

## 论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2020.06.016

网络首发 [http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20200309.1152.002.html\(2020-03-10\)](http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20200309.1152.002.html(2020-03-10))

# 七氟醚不同吸入时长对非心脏手术老年冠心病患者心肌的保护作用\*

张莹莹,唐菁,刘双双,张树波<sup>△</sup>,刘铁军,白洁,王晓涛

(华北理工大学附属医院麻醉科,河北唐山 063000)

**[摘要]** **目的** 研究七氟醚不同吸入时长对行非心脏手术老年冠心病患者围术期心肌的保护作用。**方法** 将 120 例行腹腔镜结直肠癌根治术的老年冠心病患者采用随机数字表法分为七氟醚全程吸入组(T组)、七氟醚半程吸入组(H组)、全凭静脉组(C组)。3组均采用静脉诱导麻醉,C组采用丙泊酚联合瑞芬太尼靶控输注维持;T组持续吸入七氟醚使呼气末浓度稳定于 1 MAC 直至术毕;H组插管后持续吸入七氟醚 2 h,2 h 后维持方式同 C 组直至术毕。监测平均动脉压(MAP)、心率(HR)、心输出量(CO)、心脏指数(CI)、左心室做功(LCW)、外周血管阻力(SVR)及心肌肌钙蛋白 I(cTnI)、肌酸激酶同工酶(CK-MB)等水平的变化。**结果** 3组麻醉后血流动力学指标均有下降,T、H组  $T_{a4}$  时的 HR 低于同时间 C 组( $P < 0.05$ );3组麻醉后 cTnI、CK-MB 水平自  $T_{b1}$  逐渐升高,且  $T_{b2} \sim T_{b4}$  显著高于  $T_{b0}$ ,T、H组显著低于 C 组( $P < 0.05$ );瑞芬太尼用量 C 组  $>$  H 组  $>$  T 组( $P < 0.05$ )。**结论** 与丙泊酚相比,老年冠心病患者行非心脏手术时吸入七氟醚可产生心脏保护作用,并可降低镇痛、镇静药物的用量。

**[关键词]** 七氟醚;吸入时长;冠心病;心肌标志物**[中图分类号]** R614.2**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2020)06-0933-05

## Study on different inhalation duration of sevoflurane in myocardial protection of non-cardiac surgery in elderly patients with coronary heart disease\*

ZHANG Yingying, Tang Jing, LIU Shuangshuang, ZHANG Shubo<sup>△</sup>, LIU Tiejun, Bai Jie, Wang Xiaotao

(Department of Anesthesiology Affiliated Hospital of North China

University of Technology, Tangshan, Hebei 063000, China)

**[Abstract]** **Objective** To study the effect of different inhalation duration of sevoflurane on perioperative myocardial protection in elderly patients with coronary heart disease undergoing non-cardiac surgery. **Methods**

One hundred and twenty elderly patients with coronary heart disease undergoing laparoscopic radical operation of colorectal cancer were included in the study and randomly divided into the sevoflurane inhalation whole course group (T), sevoflurane inhalation half course group (H) and sevoflurane inhalation group (C) by using the random number table, 40 cases in each group. All three groups adopted intravenous induction. The group C adopted propofol combined with remifentanyl target-controlled infusion maintenance. The group T continuously inhaled sevoflurane to make the end-tidal concentration to stabilize at 1 MAC until the end of surgery. After intubation, the group H continuously inhaled sevoflurane for 2 h. After 2 h, the maintenance mode was the same as that in the group C until the surgery end. The changes of MAP, HR, CO, CI, LCW, SVR, serum cardiac troponin I (cTnI) and creatine kinase isoenzyme (CK-MB) were monitored. **Results** The hemodynamic indexes of the three groups all were decreased after anesthesia, HR at  $T_{a4}$  in the group T and group H was lower than that at the same time in the group C ( $P < 0.05$ ). In the three groups, cTnI and CK-MB were increased gradually from  $T_{b1}$ , moreover which at  $T_{b2}$  to  $T_{b4}$  were significantly higher than  $T_{b0}$ , while the group T and H were significantly lower than the group C ( $P < 0.05$ ). The remifentanyl dosage in 3 groups was the group C  $>$  group H  $>$  group T ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Compared with propofol, the sevoflurane inhalation in elderly patients with coronary heart disease undergoing non-cardiac surgery produces a cardio protective effect and can reduce the dosages of analgesics and sedatives.

\* 基金项目:河北省医学科学研究重点课题计划项目(20191109);河北省教育厅高等学校研究计划(QN2019199);河北省中医药管理局中医药类科研计划课题(2017202)。作者简介:张莹莹(1990—),住院医师,在读硕士研究生,主要从事老年麻醉方面的研究。△ 通信作者, E-mail: nmd955730@163.com。

[Key words] sevoflurane; inhalation duration; coronary artery disease; cardiac marker

实验数据表明,七氟醚具有心肌保护作用,可减少麻醉过程中心肌损伤的发生<sup>[1]</sup>。一方面,七氟醚已被证明具有预处理作用,可预防心肌梗死和不可逆的心肌功能障碍<sup>[2]</sup>;另一方面,七氟醚在心肌缺血后也有一定的心肌保护效应,即后处理作用<sup>[3]</sup>。有研究表明,即使实施的是非心脏手术,术中的创伤应激反应也能够诱使肌酸激酶同工酶(CK-MB)及心肌肌钙蛋白 I(cTnI)水平升高,引起冠心病患者不同程度的心脏损伤<sup>[4]</sup>,故对行非心脏手术的冠心病患者应用七氟醚具有一定的预处理心肌保护意义。冠心病患者在手术前已存在明显的心肌缺血症状,七氟醚后处理也具有明确的适应证。然而,虽然大多数研究报道了一些七氟醚的心脏保护作用,但这种保护的并不是一成不变的,可能与吸入七氟醚的浓度和持续时间有关。国外的 1 项研究表明,1 MAC 的七氟醚吸入不同时长可对术后 cTnI 造成不同的影响。本文旨在探讨七氟醚不同吸入时长对行非心脏手术的老年冠心病患者心肌保护作用的影响。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2018 年 6 月 1 日至 2019 年 5 月 30 日在华北理工大学附属医院麻醉科择期行腹腔镜结直肠癌根治术的 120 例老年患者纳入研究。ASA 分级 II ~ III 级,年龄 65 ~ 75 岁,体质指数(BMI)小于 30 kg/m<sup>2</sup>,手术时间 3.5 ~ 4.5 h,冠心病诊断依据世界卫生组织提供的缺血性心脏病诊断标准或根据冠状动脉造影结果由本院心内科资深医师明确诊断。排除标准:术前合并严重的心、肺、肝、肾或代谢性疾病;长期应用镇静类或精神类药物;对卤化剂过敏或有过敏家族史;1 周内吸烟或饮酒;严重的高血压且血压控制不满意;不愿接受试验操作者。本研究得到本院伦理委员会批准,且所有患者均签署知情同意书。

### 1.2 麻醉方法

患者入室常规监测心电图(ECG)、血氧饱和度(SpO<sub>2</sub>)、血压(BP)、脑电双频谱指数(BIS),局部麻醉下行左侧桡动脉穿刺置管,成功后连接 FloTrac 传感器和 Vigileo 监护仪,以每搏量变异度(SVV)数值 10 ± 2 为目标进行补液(滴注羟乙基淀粉与复方氯化钠注射液)。麻醉诱导均静脉注射 0.05 ~ 0.075 mg/kg 咪达唑仑、0.3 μg/kg 枸橼酸舒芬太尼、0.2 ~ 0.3 mg/kg 依托咪酯、0.2 mg/kg 苯磺酸顺阿曲库铵,待 BIS 值达到指定数值(45 ~ 55),可视喉镜下气管内插

管,改为机械通气。麻醉后行右侧锁骨下静脉穿刺置管,监测中心静脉压(CVP)并采集静脉血。C 组采用瑞芬太尼(0.05 ~ 0.2 μg · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup>)联合丙泊酚(靶控输注血浆药物浓度维持在 3 ~ 6 μg/mL)泵入维持,调节 BIS 在目标值范围,间断给予顺苯磺酸阿曲库铵;T 组采用持续吸入七氟醚(1% ~ 3%)使呼气末浓度稳定于 1 MAC 直至术毕,并复合丙泊酚调节 BIS 在目标值范围内,瑞芬太尼及顺苯磺酸阿曲库铵给药方式同 C 组;H 组插管后持续吸入七氟醚 2 h 同 T 组,2 h 后给药方式同 C 组直至术毕。排除麻醉深度的原因,血压波动超过基础值的 20% 时,给予血管活性药物治疗。心率(HR) < 50 次/分时,静脉注射 0.3 mg 阿托品;HR > 100 次/分时,给予 0.5 mg/kg 艾司洛尔。术中使用变温毯使患者体温保持在 35.5 ~ 36.5 °C。术毕患者苏醒后进行 VAS 评分,均采用舒芬太尼联合布托啡诺静脉自控镇痛。

### 1.3 观察项目

(1)血流动力学方面:采集麻醉诱导前(T<sub>a0</sub>)、气管插管前(T<sub>a1</sub>)、气管插管后 1 min(T<sub>a2</sub>)、手术开始(T<sub>a3</sub>)、七氟醚吸入 2 h(T<sub>a4</sub>)、术毕(T<sub>a5</sub>)、拔管后 5 min(T<sub>a6</sub>)这 7 个时间点的平均动脉压(MAP)、心率(HR)、心输出量(CO)、心脏指数(CI)、左心室做功(LCW)、外周血管阻力(SVR)6 个指标。并记录患者术毕至出院的时间、瑞芬太尼用量和术后 VAS 评分。(2)心肌酶监测:采集诱导前 5 min(T<sub>b0</sub>)、手术结束(T<sub>b1</sub>)、术后 12 h(T<sub>b2</sub>)、术后 24 h(T<sub>b3</sub>)、术后 48 h(T<sub>b4</sub>)这 5 个时间点的中心静脉血,采用化学发光法和酶法分别测定 cTnI、CK-MB 的水平。

### 1.4 统计学处理

应用 SPSS17.0 软件进行统计学分析。计数资料用百分率表示,采用  $\chi^2$  检验,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用方差分析,检验标准为  $\alpha = 0.05$ ,以  $P < 0.05$  为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般资料比较

3 组患者年龄、性别、BMI、ASA 分级、手术时间、剔除例数比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。

### 2.2 术中瑞芬太尼用量、术后 VAS 评分、术毕至出院时间比较

瑞芬太尼用量 C 组 > H 组 > T 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );3 组患者术毕至出院时间、术毕 VAS 评分差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 2。

表 1 3 组患者一般情况比较

组别	n	年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	男/女(n/n)	BMI( $\bar{x} \pm s$ , kg/cm <sup>2</sup> )	ASA 分级(II/III)	手术时间( $\bar{x} \pm s$ , min)	剔除例数(n)
T 组	40	68.55 ± 4.38	18/21	26.72 ± 2.72	23/16	211.84 ± 20.57	1
H 组	40	69.20 ± 3.72	20/16	25.96 ± 2.40	22/14	218.05 ± 24.35	4
C 组	40	68.79 ± 4.25	16/22	26.26 ± 2.55	17/21	208.46 ± 25.84	2

表 2 3 组患者术中瑞芬太尼用量、术毕 VAS 评分、术毕至出院时间比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	瑞芬太尼(Hg)	术后 VAS 评分(分)	术毕至出院时间(d)
T 组	2 726.47±332.67 <sup>ab</sup>	2.08±0.96	15.41±4.44
H 组	3 356.69±367.23 <sup>b</sup>	2.22±0.75	14.63±3.63
C 组	3 832.42±413.27	2.11±0.67	16.36±3.68

<sup>a</sup>: $P < 0.05$ ,与 T 组比较;<sup>b</sup>: $P < 0.05$ ,与 H 组比较。

2.3 血流动力学指标

组内比较:C 组  $T_{a1}$ 、 $T_{a3}$ 、 $T_{a4}$  的 MAP、HR、LCW、SVR、 $T_{a3}$ 、 $T_{a4}$  时间点的 CO、 $T_{a2}$ 、 $T_{a3}$ 、 $T_{a4}$  时间点的 CI 均低于  $T_{a0}$  时间点;T、H 组  $T_{a1}$ 、 $T_{a3}$ 、 $T_{a4}$  的 MAP、

HR、LCW、SVR、 $T_{a2}$ 、 $T_{a3}$  时间点的 CI、 $T_{a3}$  时间点的 CO 均低于  $T_{a0}$  时间点;以上差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。组间比较:T、H 组  $T_{a4}$  时的 HR、SVR 低于同时间 C 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 3。

2.4 3 组患者血清 cTnI、CK-MB 水平的比较

组内比较:3 组 cTnI 自术毕逐渐升高, $T_{b2} \sim T_{b4}$  显著高于术前水平;3 组 CK-MB 自术毕逐渐升高, $T_{b3}$  时达峰值后降低,3 组  $T_{b2} \sim T_{b4}$  CK-MB 均高于  $T_{b0}$ ,以上差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );组间比较: $T_{b2}$  至  $T_{b4}$  时间点,T、H 组的 cTnI、CK-MB 均低于 C 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 4。

表 3 3 组患者术中血流动力学指标变化( $\bar{x} \pm s$ )

项目	$T_{a0}$	$T_{a1}$	$T_{a2}$	$T_{a3}$	$T_{a4}$	$T_{a5}$	$T_{a6}$
MAP(mm Hg)							
T 组	99.37±8.44	78.39±8.49 <sup>a</sup>	97.33±9.09	78.64±7.60 <sup>a</sup>	74.78±8.06 <sup>a</sup>	93.91±7.01	96.32±7.64
H 组	100.74±7.01	76.90±6.37 <sup>a</sup>	96.46±8.17	81.79±7.05 <sup>a</sup>	73.65±7.65 <sup>a</sup>	92.92±7.44	95.47±8.04
C 组	102.34±7.01	75.52±7.28 <sup>a</sup>	95.54±8.06	83.15±7.58 <sup>a</sup>	72.85±6.34 <sup>a</sup>	90.96±6.94	97.61±7.72
HR(次/min)							
T 组	76.45±8.33	63.84±6.82 <sup>a</sup>	75.32±7.74	65.32±6.72 <sup>a</sup>	57.51±5.22 <sup>ab</sup>	70.19±5.86	74.56±5.11
H 组	76.51±7.43	62.97±5.71 <sup>a</sup>	72.42±6.64	64.51±4.72 <sup>a</sup>	56.73±5.65 <sup>ab</sup>	70.05±4.51	77.50±4.94
C 组	76.74±5.64	64.46±7.55 <sup>a</sup>	74.69±3.94	69.78±5.01 <sup>a</sup>	65.72±5.14 <sup>a</sup>	74.77±4.34	78.21±4.62
CO(L/min)							
T 组	5.2±1.3	4.6±0.9	4.6±1.1	4.3±1.3 <sup>a</sup>	4.3±1.3	4.9±1.2	5.1±1.0
H 组	5.3±1.2	4.7±0.9	4.7±1.4	4.2±1.0 <sup>a</sup>	4.4±1.4	4.8±1.1	5.1±0.9
C 组	5.3±1.1	4.7±1.1	4.7±1.2	4.2±1.1 <sup>a</sup>	4.1±1.3 <sup>a</sup>	4.9±1.0	5.2±1.2
CI(L·min <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup> )							
T 组	3.1±0.7	2.6±0.8	2.3±0.7 <sup>a</sup>	2.3±0.7 <sup>a</sup>	2.5±1.1	2.8±0.9	3.0±0.9
H 组	3.1±0.9	2.6±0.8	2.2±0.9 <sup>a</sup>	2.4±0.6 <sup>a</sup>	2.4±0.9	2.7±1.3	3.0±1.0
C 组	3.0±0.6	2.5±0.7	2.3±0.8 <sup>a</sup>	2.3±0.6 <sup>a</sup>	2.2±0.6 <sup>a</sup>	2.7±1.0	3.1±0.4
SVR(dyne·s·cm <sup>-5</sup> )							
T 组	1 481±188	1 317±154 <sup>a</sup>	1 367±175 <sup>a</sup>	1 288±149 <sup>a</sup>	1 217±176 <sup>ab</sup>	1 384±154	1 427±123
H 组	1 469±176	1 366±141 <sup>a</sup>	1 325±147 <sup>a</sup>	1 290±123 <sup>a</sup>	1 225±167 <sup>ab</sup>	1 416±147	1 433±174
C 组	1 506±156	1 331±174 <sup>a</sup>	1 388±143 <sup>a</sup>	1 306±133 <sup>a</sup>	1 324±173 <sup>a</sup>	1 407±153	1 444±175
LCW(kg·m)							
T 组	5.8±1.2	4.2±1.1 <sup>a</sup>	5.2±1.2	4.1±1.1 <sup>a</sup>	4.0±1.0 <sup>a</sup>	4.6±1.5	5.3±1.3
H 组	5.8±1.0	4.1±1.4 <sup>a</sup>	5.2±1.0	4.1±0.9 <sup>a</sup>	4.0±1.1 <sup>a</sup>	4.8±1.3	5.2±1.4
C 组	5.7±1.3	4.1±1.1 <sup>a</sup>	5.1±1.1	4.2±1.0 <sup>a</sup>	4.5±1.1 <sup>a</sup>	5.0±1.4	5.5±1.3

<sup>a</sup>: $P < 0.05$ ,与  $T_{a0}$  相比;<sup>b</sup>: $P < 0.05$ ,与 C 组相比。

表 4 3 组患者围术期血清 cTnI、CK-MB 水平变化( $\bar{x} \pm s$ )

组别	$T_{b0}$	$T_{b1}$	$T_{b2}$	$T_{b3}$	$T_{b4}$
cTnI( $\mu\text{g/L}$ )					
T 组	0.015±0.005	0.019±0.005	0.150±0.012 <sup>ab</sup>	0.248±0.028 <sup>ab</sup>	0.346±0.038 <sup>ab</sup>
H 组	0.016±0.006	0.019±0.007	0.157±0.019 <sup>ab</sup>	0.259±0.025 <sup>ab</sup>	0.357±0.038 <sup>ab</sup>

续表 4 3 组患者围术期血清 cTnI、CK-MB 水平变化( $\bar{x} \pm s$ )

组别	T <sub>b0</sub>	T <sub>b1</sub>	T <sub>b2</sub>	T <sub>b3</sub>	T <sub>b4</sub>
C 组	0.018±0.005	0.021±0.006	0.210±0.030 <sup>a</sup>	0.375±0.018 <sup>a</sup>	0.468±0.025 <sup>a</sup>
CK-MB(U/L)					
T 组	11.40±1.60	11.96±1.67	20.86±1.44 <sup>ab</sup>	26.76±1.21 <sup>ab</sup>	13.96±1.48 <sup>ab</sup>
H 组	11.41±1.49	11.77±1.74	21.04±1.51 <sup>ab</sup>	27.29±1.14 <sup>ab</sup>	14.19±1.52 <sup>ab</sup>
C 组	11.37±1.34	12.80±1.35	29.50±2.23 <sup>a</sup>	34.34±1.88 <sup>a</sup>	21.44±1.03 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>: $P < 0.05$ ,与 T<sub>b0</sub> 相比;<sup>b</sup>: $P < 0.05$ ,与 C 组相比。

### 3 讨 论

老年冠心病患者血管弹性明显降低、顺应性差,诱导前 MAP 偏高,CO、CI 正常偏低,SVR 偏高,故 LCW 偏高;麻醉诱导后 H、T、C 组的 MAP、HR 都出现了不同程度的下降,在气管内插管 1 min 后均有回升,随着麻醉深度增加和手术时间延长,LCW 降低,心肌氧耗减少,CO、CI、SVR 有不同程度的下降,术毕停药后再次上升至术前水平。3 组 MAP、CO、CI、LCW 相同时间点组间比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。T、H 组 T<sub>a4</sub> 时间点的 HR 值明显低于 C 组( $P < 0.05$ ),可能与七氟醚对窦房结 4 期去极化及压力感受器的抑制有关<sup>[6]</sup>;心率下降、心脏氧耗减少、舒张期延长,使得冠脉灌注和心肌供氧增加,这极大地缓解了围术期心肌缺血缺氧造成的损伤,这对患者是有益的。从均数可以看出,T、H 组 T<sub>a4</sub> 时间点的 CI 高于 C 组,LCW 低于 C 组,表明采用七氟醚维持麻醉可降低外周血管阻力,减少心脏做功,且较单纯应用丙泊酚对 CI 的影响较小。虽然这种差别没有达到统计学差异,但是对临床工作有一定的指导意义,患者可能从中受益。T、H 组 T<sub>a4</sub> 时间点的 SVR 低于 C 组( $P < 0.05$ ),这表明相较于丙泊酚,七氟醚在降低外周血管阻力方面有优势。所以笔者认为麻醉诱导插管后应用七氟醚可维持血流动力学稳定,且全程应用的患者获益的可能性更大。

临床中常用 CK-MB、cTnI 评估心肌损伤程度,研究表明,cTnI 水平降低的患者循环系统晚期不良事件发生率较低,生存率较高,若升高会对患者预后产生不良影响<sup>[7]</sup>。本试验中,3 组患者的 CK-MB 和 cTnI 自术毕逐渐升高,T<sub>b2</sub>~T<sub>b4</sub> 明显高于术前水平,且 T、H 组明显低于 C 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );3 组 CK-MB 在 T<sub>b3</sub> 时达峰值而后逐渐降低,但 T<sub>b4</sub> 时仍高于术前水平,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );T、H 两组各时间段比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ );由此可知七氟醚可在一定程度上减少手术创伤、应激造成的心肌损伤。PETER 等<sup>[8]</sup>研究表明,将七氟醚用于不停跳冠状动脉搭桥术中,可降低心律失常发生率,改善心功能和缩小梗死面积,其作用机制可能与七氟醚能开放心肌线粒体三磷酸腺苷(ATP)

敏感性钾通道<sup>[9]</sup>;直接抑制细胞 Ca<sup>2+</sup> 内流,减轻 Ca<sup>2+</sup> 超载<sup>[10-11]</sup>;激活蛋白激酶 C<sup>[12-13]</sup>;减少冠状动脉系统内多形核中性类细胞的黏附及减少自由基生成等有关<sup>[12]</sup>。

本试验中,T、H 两组的血流动力学指标与血清学指标均无明显差异,原因如下:(1)因为临床限制,观察时间较短,未能监测到两组数值的变化趋势;(2)监测指标选取的限制,CK-MB 与 cTnI 是监测心肌损伤的指标,在围术期缺血事件的高风险患者中,由于最终缺乏心肌损伤,对心脏的诱发益处不能用这两项指标来评估<sup>[14]</sup>;(3)可能七氟醚与氦气类似,氦气一次性给药心脏保护刺激可产生持续 3 d 的最大心脏保护作用且不能在这 3 d 内修改<sup>[15]</sup>,当给予七氟醚吸入,心肌保护机制启动后,延长给药时间并不能增强保护效果;(4)样本量不足。

瑞芬太尼用量 C 组>H 组>T 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );这表明同等麻醉深度下七氟醚的镇痛效果优于丙泊酚<sup>[16]</sup>,可降低术中镇痛药物的使用量。3 组术毕至出院时间无明显差异,表明七氟醚的应用不能缩短住院时间<sup>[17]</sup>。

综上所述,与丙泊酚相比,老年冠心病患者行非心脏手术吸入七氟醚可产生心脏保护作用,并可降低镇痛、镇静药物的用量,减少心肌梗死,血流动力学维持水平更有益于患者。而七氟醚不同吸入时长是否能产生更有效的心肌保护作用仍需更大样本量、更长观察时间及更深入的临床基础研究。

### 参考文献

- [1] 苏建林,刘兵,阳子华,等.七氟醚对心肺转流冠状动脉旁路移植术的心肺保护作用[J].临床麻醉学杂志,2011,27(3):251-253.
- [2] HU Z Y,LIU J. Mechanism of cardiac preconditioning with volatile anesthetics [J]. Anaesth Intensive Care,2009,37(4):532-535.
- [3] LEMOINE S,TRITAPEPE L,HANOUIZ J L, et al. The mechanisms of cardio protective effects of desflurane and sevoflurane at the time

- of reperfusion: anaesthetic post conditioning potentially translatable to humans? [J]. *Br J Anaesth*, 2016, 116(4): 456-475.
- [4] 王亦瑶. 七氟烷对老年冠心病患者围术期血流动力学和心肌影响的研究[D]. 洛阳: 河南科技大学, 2017.
- [5] FRASSDORF J, BOROWSKI A, EBEL D, et al. Impact of preconditioning protocol on anesthetic-induced cardioprotection in patients having coronary artery surgery[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2009, 137: 1436-1442.
- [6] 欧晓峰, 郑宏, 叶建荣, 等. 七氟醚和丙泊酚对老年冠心病患者麻醉诱导期心率变异性的影响[J]. *临床麻醉学杂志*, 2011, 27(6): 538-540.
- [7] NOORDZIJ P G, RETING T C, GARDE E M, et al. Letter in response to 'Testing the limits: high sensitivity cardiac troponin in the prediction of non-cardiac complications after major abdominal surgery'[J]. *Br J Anaesth*, 2016, 116(2): 305-306.
- [8] PETER F, CONZEN H, SUSANNE F, et al. Sevoflurane provides greater protection of the myocardium than propofol in patients undergoing off-pump coronary artery bypass surgery [J]. *Anesthesiology*, 2003, 99(4): 826-833.
- [9] JIANG J, LI C, LI H, et al. Sevoflurane post conditioning affects post-ischaemic myocardial mitochondrial ATP-sensitive potassium channel function and apoptosis in ageing rats[J]. *Clin Expe Pharmacol Physiol*, 2016, 43(5): 552-561.
- [10] LU X, LIU H, WANG L, et al. Activation of NF-kappaB is a critical element in the anti-apoptotic effect of anesthetic preconditioning [J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2009, 296(5): 1296-1304.
- [11] AN J, RHODES S S, JIANG M T, et al. Anesthetic preconditioning enhances  $Ca^{2+}$  handling and mechanical and metabolic function elicited by  $Na^+ Ca^{2+}$  exchange inhibition in isolated hearts[J]. *Anesthesiology*, 2006, 105(3): 541-549.
- [12] JULIER K, SILNA R, GARCIA C, et al. Preconditioning by sevoflurane decreases biochemical markers for myocardial and renal dysfunction in coronary artery bypass graft surgery: a double-blinded, placebo-controlled, multicenter study[J]. *Anesthesiology*, 2003, 98(6): 1315-1327.
- [13] OKUSA C, MIYAMAE M, SUGIOKA S, et al. Acute memory phase of sevoflurane preconditioning is associated with sustained translocation of protein kinase C-alpha and epsilon, but not delta, in isolated guinea pig hearts[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2009, 26(7): 582-588.
- [14] GUERRERO-ORRIACH J L, ESCALONA BELMONTE J J, RAMIREZ FERNANDEZ A, et al. Cardio protection with halogenated gases: how does it occur? [J]. *Drug Des Devel Ther*, 2017(11): 837-849.
- [15] BEHMENBURG F, BOEKHOLT Y, VAN CAS TER P, et al. Extended second window of protection of sevoflurane-induced preconditioning [J]. *J Cardiovasc Pharmacol*, 2017(70): 284-289.
- [16] 刘勇, 许仕琴, 罗惠贤. 七氟醚吸入麻醉与丙泊酚静脉麻醉在人工流产中的镇痛效果及不良反应对比[J]. *中国实用医药*, 2017, 12(16): 7-9.
- [17] LI F, YUAN Y. Meta-analysis of the cardio protective effect of sevoflurane versus propofol during cardiac surgery [J]. *Bmc Anesthesiol*, 2015, 15(1): 11-12.

(收稿日期: 2019-05-10 修回日期: 2019-11-08)