

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2014.30.003

七氟烷预处理或后处理对胸外科手术单肺通气患者肺内分流的影响^{*}张红芹¹, 王地萍^{1△}, 黎平², 肖维¹, 徐璐¹

(1. 重庆市第三人民医院麻醉科 400014; 2. 重庆医科大学附属第一医院麻醉科 400016)

摘要:目的 探讨七氟烷预处理或后处理对胸科手术单肺通气(OLV)患者肺内分流的影响。方法 80 例择期行开胸手术 OLV 的患者分为 4 组:全凭静脉组(P 组),七氟烷预处理组(S1 组),七氟烷后处理组(S2 组),七氟烷全程吸入组(S3 组),每组 20 例。在麻醉诱导前(T₀)、OLV 前(T₁)即七氟烷预处理 30 min 后、OLV 30 min(T₂)、OLV 60 min(T₃)、OLV 结束前(T₄)、OLV 结束后 30 min(T₅)采集桡动脉及右心房血样行血气分析,计算肺内分流率(Q_s/Q_t),同时记录血流动力学指标及相关的临床数据。**结果** OLV 期间,4 组患者氧分压较双肺通气时明显降低(P<0.05),但 4 组间的氧分压比较差异无统计学意义(P>0.05);4 组患者的肺内分流较双肺通气时明显增加(P<0.05),但 S1、S2、S3 组的肺内分流较 P 组低(P<0.05),S1、S2、S3 组间差异无统计学意义(P>0.05)。**结论** 七氟烷预处理、后处理全程处理能降低 OLV 患者肺内分流,但 3 种处理方式之间无显著差异,也不能明显提高动脉氧分压。

关键词:七氟烷;单肺通气;肺内分流;胸科手术**中图分类号:**R965**文献标识码:**A**文章编号:**1671-8348(2014)30-3991-03The effect of sevoflurane pretreatment or aftertreatment on intrapulmonary shunt for patients with one lung ventilation during thoracic surgical procedures^{*}Zhang Hongqin¹, Wang Diping^{1△}, Li Ping², Xiao Wei¹, Xu Lu¹

(1. Department of Anesthesiology, the Third People's Hospital of Chongqing, Chongqing 400014, China;

2. Department of Anesthesiology, the First People's Hospital of Chongqing, Chongqing 400014, China)

Abstract: Objective To study the effect of sevoflurane pretreatment or aftertreatment on intrapulmonary shunt for patients with one lung ventilation(OLV) during thoracic surgical procedures. **Methods** 80 ASA I or II patients underwent thoracic surgery with OLV were randomly divided into four groups (n = 20 for each): (1) Propofol group (group P); (2) Sevoflurane pretreatment group (group S1); (3) Sevoflurane aftertreatment group (group S2); (3) Sevoflurane whole-treatment group (group S3). Blood samples were taken from radial artery and right atrial blood before induction of anesthesia (baseline T₀), before OLV (sevoflurane pretreatment 30 min, T₁), after OLV 30, 60 min and before the end of OLV (T₂-T₄) and after the end of OLV (T₅) for measurement of blood gases and calculation of Q_s/Q_t. The indexes of hemodynamics and relative clinical data were recorded. **Results** Arterial oxygen pressure of the four groups for OLV significantly reduced, when compared with double lung ventilation (P<0.05), but there was no significant difference among the four groups (P>0.05). Intrapulmonary shunt of the four groups for OLV significantly increased, when compared with double lung ventilation (P<0.05), but intrapulmonary shunt of S1, S2 and S3 groups significantly decreased, when compared with P group, and there was no significant difference for S1, S2 and S3 groups (P>0.05). **Conclusion** Sevoflurane can decrease intrapulmonary shunt for patients during OLV, but there is no significant difference for pretreatment or aftertreatment or whole treatment and do not increase arterial oxygen pressure.

Key words: sevoflurane; one lung ventilation; intrapulmonary shunt; thoracic surgical procedures

单肺通气(one lung ventilation, OLV)已广泛用于胸科开胸手术,但 OLV 期间常出现低氧血症而导致急性肺损伤^[1]。这种急性肺损伤是胸科手术一种常见且高危的并发症,明显影响手术安全性及患者术后恢复。如何降低围术期 OLV 急性肺损伤,保护肺功能越来越受到临床工作者的广泛关注与重视。动物实验及心肺转流术患者中研究证实,吸入麻醉药七氟烷预处理或后处理均能减轻肺缺血再灌注所致急性肺损伤^[2-7]。但七氟烷预处理或后处理对胸科手术患者 OLV 所致急性肺损伤是否也具有保护作用,目前尚不清楚。OLV 存在肺动静脉分流。影响分流的因素很多,其中低氧性肺血管收缩

(hypoxic pulmonary vasoconstriction, HPV)是影响肺动静脉分流的最重要因素。因此本研究旨在探讨七氟烷预处理或后处理对胸科手术 OLV 患者肺内动静脉分流的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2013 年 1~10 月在重庆市第三人民医院麻醉科需择期行开胸手术 OLV 的患者 80 例,年龄 20~65 岁,ASA I~II 级,随机分为 4 组:全凭静脉组(P 组),七氟烷预处理组(S1 组),七氟烷后处理组(S2 组),七氟烷全程吸入组(S3 组),每组 20 例。排除标准:体质量小于 40 kg 或大于 100 kg、术前无免疫疾病及严重心肺疾病,术中出现意外情况,手术

^{*} 基金项目:重庆市卫生局基金资助项目(2012-2-217)。 作者简介:张红芹(1970-),副主任医师,本科,主要从事临床麻醉工作。[△] 通讯作者, E-mail: cq-1xd@163.com。

前后过度紧张及术后重症感染者。本研究已获重庆市第三人民医院伦理委员会同意,并与患者家属签署知情同意书。

1.2 麻醉方法 4组病例麻醉诱导相同:静脉注射咪达唑仑 0.04 mg/kg、芬太尼 3~4 μ g/kg,靶控输注丙泊酚(血浆靶浓度 3 μ g/mL),静脉注射罗库溴铵(0.8 mg/kg),肌松充分后行双腔支气管插管,同时用纤维支气管镜调整气管导管位置,接麻醉机,进行机械通气。麻醉维持:P组给予靶控输注丙泊酚(血浆靶浓度 3 μ g/mL)及瑞芬太尼(血浆靶浓度 5 ng/mL)全凭静脉麻醉;S1组麻醉诱导完成用 1.0 MAC 七氟烷吸入 30 min 作七氟烷预处理后行 OLV,靶控输注丙泊酚及瑞芬太尼静脉麻醉至术毕;S2组 OLV 结束时用七氟醚膨胀非通气侧肺,1.0 MAC 七氟烷吸入 30 min 作七氟烷后处理,靶控输注丙泊酚及瑞芬太尼静脉麻醉至术毕;S3组用七氟烷 1.0 MAC 全程吸入并复合靶控输注丙泊酚及瑞芬太尼维持麻醉,OLV 结束时用七氟醚膨胀非通气侧肺。4组术中均间隔 30 min 静脉注射苯磺酸阿曲库胺(0.25 mg/kg)维持肌松。在手术过程中监测心电图(ECG)、心率(HR)、平均动脉压(MAP)、 SpO_2 、呼气末二氧化碳分压($PetCO_2$)及体温,保持术中的麻醉、呼吸、循环、代谢稳定。

1.3 检测指标 所有患者麻醉诱导前(T_0)、OLV 前(七氟烷预处理 30 min 后, T_1)、OLV 30 min(T_2)、OLV 60 min(T_3)、OLV 结束前(七氟烷膨胀后处理即刻, T_4)、OLV 结束后 60 min(七氟烷后处理 30 min, T_5)采集桡动脉及右心房血样,采用美国 GEM3000 便携式临床血气分析仪行血气分析(PH,

$PaSO_2, PaCO_2$),根据公式 $Q_s/Q_t = (CcO_2 - CaO_2) / (CcO_2 - CvO_2) \times 100\%$,计算肺内动静脉分流率(Q_s/Q_t),分析比较各组患者 Q_s/Q_t 。其中 CcO_2 为肺毛细血管血氧含量,吸入纯氧时 $CcO_2 = 1.34 \times Hb \times SaO_2 + (713 - PaCO_2 \div 0.8) \times 0.003$,吸入空气时 $CcO_2 = 1.34 \times Hb \times SaO_2 + (149 - PaCO_2 \div 0.8) \times 0.003$ 。 CaO_2 为动脉血氧含量, $CaO_2 = 1.34 \times Hb \times SaO_2 + PaO_2 \times 0.003$ 。 CvO_2 为混合静脉血氧含量, $CvO_2 = 1.34 \times Hb \times SvO_2 + PaO_2 \times 0.003$ 。 SaO_2 为动脉血氧饱和度,二氧化碳分压($PaCO_2$), SvO_2 为混合静脉血氧饱和度, PaO_2 为动脉血氧分压, Hb 为血红蛋白。同时记录 $PetCO_2$ 、HR、MAP。

1.4 统计学处理 采用 SPSS10.0 软件进行数据处理,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用单因素方差分析,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

从麻醉诱导到 OLV 的整个过程中,4组患者动脉血 pH 值、 $PaCO_2$ 、 $PetCO_2$ 和血流动力学参数(HR、MAP)无显著性改变,各时间点上组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1、2。OLV 期间(T_2 、 T_3 、 T_4),4组患者 PaO_2 较双肺通气时明显降低($P < 0.05$),但 4组患者最低 PaO_2 都大于 7.92 kPa,4组间的 PaO_2 比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1;OLV 期间,4组患者的肺内分流(Q_s/Q_t)较双肺通气时明显增加($P < 0.05$),S1、S2、S3组的肺内分流较 P 组明显降低($P < 0.05$),但 S1、S2、S3组间差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

表 1 4组患者血气分析变化($n=20, \bar{x} \pm s$)

组别	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
P 组						
pH	7.4 \pm 0.05	7.4 \pm 0.06	7.40 \pm 0.08	7.4 \pm 0.05	7.4 \pm 0.06	7.4 \pm 0.05
PaO_2 (kPa)	49.5 \pm 9.5	50.4 \pm 10.6	20.4 \pm 10.6 ^a	21.6 \pm 10.7 ^a	20.8 \pm 11.6 ^a	50.8 \pm 9.6
$PaCO_2$ (kPa)	5.3 \pm 0.7	5.2 \pm 0.8	5.3 \pm 0.7	5.4 \pm 0.5	5.2 \pm 0.6	5.3 \pm 0.8
$PetCO_2$ (kPa)	4.3 \pm 0.7	4.2 \pm 0.5	4.3 \pm 0.4	4.0 \pm 0.5	4.2 \pm 0.6	4.3 \pm 0.4
S1 组						
pH	7.4 \pm 0.04	7.4 \pm 0.05	7.4 \pm 0.07	7.4 \pm 0.05	7.4 \pm 0.06	7.4 \pm 0.05
PaO_2 (kPa)	50.5 \pm 9.4	50.8 \pm 10.3	21.3 \pm 10.3 ^a	21.1 \pm 10.5 ^a	19.8 \pm 11.2 ^a	49.9 \pm 10.6
$PaCO_2$ (kPa)	5.2 \pm 0.8	5.1 \pm 0.7	5.4 \pm 0.8	5.3 \pm 0.6	5.5 \pm 0.7	5.4 \pm 0.5
$PetCO_2$ (kPa)	4.2 \pm 0.5	4.1 \pm 0.6	4.2 \pm 0.6	4.1 \pm 0.6	4.1 \pm 0.5	4.2 \pm 0.7
S2 组						
pH	7.4 \pm 0.06	7.4 \pm 0.05	7.4 \pm 0.07	7.4 \pm 0.07	7.4 \pm 0.05	7.4 \pm 0.05
PaO_2 (kPa)	49.8 \pm 10.5	51.0 \pm 9.7	22.2 \pm 10.1 ^a	22.0 \pm 10.2 ^a	21.3 \pm 11.4 ^a	50.1 \pm 9.8
$PaCO_2$ (kPa)	5.2 \pm 0.8	5.3 \pm 0.6	5.4 \pm 0.5	5.3 \pm 0.8	5.4 \pm 0.5	5.2 \pm 0.9
$PetCO_2$ (kPa)	4.4 \pm 0.5	4.3 \pm 0.6	4.2 \pm 0.5	4.3 \pm 0.6	4.3 \pm 0.5	4.2 \pm 0.7
S3 组						
pH	7.4 \pm 0.07	7.4 \pm 0.05	7.4 \pm 0.05	7.4 \pm 0.06	7.4 \pm 0.05	7.4 \pm 0.06
PaO_2 (kPa)	50.1 \pm 10.5	50.8 \pm 11.6	22.6 \pm 10.2 ^a	24.5 \pm 10.7 ^a	23.4 \pm 9.6 ^a	51.1 \pm 9.8
$PaCO_2$ (kPa)	5.2 \pm 0.9	5.3 \pm 0.7	5.4 \pm 0.5	5.2 \pm 0.6	5.4 \pm 0.7	5.4 \pm 0.7
$PetCO_2$ (kPa)	4.4 \pm 0.6	4.3 \pm 0.6	4.6 \pm 0.7	4.1 \pm 0.5	4.3 \pm 0.5	4.4 \pm 0.5

^a: $P < 0.05$,与 T_0 、 T_1 、 T_5 、时间比较。

表 3 4 组患者血流动力学和肺内分流变化 (n=20, $\bar{x} \pm s$)

组别	T0	T1	T2	T3	T4	T5
P 组						
HR(次/min)	72±15	71±17	70±15	73±16	75±14	74±16
MAP(mm Hg)	84±19	85±16	84±17	82±13	86±16	87±18
Qs/Qt(%)	16.3±4.7	16.2±3.8	34.3±6.7 ^a	33.4±5.5 ^a	33.2±5.6 ^a	15.3±2.8
S1 组						
HR(次/min)	71±14	72±15	71±16	72±16	74±15	73±17
MAP(mm Hg)	83±16	84±14	83±15	85±17	85±14	86±16
Qs/Qt(%)	15.9±5.7	16.9±3.9	25.3±4.7 ^{ab}	22.4±4.5 ^{ab}	21.7±4.6 ^{ab}	13.3±3.8
S2 组						
HR(次/min)	73±16	73±14	71±16	71±15	75±16	75±14
MAP(mm Hg)	85±16	82±15	83±15	82±17	84±15	85±18
Qs/Qt(%)	15.7±4.9	16.1±4.3	24.7±5.5 ^{ab}	21.8±6.4 ^{ab}	20.3±5.3 ^{ab}	12.5±3.9
S3 组						
HR(次/min)	74±14	76±15	72±17	73±16	75±17	73±15
MAP(mm Hg)	83±16	87±14	82±15	85±15	83±15	84±14
Qs/Qt(%)	14.8±4.6	15.5±4.1	21.3±6.5 ^{ab}	20.3±4.5 ^{ab}	19.8±5.8 ^{ab}	12.8±3.8

^a: P<0.01, 与 T0、T1、T5 比较; ^b: P<0.0, 与 P 组比较。

3 讨 论

本研究结果显示单肺通气时 4 组患者动脉氧分压均明显降低, 肺内 Qs/Qt 明显增高。七氟烷 S1、S2、S3 组 PaO₂、Pet-CO₂、血流动力学与 P 组比较差异无统计学意义 (P>0.05), 但肺内 Qs/Qt 较 P 组明显降低, 组间比较差异有统计学意义 (P<0.05)。提示七氟烷预处理或后处理或全程处理能降低单肺通气时肺内分流, 但不能提高 PaO₂, 这与文献报道一致^[8-9]。

单肺通气是一项较完善的肺隔离技术, 便于暴露手术野、方便手术操作, 已广泛用于胸科开胸手术。手术时开胸侧肺萎陷无通气, 但肺血流未减少, 出现开胸侧肺通气不足而血流灌注良好; 非开胸侧肺受纵隔及腹腔内容物的影响同样出现通气不足而血流灌注良好, 导致肺内动静脉分流, 通气/血流比降低, 出现低氧血症。低氧血症导致肺血管收缩。低氧性肺血管收缩是肺通气与血流关系的重要自身调节机制, 是机体肺循环系统在缺氧状态下重要的保护性机制之一。在局部肺通气不足、低氧的情况下, 该区域的肺血管发生收缩, 减少该区的血流量, 从而调整局部通气/血流比值, 减少肺内分流, 维持氧合^[10]。动物试验显示七氟烷可抑制低氧性肺血管收缩, 导致肺内分流增加, 动脉氧分压下降, 且呈剂量依赖性^[11]。但有关的人体研究结果目前尚无定论。本研究在单肺通气前或后或全程吸入 1.0 MAC 的七氟烷, 肺内动静脉分流率均较丙泊酚复合静脉组显著降低, 表明低剂量七氟烷可降低肺内分流, 间接表明 1.0 MAC 的七氟烷对低氧性肺血管收缩的抑制不明显。

本研究中, 无论是预先吸入还是后吸入或全程吸入 1.0 MAC 的七氟烷均可降低患者肺内分流, 但动脉血氧分压差异无统计学意义, 原因在于: 单肺通气之间影响动脉血氧分压的原因非常复杂, 不仅与肺内动静脉分流率有关, 还涉及氧耗、肺静脉血容量及血红蛋白水平等。文献报道七氟烷吸入可增加

心排量, 增加通气侧肺血流, 这也抵消了部分肺内动静脉分流对动脉血氧分压的影响。

综上所述, 七氟烷预处理或后处理或全程处理可降低单肺通气患者肺内动静脉分流, 但不足以改善动脉血氧分压。七氟烷降低患者肺内动静脉分流的机制尚不清楚, 下一步则详细探讨其可能的机制。

参考文献:

- [1] 游志坚, 徐红霞, 周子超, 等. 不同时间单肺通气对肺部氧化应激水平的影响[J]. 中华全科医学, 2010, 8(12): 1492-1493.
- [2] 柴军, 陈卫民, 韩宁. 七氟烷预先给药对大鼠肺缺血再灌注时紧密连接蛋白表达的影响[J]. 中华麻醉学杂志, 2010, 30(5): 612-614.
- [3] 赵双平, 郭娇, 郭曲练, 等. 不同浓度七氟醚预处理对内毒素急性肺损伤大鼠肺组织的影响(英文)[J]. 中南大学学报: 医学版, 2010, 35(9): 921-927.
- [4] Cho EJ, Yoon JH, Hong SJ, et al. The effects of sevoflurane on systemic and pulmonary inflammatory responses after cardiopulmonary bypass [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2009, 23(5): 639-645.
- [5] Steurer M, Schl pfer M, Steurer M, et al. The volatile anaesthetic sevoflurane attenuates lipopolysaccharide-induced injury in alveolar macrophages[J]. Clin Exp Immunol, 2009, 155(2): 224-230.
- [6] 荣健, 叶升, 江楠, 等. 七氟醚后处理下调 RAGE 抑制犬体外循环肺缺血/再灌注损伤[J]. 中国药理学通报, 2010, 26(6): 723-726.
- [7] 张素品, 张加艳, 于泳浩, 等. 七氟烷后(下转第 3996 页)

也就是说,在 ITV 外扩时不但要考虑到呼吸运动的影响,还要考虑随机误差的影响,在 X、Y 方向应至少外扩 3 mm,而在 Z 方向至少外扩 10 mm。如此才可能避免传统方法在 3D 方向上外扩同样安全边界造成的靶区漏照和(或)正常组织过量照射。通过比较两种计划的体积及剂量学参数发现:4D 计划的 CTV 显著大于 3D 计划,而 PTV 显著小于 3D 计划,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$),可能的原因为 4D 计划中,靶区勾画时已将呼吸运动因素考虑在内,故体积较 3D 计划有所增大,而在外扩 PTV 时是按照个体化原则进行,因此体积较 3D 计划缩小;同时 4D 计划的肺 V20、MLD 均小于 3D 计划,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。通过随访发现 4D 计划治疗的总有效率为 77.78%,放射治疗不良反应较轻,无严重放射治疗并发症。王健等^[15]对 29 例非小细胞肺癌行 ABC 联合 IMRT 研究显示,总有效率为 64.00%(18 例)。1、2、3 级急性放射性食管炎发生率分别为 68.00%、18.00%、0;急性放射性肺炎分别为 82.00%、7.00%、0;骨髓抑制分别为 57.00%、25.00%、14.00%;急性心脏损伤分别为 86.00%、14.00%、0,与本研究结果相似。提示两种技术的联合有利于提高治疗有效率,减轻放射治疗不良反应和降低局部复发率,最终达到提高放射治疗精度的目的。

本研究初步显示,基于 4D-CT 的呼吸门控联合图像引导放射治疗可用于肺癌的临床治疗,同时研究结果提示肺癌呼吸动度个体差异明显,故确定 ITV 体积外扩应个体化。

参考文献:

- [1] 胡逸民. 肿瘤放射物理学[M]. 北京:原子能出版社, 1999:592.
- [2] Hof H, Rhein B, Haering P, et al. 4D-CT-based target volume definition in stereotactic radiotherapy of lung tumours; comparison with a conventional technique using individual margins[J]. *Radiother Oncol*, 2009, 93(3): 419-423.
- [3] 王义海, 柔倩, 张瑾熔, 等. 15 例非小细胞肺癌 IMRT 计划与 IGRT 计划剂量学比较研究[J]. *新疆医科大学学报*, 2014, 37(1): 97-100.
- [4] 梁军, 张涛, 张寅, 等. 肺癌锥形束 CT 图像不同配准方式的误差分析[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2011, 20(2): 106-108.
- [5] Shirato H, Onimaru R, Ishikawa M, et al. Resl-time-4D radiotherapy for lung cancer[J]. *Cancer Sci*, 2012, 103(1): 1-6.
- [6] 尚东平, 李明焕, 李建彬, 等. 四维 CT 技术确定肺内孤立性病灶靶体积应用[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2011, 20(5): 417-419.
- [7] 沈捷, 张福泉, 邱杰, 等. 肺癌适形放疗中两个阶段治疗计划叠加的可行性分析[J]. *中华肿瘤防治杂志*, 2012, 19(4): 287-291.
- [8] 王义海, 王海峰, 陆艳荣, 等. 应用图像融合技术分析 CT 模拟定位误差的研究[J]. *新疆医科大学学报*, 2009, 32(9): 1335-1337.
- [9] Patel AA, Wolfgang JA, Niemierko A, et al. Implications of respiratory motion as measured by four-dimensional computed tomography for radiation treatment planning of esophageal cancer[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2009, 74(1): 290-296.
- [10] Roland T, Mavroidis P, Gutierrez AA, et al. A radiobiological analysis of the effect of 3D versus 4D image-based planning in lung cancer radiotherapy[J]. *Phys Med Biol*, 2009, 54(18): 5509-5523.
- [11] Britton KR, Takai Y, Mitsuya M, et al. Evaluation of inter- and intrafraction organ motion during intensity modulated radiation therapy (IMRT) for localized prostate cancer measured by a newly developed on-board image-guided system[J]. *Radiat Med*, 2005, 23(1): 14-24.
- [12] 戴建荣, 胡逸民. 图像引导放疗的实现方式[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2006, 15(2): 132-135.
- [13] 于金明, 袁双虎. 图像引导放射治疗研究及其发展[J]. *中华肿瘤杂志*, 2006, 28(2): 81-83.
- [14] Weiss E, Wijesooriya K, Dill SV, et al. Tumor and normal tissue motion in the thorax during respiration; analysis of volumetric and positional variations using 4D CT[J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2007, 67(1): 296-307.
- [15] 王健, 曾昭冲, 吴铮, 等. 主动呼吸控制结合三维适形放疗非小细胞肺癌的初步研究[J]. *中华放射肿瘤学杂志*, 2010, 19(3): 209-211.

(收稿日期:2014-06-20 修回日期:2014-07-26)

(上接第 3993 页)

- 处理对大鼠肺缺血再灌注损伤的影响[J]. *中华麻醉学杂志*, 2009, 29(8): 753-756.
- [8] 熊章荣, 魏闯, 张智, 等. 七氟烷预处理对肺癌单肺通气患者肺内分流和动脉氧分压的影响[J]. *第三军医大学学报*, 2011, 33(24): 2628-2630.
- [9] 倪剑武, 杨涛, 张学政, 等. 七氟烷和异丙酚对单肺通气肺内分流和氧合的影响[J]. *温州医学院学报*, 2010, 40(3): 273-275.
- [10] Schilling T, Kozian A, Kretzschmar M, et al. Effects of propofol and desflurane anaesthesia on the alveolar inflammatory response to one-lung ventilation[J]. *Br J Anaesth*, 2007, 99(3): 368-375.
- [11] Schwarzkopf K, Schreiber T, Preussler NP, et al. Lung perfusion, shunt fraction, and oxygenation during one-lung ventilation in pigs; the effects of desflurane, isoflurane, and propofol[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2003, 17(1): 73-75.

(收稿日期:2014-06-08 修回日期:2014-07-11)