的优势现被广泛用于各种腹部手术中。目前已知气腹压力的大小, 基线血流动力学水平, 患者心脏前负荷体积状况, 麻醉技术及药物和测量工具都将影响到血流动力学结果。本研究采用 Flo Trac/Vigileo 监测系统连续测量血流动力学各项指标。Flo Trac/Vigileo 监测系统是一种新的微创血流动力学监测系统, 可以通过对动脉波形的分析, 结合患者的个人资料来计算 CO, 不需要用其他方法进行定标。有研究显示该监测系统在 CO 变化范围内和各种临床情况下可以准确反映 CO^[3-4]。本研究为排除有效循环血量不足对 CO 的影响, 两组患者在首次血液动力学测量之前给予静脉输注复方电解质溶液 8 ~ 10 ml/kg, 使 SVV > 13%。

本研究观察了气腹中血流动力学的改变, 证明气腹初期患者的血流动力学已发生明显变化, 如 MAP、CVP、SVR 均升高, CO 下降, HR 增快。但是到目前为止临床有关体位的影响却没有明确的、一致的研究结果, 表明参与体位调节的影响因素较为复杂^[5]。本研究发现在反 Trendelenburg 体位 30° 时, CVP 明显

下降, 但是 HR、CO、MAP 及 SVR 无明显改变, 而将患者置于 Trendelenburg 体位 30° 时, 与 MAP、CVP、CO 均升高, SVR 下降, HR 基本保持不变。

气腹可以导致膈肌上抬, 使胸腔内压力升高, 静脉回流受阻, 回心血量降低, 从而使 CO 减少 10% ~ 30%。压力感受器反射能舒张血管, 使 HR 稍有增高或保持不变^[1]。ZUCKERMAN 等^[6] 研究报道气腹后左心室舒张末期容积 (LVEDV) 显著减少, 证明了胸腔内压力的增高影响了静脉血的回流。本实验中观察到患者气腹后 CO 减少 5%。与胸腔内压的增高影响了静脉血的回流有关, 而心率的代偿性增加可以缓解 CO 的降低。正常的 CVP 与心功能、血容量、血管张力及胸腔内压力相关。气腹后虽然静脉回流受阻但腹内压力增高从而导致 CVP 明显升高。证明了 CVP 在气腹状态下不能准确反映心脏充盈。也有学者研究报道 CVP 增加是由于直接的气腹压力的影响而不是前负荷的改变^[6]。在本研究中, 因为未监测胸腔内血容量 (ITBV), 所以具体机制还有待进一步研究分析。气腹导致 SVR 的增加不仅是对 CO 减少的交感反射, 还被认为由机械和神经体液因素共同介导的。气腹后 CO 减少, 机体交感神经兴奋代偿性的升

高 SVR 以维持动脉血压, SVR 的升高又进一步降低 CO, 形成恶性循环。有大量研究表明神经体液的因素可能与儿茶酚胺, 肾素-血管紧张素系统以及血管加压素的释放有关^[7]。MAP 升高则可能与体循环阻力升高及腹内压对腹内脏器的压迫致体循环血液重新分配有关。

已经有许多与气腹头高位相关的 CO 减少, 升高和不变结果的文章报道。HOFFER 等^[8]的研究中发现在 Trendelenburg 体位时 CO 显著的降低。但在其他的研究报道中 CO 并不受 Trendelenburg 位置的影响^[9]。本实验发现当患者处于 Trendelenburg 体位 30° 时, 与体位未改变时比较 CVP、CO 及 MAP 升高, SVR 下降。其机制可能与头低位时由于重力的影响使得下肢的血液迅速回流, 导致心脏的前负荷显著增加。头低位后 5 min SVR 的降低可能与 CO 增加引起的交感神经反射减弱有关。Trendelenburg 体位虽然在一定程度上可抵消气腹压力的机械压迫对回心血量的减少作用, 促使 CO 有一定的增加。然而, 对于冠状动脉硬化性疾病变尤其是伴有心室功能下降的患者, 可能引起剧烈的容量和压力变化, 增加心肌耗氧。随着气腹压力的增高 (IAP 为 15 mmHg), 本研究观察到部分患者 CVP 显著升高, CO 进一步下降, SVR 有进一步升高的趋势。这可能由于高胸腔内压使静脉回流阻力进一步增加, 使 CO 进一步降低, 从而抵消了重力作用对回心血量的影响。交感神经反射性引起体循环阻力的升高相关。

DORSAY 等^[10]曾观察了 20° 反向 Trendelenburg 体位可以导致 CO 减少 11%。头高位时, 加上气腹对血流动力学的协同作用可以使回心血量减少, CO 和平均动脉压下降。然而在 ZUCKERMAN 等^[6]的研究中气腹后反向 Trendelenburg 体位对血流动力学参数却没有影响。其相关机制并未明确。本研究将患者置于反 Trendelenburg 30° 位置发现可以导致 CVP 降低, 而其他血流动力学参数几乎不受影响。当气腹与头高位结合时, 可以使患者回心血量进一步减少, 身体位置的影响加强在气腹期间 CVP 的降低。HACHENBERG 等^[11]也证明在腹腔镜术中胸腔内血容量随着头高位而下降。其他血流动力学指标均未有明显变化可能基于患者术前充足的心脏前负荷体积状况, 即更高的 ITBV 水平, 心脏充盈更好相关。此外, CO 是反映心泵功能的重要指标, 除受前后负荷及心率的影响外还与心肌收缩性相关, 在正常心功能及血管张力的调节下, 代偿性

的心肌收缩增强将会使循环维持在临床正常范围。在相对较短的时间内机体可以得到很好的补偿。

患者 CO 和 SVR 在气腹后 10 min 代偿机制启动, 大部分患者 30 min 可逐渐恢复到气腹前水平。气腹的刺激可以使血浆心钠素 (ANP) 释放增加, ANP 具有强效的利尿利钠作用, 还可以舒张血管平滑肌, 调节细胞钙稳态等广泛的生物学效应。可以有效缓解血流动力学的剧烈波动^[12-13]。少部分患者可延长到气腹后 60 min, 这可能与少数患者有血管硬化, 自身调节的功能下降, 不能有效代偿气腹所致的血流动力学波动有关。但是在试验中大部分患者的 HR、MAP 指标在气腹后 60 min 仍然无好转, 一直延续到气腹结束后初期, 可能与气腹二氧化碳吸收增加交感神经张力, 释放儿茶酚胺类物质导致 MAP、HR 及 CO 上升, 对心脏产生正性肌力及速率作用。

综上所述, 气腹可引起剧烈的血流动力学波动。反 Trendelenburg 体位对患者的血液动力学改变影响较小。与反 Trendelenburg 体位比较, 在 Trendelenburg 体位时可以改善患者在气腹条件下的血流动力学波动, 减少对机体带来的不良影响。但是对于患有心功能不全, 伴随前负荷的进一步增高, 心血管风险更加明显。掌握气腹条件下一般患者的血流动力学变化的特点, 有助于对接受腹腔镜手术的高危患者做出正确处理。并且根据其血流动力学变化及时做出适当调整。

参 考 文 献:

- [1] KOIVUSALO A M, LINDGREN L. Effects of carbon dioxide pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy[J]. Acta Anaesthesiol Scand 2000, 44(7): 834-841.
- [2] 许艳淑, 陈琦. 腹腔镜手术气腹和不同体位对呼吸循环的影响[J]. 中国内镜杂志, 2009, 15(8): 862-864.
- [3] 胡建, 张蕊, 鲍红光, 等. FloTrac/Vigileo 监测不同 CO₂ 气腹压对腹腔镜妇科手术患者血流动力学的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2012, 28(10): 981-984.
- [4] 许常娥, 鲍红光, 张咏梅, 等. FloTrac / Vigileo 监测下不同体位腹腔镜手术患者血流动力学的变化[J]. 临床麻醉学杂志, 2014, 30(12): 1169-1171.
- [5] 古博, 闵苏. 老年妇科腹腔镜手术气腹、体位及高碳酸血症对循环功能的影响[J]. 重庆医学, 2010, 39(6): 695-696.
- [6] ZUCKERMAN R, GOLD M, JENKINS P, et al. The effects of pneumoperitoneum and patient position on hemodynamics during laparoscopic cholecystectomy[J]. Surg Endosc 2001, 15(6): 561-565.
- [7] IRWIN M G. Transoesophageal acoustic quantification for evaluation of cardiac function during laparoscopic surgery[J].

- Anaesthesia 2001, 56(7): 623-629.
- [8] MEININGER D, WESTPHAL K, BREMERICH D H, et al. Effects of posture and prolonged pneumoperitoneum on hemodynamic parameters during laparoscopy[J]. World J Surg 2008, 32(7): 1400-1405.
- [9] DORSAY D A, GREENE F L, BAYSINGER C L. Hemodynamic changes during laparoscopic cholecystectomy monitored with transesophageal echocardiography[J]. Surg Endosc 1995, 9(2): 128-133.
- [10] HOFER C K, ZALUNARDO M P, KLAGHOFER R, et al. Changes in intrathoracic blood volume associated with pneumoperitoneum and positioning[J]. Acta Anaesthesiol Scand 2002, 46(3): 303-308.
- [11] HIRVONEN E A, POIKOLAINEN E O, PÄÄKKÖNEN M E. The adverse hemodynamic effects of anesthesia, head-up tilt, and carbon dioxide pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy[J]. Surg Endosc 2000, 14(3): 272-277.
- [12] 冯翠, 戚思华, 高大鹏, 等. 七氟醚对二氧化碳气腹血浆心钠素及内皮素的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2012, 28(7): 652-654.
- [13] 王力甚, 饶瑞标, 倪蓉. 二氧化碳气腹时血流动力学和血浆心钠素的变化[J]. 中华麻醉学杂志, 1999, 19(1): 39-41.

(张西倩 编辑)