

· 临床研究 ·

不同剂量阿芬太尼对老年患者快速顺序诱导气管插管心血管反应的影响

陈小波 易雪 韩梅 舒爱华 程传喜

【摘要】 目的 比较不同剂量阿芬太尼对老年患者快速顺序诱导气管插管心血管反应的影响。**方法** 选择 2022 年 3—9 月行气管插管全麻老年患者 96 例,男 47 例,女 49 例,年龄 65~80 岁,BMI 18~24 kg/m²,ASA I 或 II 级。采用随机数字表法分为四组:阿芬太尼 10 μg/kg 组(A 组)、阿芬太尼 15 μg/kg 组(B 组)、阿芬太尼 20 μg/kg 组(C 组)和阿芬太尼 25 μg/kg 组(D 组),每组 24 例。记录麻醉诱导前、气管插管后 1、5 min 的 HR、MAP,同时抽取患者静脉血 3 ml,检测血浆中去甲肾上腺素(NE)和皮质醇(Cor)的浓度、超声测量心脏指数(CI)、心脏射血分数(EF)。记录麻醉诱导后至气管插管后 5 min 高血压、低血压、心动过缓、心动过速的发生情况。**结果** 与麻醉诱导前比较,A 组和 B 组在气管插管后 1、5 min HR 明显增快,MAP、NE 和 Cor 浓度明显升高,CI 和 EF 明显降低($P < 0.05$);C 组和 D 组气管插管后 1 min HR 明显增快,MAP 明显升高,D 组插管后 5 min HR 明显减慢,MAP、血浆 NE 和 Cor 浓度、CI 和 EF 明显降低($P < 0.05$)。与 A 组比较,C 组和 D 组气管插管后 1、5 min HR 明显减慢,血浆 NE 和 Cor 浓度明显降低,气管插管后 1 min CI 和 EF 明显升高,高血压和心动过速发生率明显降低($P < 0.05$);D 组插管后 5 min CI 和 EF 明显降低,低血压和心动过缓发生率明显升高($P < 0.05$)。**结论** 阿芬太尼 20 μg/kg 用于老年患者快速顺序诱导气管插管,可有效抑制插管引起的剧烈心血管反应,同时避免心血管系统的抑制,血流动力学更平稳。

【关键词】 阿芬太尼;快速顺序诱导;气管插管;老年

Effects of different doses of alfentanil on cardiovascular response to rapid sequential induction of tracheal intubation in elderly patients CHEN Xiaobo, YI Xue, HAN Mei, SHU Aihua, CHENG Chuanxi. The First College of Clinical Medical Science, China Three Gorges University, Department of Anesthesiology, Yichang Central People's Hospital, Institute of Geriatric Anesthesiology, Three Gorges University, Yichang 443000, China

Corresponding author: CHENG Chuanxi, Email: chuanxi1991@163.com

【Abstract】 Objective To compare the effects of different doses of alfentanil on cardiovascular response in elderly patients with rapid sequential induction and tracheal intubation. **Methods** Ninety-six patients, 47 males and 49 females, aged 65–80 years, BMI 18–24 kg/m², ASA physical status I or II, selected from March 2022 to September 2022 who underwent general anesthesia with tracheal intubation. The patients were divided into four groups by random number table: alfentanil 10 μg/kg group (group A), alfentanil 15 μg/kg group (group B), alfentanil 20 μg/kg group (group C), alfentanil 25 μg/kg group (group D), 24 patients in each group. HR, MAP, cardiac index (CI), and ejection fraction (EF) were recorded before anesthesia induction, 1 minute, and 5 minutes after endotracheal intubation, respectively. At the same time, 3 ml of venous blood was extracted from patients at three time points, respectively, and the contents of norepinephrine (NE) and cortisol (Cor) in plasma were detected. The incidence of hypertension, hypotension, bradycardia and tachycardia were recorded from induction of anesthesia to 5 minutes after intubation. **Results** Compared with before anesthesia induction, HR, MAP, plasma NE and Cor concentrations in groups A and B were increased 1 minute and 5 minutes after endotracheal intubation, CI and EF values were decreased by ultrasound measurement ($P < 0.05$). HR and MAP in groups C and D were increased 1 minute after endotracheal intubation, while HR, MAP, concentrations of NE and Cor in plasma, CI and EF in group D were decreased 5 minutes after endotracheal intubation ($P < 0.05$). Compared with group A, the HR, MAP, plasma NE and Cor in groups C and D were decreased at 1 minute and 5 minutes after endotracheal intubation ($P < 0.05$), the CI and EF values were significantly increased 1

DOI:10.12089/jca.2023.10.003

基金项目:宜昌市医疗卫生科研项目(A22-2-041)

作者单位:443000 三峡大学第一临床医学院 宜昌市中心人民医院麻醉科 三峡大学老年麻醉医学研究所

通信作者:程传喜,Email: chuanxi1991@163.com

minute after intubation, the incidence of hypertension and tachycardia were significantly decreased in groups C and D ($P < 0.05$). Compared with group A, the CI and EF values were significantly decreased 5 minutes after intubation, the incidence of hypotension and bradycardia significantly increased in group D ($P < 0.05$). **Conclusion** Alfentanil 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ for rapid sequential induction of tracheal intubation in elderly patients, can effectively inhibit the violent cardiovascular reaction caused by intubation, and avoid the inhibition of cardiovascular system and stabilize hemodynamics.

[Key words] Alfentanil; Rapid sequence induction; Intratracheal intubation; Aged

快速顺序诱导气管插管 (rapid sequence induction and intubation, RSII) 是指应用快速起效的麻醉药物及肌松药物使患者短时间内意识及自主呼吸消失,肌肉松弛,达到满意的气管插管条件^[1],其目的是预防饱胃患者在麻醉诱导和气管插管过程中发生反流误吸。RSII 在保障危重患者气道安全中发挥着重要作用,但往往伴随着强烈的应激反应和剧烈的血流动力学波动^[2-3]。随着年龄增长,老年人心肺储备能力降低,自主神经系统自我调节能力降低,心血管系统往往处于脆弱的平衡状态,气管插管所带来的剧烈血流动力学波动可能造成不可挽回的严重后果^[4-5]。RSII 所用的药物主要包括快速起效的静脉全麻药、肌松药和阿片类药物^[6]。阿片类药物可抑制气管插管应激反应,降低气管插管过程中儿茶酚胺释放,从而避免血流动力学剧烈波动^[7-8]。有研究表明,在进行快速序贯诱导气管插管时有 65.9% 的患者使用了阿片类药物^[9]。阿芬太尼是一种镇痛作用强、起效快、作用时间短的人工合成阿片类药物,起效时间较芬太尼和舒芬太尼快 3~4 倍,静注后 1.4 min 作用达峰,维持时间 10~15 min,适用于 RSII^[2]。阿芬太尼在国内上市较晚,且多应用于短小手术的麻醉,暂无应用于老年患者 RSII 的报道。本研究采用不同剂量阿芬太尼对老年患者进行 RSII,探究阿芬太尼应用于老年患者 RSII 时对心血管反应的影响,为临床实践提供参考。

资料与方法

一般资料 本研究经医院医学伦理委员会批准(PJ-KY2022-11),并在中国临床试验注册中心注册(ChiCTR2200062034),患者或家属签署知情同意书。选择 2022 年 3—12 月在气管插管下行全麻手术的老年患者,性别不限,年龄 65~80 岁, BMI 18~24 kg/m^2 , ASA I 或 II 级,手术方式及手术类型不限。排除标准:合并高血压、心脑血管疾病,既往插管困难或困难气道史,胃-食管反流病、内分泌疾病,严重肝肾功能异常,神经肌肉疾病,镇痛药物依赖或吸毒史。

分组与处理 采用随机数字表法将患者分为四组:阿芬太尼 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 组(A组)、阿芬太尼 15 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 组(B组)、阿芬太尼 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 组(C组)和阿芬太尼 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 组(D组)。由一名麻醉科护士根据随机数字表分组情况,为受试者配制不同浓度的阿芬太尼,为保持注射药物的外观一致,分别将药物浓度配制为 A 组 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$, B 组 150 $\mu\text{g}/\text{ml}$, C 组 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$, D 组 250 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 。负责注射药物的麻醉科医师、麻醉科护士及超声科医师对分组不知情。

麻醉方法 所有患者禁饮 2 h,禁食 8 h。入室后开放静脉通路,常规监测 ECG、HR、BP、 SpO_2 , 静脉给予咪达唑仑 2 mg,并在局麻下行桡动脉穿刺置管持续监测 MAP。给予面罩吸氧,氧流量 5 L/min。吸氧 5 min 后依次静脉注射丙泊酚 1 mg/kg, 5 s 内注射完毕;依托咪脂 0.2 mg/kg, 5 s 内注射完毕;阿芬太尼 0.1 ml/kg, 20 s 内注射完毕;罗库溴铵 0.6 mg/kg, 5 s 内注射完毕。待患者意识消失及肌肉完全松弛后,在可视喉镜辅助下经口气管插管,连接麻醉机,采用容量控制通气模式进行机械通气,调整通气参数, V_T 6~8 ml/kg, RR 8~12 次/分, I:E 1:2, 维持 $P_{ET}\text{CO}_2$ 35~45 mmHg。插管后 5 min 内不进行任何手术操作。在此过程中 MAP<65 mmHg 或 SBP<90 mmHg, 记录为低血压,并每次静脉推注去氧肾上腺素 40 μg 。BP 升高幅度大于基础值的 30%, 或 SBP $\geq$ 140 mmHg 或 DBP $\geq$ 90 mmHg, 记录为高血压,适当加深麻醉。HR<60 次/分,记录为心动过缓,当 HR<50 次/分,静注阿托品 0.3 mg; HR>100 次/分,记录为心动过速,给予适当加深麻醉或静脉注射艾司洛尔 10 mg。

观察指标 记录麻醉诱导前、气管插管后 1 和 5 min 的 HR、MAP。由一名具有独立超声诊断资格的医师分别在麻醉诱导开始前、气管插管后 1 和 5 min,于胸骨旁长轴测量出左心室舒张末期内径(LVIDd)和收缩末期内径(LVIDs),采用 Teichholtz 校正公式计算出左心室收缩末容积(Vd)和舒张末容积(Vs) [$V = (7.0/2.4 + \text{LVID}) \times \text{LVID}^3$],并计算心脏射血分数(ejection fractions, EF)。偏转探头显示主动脉根部,在左心室收缩期,主动脉瓣打开到

最大时测量左心室流出道最大直径(D)。在心尖部五腔心切面,显示左心室流出道,调整探头使血流方向与取样线平行,选择脉冲多普勒模式,描记主动脉血流速度时间积分图像的轨迹,采用超声自带程序计算出主动脉血流速度时间积分(velocity time integral, VTI)。在同一个呼吸周期内采集 3~5 个连续图像进行测量,计算每搏量(stroke volume, SV)的平均值, $SV = VTI \times \pi D$ 。根据患者的 HR、体表面积,计算心排出量(cardiac output, CO)和心脏指数(cardiac index, CI)。分别在麻醉诱导前、气管插管后 1 和 5 min 抽取患者外周静脉血 3 ml 保存。对收集的血液样本进行离心,取上清液采用 ELISA 法检测血浆中 NE 和 Cor 浓度,并记录 CI 和 EF。记录麻醉诱导后至气管插管后 5 min 高血压、低血压、心动过缓、心动过速的发生情况。

统计分析 预试验结果显示,A 组、B 组、C 组和 D 组插管后 1 min 的 MAP 升高幅度分别为(18.5±10.5)、(11.3±7.8)、(8.5±5.5)和(6.2±5.3) mmHg; 设定 $\alpha = 0.05$, $1 - \beta = 0.9$, 采用 PASS 软件计算每组所需样本量为 20 例,预估脱落率为 20%,每组需纳入 24 例。

采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。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方差分析。计数资料以例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

本研究共纳入患者 96 例,每组 24 例。四组患者性别、年龄、BMI、ASA 分级差异无统计学意义(表 1)。

与麻醉诱导前比较,四组气管插管后 1 min HR 明显增快、MAP 均明显升高($P < 0.05$),A 组和 B 组插管后 5 min HR 明显增快、MAP 明显升高($P < 0.05$),D 组插管后 5 min HR 明显减慢、MAP 明显降低($P < 0.05$)。与 A 组比较,C 组和 D 组气管插管后 1、5 min HR 明显减慢、MAP 明显降低($P < 0.05$)(表 2)。

与麻醉诱导前比较,A 组和 B 组气管插管后 1、5 min 血浆 NE 和 Cor 浓度均明显升高($P < 0.05$);D 组气管插管后 5 min 血浆 NE 和 Cor 浓度明显降低($P < 0.05$)。与 A 组比较,C 组和 D 组气管插管后 1、5 min 血浆 NE 和 Cor 浓度明显降低($P < 0.05$)(表 3)。

与麻醉诱导前比较,A 组和 B 组气管插管后 1

表 1 四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 I/II 级 (例)
A 组	24	11/13	69.5±3.8	21.6±1.6	8/16
B 组	24	13/11	69.8±3.7	21.9±2.0	6/18
C 组	24	12/12	70.1±4.0	21.7±1.8	7/17
D 组	24	11/13	69.7±4.6	21.8±1.7	6/18

表 2 四组患者不同时点 HR 和 MAP 的比较($\bar{x} \pm s$)

指标	组别	例数	麻醉诱导前	插管后 1 min	插管后 5 min
HR (次/分)	A 组	24	71.8±5.5	86.6±7.5 ^a	81.0±6.5 ^a
	B 组	24	70.9±4.6	84.4±4.2 ^a	79.1±5.2 ^a
	C 组	24	72.0±6.5	74.8±6.1 ^{ab}	72.9±6.0 ^b
	D 组	24	71.6±5.4	74.0±5.7 ^{ab}	67.3±6.0 ^{ab}
MAP (mmHg)	A 组	24	90.2±8.0	100.6±7.6 ^a	95.8±9.8 ^a
	B 组	24	91.1±6.5	97.5±5.9 ^a	94.6±6.0 ^a
	C 组	24	90.2±8.8	93.0±8.2 ^{ab}	89.7±8.1 ^b
	D 组	24	89.2±5.8	92.9±5.8 ^{ab}	78.5±7.9 ^{ab}

注:与麻醉诱导前比较,^a $P < 0.05$;与 A 组比较,^b $P < 0.05$

和 5 min CI 和 EF 明显降低($P < 0.05$),D 组气管插管后 5 min CI 和 EF 明显降低($P < 0.05$)。与 A 组比较,C 组和 D 组插管后 1 min CI 和 EF 明显升高($P < 0.05$),D 组插管后 5 min CI 和 EF 明显降低($P < 0.05$)(表 4)。

表 3 四组患者不同时点血浆 NE 和 Cor 浓度的比较($\bar{x} \pm s$)

指标	组别	例数	麻醉诱导前	插管后 1 min	插管后 5 min
NE (ng/ml)	A 组	24	171.6±52.0	211.7±43.4 ^a	204.7±43.1 ^a
	B 组	24	178.4±68.3	200.7±62.8 ^a	192.8±65.7 ^a
	C 组	24	171.4±53.1	174.7±49.5 ^b	169.3±48.8 ^b
	D 组	24	170.2±57.4	173.4±56.3 ^b	159.8±55.7 ^{ab}
Cor (pg/ml)	A 组	24	83.6±24.2	99.1±21.0 ^a	94.8±21.7 ^a
	B 组	24	84.0±25.7	95.8±25.9 ^a	90.1±24.5 ^a
	C 组	24	83.1±24.9	85.3±20.6 ^b	81.0±20.5 ^b
	D 组	24	83.5±24.5	82.3±25.0 ^b	77.2±21.4 ^{ab}

注:与麻醉诱导前比较,^a $P < 0.05$;与 A 组比较,^b $P < 0.05$

表 4 四组患者不同时间点 CI 和 EF 的比较($\bar{x} \pm s$)

指标	组别	例数	麻醉 诱导前	插管后 1 min	插管后 5 min
CI ($L \cdot min^{-1} \cdot m^{-2}$)	A 组	24	3.3±0.3	3.0±0.3 ^a	3.2±0.2 ^a
	B 组	24	3.4±0.4	3.1±0.3 ^a	3.2±0.3 ^a
	C 组	24	3.3±0.2	3.4±0.2 ^b	3.3±0.3
	D 组	24	3.2±0.4	3.3±0.4 ^b	2.9±0.3 ^{ab}
EF (%)	A 组	24	60.4±4.1	56.2±4.2 ^a	59.1±3.8 ^a
	B 组	24	62.0±4.6	58.4±5.7 ^a	59.5±4.8 ^a
	C 组	24	61.4±4.5	62.4±4.8 ^b	62.0±3.7
	D 组	24	59.7±4.5	60.8±4.8 ^b	55.5±4.4 ^{ab}

注:与麻醉诱导前比较,^a $P<0.05$;与 A 组比较,^b $P<0.05$

与 A 组比较,C 组和 D 组高血压和心动过速发生率明显降低($P<0.05$),D 组低血压和心动过缓发生率明显升高($P<0.05$)(表 5)。

表 5 四组患者不良反应发生情况的比较[例(%)]

组别	例数	低血压	高血压	心动过缓	心动过速
A 组	24	0(0)	9(38)	0(0)	8(33)
B 组	24	0(0)	5(21)	2(8)	6(25)
C 组	24	4(17)	2(8) ^a	5(21)	1(4) ^a
D 组	24	8(33) ^a	1(4) ^a	9(38) ^a	0(0) ^a

注:与 A 组比较,^a $P<0.05$

讨 论

快速顺序诱导气管插管所采用的全麻药及阿片类药物对老年患者的心血管功能及自主神经系统具有抑制作用。在达到良好气管插管条件的同时,采用合适的药物及剂量适度抑制气管插管时自主神经系统的高反应性,维持患者循环功能的稳定是快速顺序诱导要达到的根本目的。本研究选择了丙泊酚、依托咪酯、罗库溴铵联合不同剂量的阿芬太尼,既达到了快速序贯诱导的需求,又提供了更加稳定的血流动力学维持方案。

喉镜暴露和气管插管引起的儿茶酚胺的释放是导致患者在插管过程中发生剧烈血流动力学波动的根本原因,主要表现为血压升高和心率加快^[2,10]。这种反应在插管后 1 min 随着患者体内儿茶酚胺浓度达到最高峰时表现最为明显,而在插管后 5 min 随着患者体内儿茶酚胺浓度的降低,患者

血压和心率也逐渐降低^[8,11]。因此本研究选择在插管后 1、5 min 采集患者血样进行检测。阿片类药物目前仍是抑制气管插管应激反应的主要用药,对于成人气管插管前缓慢麻醉诱导所用的阿片类药物目前以芬太尼和舒芬太尼为主^[12-13],而快速序贯诱导目前所用的阿片类药物主要以阿芬太尼和瑞芬太尼为主^[5,7,14]。舒芬太尼和芬太尼经静脉注射后达到药物峰浓度时间约为 3 min,达到血浆与效应室平衡浓度时间约为 6 min^[15],在快速、大剂量静脉输注时可引起包括呛咳、胸壁僵硬、心动过缓和低血压等不良反应^[16]。而阿芬太尼和瑞芬太尼静脉注射时,达到血浆与效应室平衡浓度所需时间约为 1 min^[15],因此阿芬太尼和瑞芬太尼更适用于快速序贯诱导。Habib 等^[17]和 Maguire 等^[18]研究表明,与瑞芬太尼比较,阿芬太尼用于抑制老年患者和高血压患者气管内插管反应围术期低血压和心动过缓发生率更低,因此本研究选择了阿芬太尼作为老年患者麻醉快速序贯诱导。

本研究显示随着阿芬太尼用药剂量的加大,插管后 1 min 患者 MAP 及 HR 升高的幅度变小,同时患者体内 NE 和 Cor 浓度升高幅度也呈现下降趋势。而与此有所不同的是,与采用阿芬太尼 10 $\mu g/kg$ 和 15 $\mu g/kg$ 的患者比较,20 $\mu g/kg$ 及 25 $\mu g/kg$ 的患者 CI 和 EF 值更高。这些差异具有统计学意义,但均在生理范围内,具有一定的临床参考价值。原因可能是阿芬太尼抑制了喉镜暴露和气管插管过程中血浆中儿茶酚胺的过度释放,降低了外周血管阻力和心脏后负荷,与此同时血浆中轻度的儿茶酚胺释放作用于心肌细胞,则表现为正性肌力和正性频率作用,患者表现为 HR 的轻度增快,CI 的增加,和 EF 的增加。这与 Abou-Arab 等^[8]和 Miller 等^[19]在采用硫喷妥钠复合阿芬太尼进行快速序贯诱导气管插管中得到的结论一致。

本研究结果显示,采用阿芬太尼 20 $\mu g/kg$ 和 25 $\mu g/kg$ 的患者在气管插管后 1 min 的 HR、MAP、CI、EF 值、NE 和 Cor 变化幅度最小,这表明阿芬太尼 20 $\mu g/kg$ 和 25 $\mu g/kg$ 复合丙泊酚和依托咪酯用于抑制快速序贯诱导气管插管的应激反应剂量较为合理。但同时也观察到采用阿芬太尼 25 $\mu g/kg$ 的患者在气管插管 5 min 后出现明显的 HR、MAP 及 CI 和 EF 的降低,这些变化在气管插管后 1 min 表现不明显,但在气管插管后 5 min 时表现的较为明显,这可能与阿芬太尼剂量过大引起的交感神经系统及心肌的抑制有关。在 Miller 和 Abou-Arab 的研究中

产生上述反应所需阿芬太尼剂量为 45 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 和 55 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 这与两项研究所针对的人群及所采用的诱导药物有关。本研究采用丙泊酚和依托咪酯的混合液作为复合用药, 针对 65~80 岁老年患者, 而 Miller 和 Abou-Arab 的研究以硫喷妥钠作为复合用药, 针对 18~55 岁的人群。老年患者自身自主神经自我调节能力的减弱, 机体对药物的吸收、代谢及排泄的改变, 使老年患者对阿片类药物的敏感性发生改变, 与中青年患者比较, 阿片类药物用药剂量降低^[20]。因此老年患者复合丙泊酚和依托咪酯进行快速序贯麻醉诱导气管插管时, 使用大剂量阿芬太尼虽可抑制气管插管的应激反应, 但有导致低血压、心动过缓发生率升高以及 CI 和 EF 降低的风险。

本研究排除有心血管系统疾病的老年患者, 而在临床实践中需快速诱导气管插管的患者多合并有心血管疾病, 针对此类患者, 快速顺序诱导气管插管所需阿芬太尼的最佳剂量仍需进一步研究。

综上所述, 阿芬太尼 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 用于老年患者快速顺序诱导气管插管, 可有效抑制插管引起的剧烈心血管反应, 同时避免大剂量药物导致心血管系统抑制, 血流动力学更平稳。

参 考 文 献

- [1] Mencke T, Zitzmann A, Reuter DA. New aspects of rapid sequence induction including treatment of pulmonary aspiration. *Anaesthesist*, 2021, 70(2): 171-184.
- [2] Mahiswar AP, Dubey PK, Ranjan A. Comparison between dexmedetomidine and fentanyl bolus in attenuating the stress response to laryngoscopy and tracheal intubation: a randomized double-blind trial. *Braz J Anesthesiol*, 2022, 72(1): 103-109.
- [3] Su P, Li Z, Jia X, et al. A response surface analysis of the combination of dexmedetomidine and sufentanil for attenuating the haemodynamic response to endotracheal intubation. *Dose Response*, 2022, 20(2): 15593258221092367.
- [4] Russotto V, Myatra SN, Laffey JG, et al. Intubation practices and adverse peri-intubation events in critically ill patients from 29 countries. *JAMA*, 2021, 325(12): 1164-1172.
- [5] Khan FA, Ullah H. Pharmacological agents for preventing morbidity associated with the haemodynamic response to tracheal intubation. *Cochrane Database Syst Rev*, 2013, (7): CD004087.
- [6] Pillay L, Hardcastle T. Collective review of the status of rapid sequence intubation drugs of choice in trauma in low-and middle-income settings (prehospital, emergency department and operating room setting). *World J Surg*, 2017, 41(5): 1184-1192.
- [7] Vickovic S, Zdravkovic R, Radovanovic D, et al. Effect of different doses of remifentanyl on the cardiovascular response after endotracheal intubation: a randomized double-blind study. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2023, 27(2): 653-658.
- [8] Abou-Arab MH, Rostrup M, Heier T. Dose requirements of alfentanil to eliminate autonomic responses during rapid-sequence induction with thiopental 4 mg/kg and rocuronium 0.6 mg/kg. *J Clin Anesth*, 2016, 35: 465-474.
- [9] Klucka J, Kosinova M, Zacharowski K, et al. Rapid sequence induction: An international survey. *Eur J Anaesthesiol*, 2020, 37(6): 435-442.
- [10] Derbyshire DR, Chmielewski A, Fell D, et al. Plasma catecholamine responses to tracheal intubation. *Br J Anaesth*, 1983, 55(9): 855-860.
- [11] Kayhan Z, Aldemir D, Mutlu H, et al. Which is responsible for the haemodynamic response due to laryngoscopy and endotracheal intubation? Catecholamines, vasopressin or angiotensin. *Eur J Anaesthesiol*, 2005, 22(10): 780-785.
- [12] Tian Z, Hu B, Miao M, et al. Ketorolac tromethamine pretreatment suppresses sufentanil-induced cough during general anesthesia induction: a prospective randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol*, 2020, 20(1): 205.
- [13] 杨雪, 赵漾, 康道林, 等. 预注不同剂量舒芬太尼对快速顺序诱导气管插管心血管反应的影响. *临床麻醉学杂志*, 2021, 37(7): 755-757.
- [14] Grillo N, Lebuffe G, Huet O, et al. Effect of remifentanyl vs neuromuscular blockers during rapid sequence intubation on successful intubation without major complications among patients at risk of aspiration: a randomized clinical trial. *JAMA*, 2023, 329(1): 28-38.
- [15] Lötsch J. Pharmacokinetic-pharmacodynamic modeling of opioids. *J Pain Symptom Manage*, 2005, 29(5 Suppl): S90-S103.
- [16] Qin Z, Xu Y. Effects of remifentanyl and sufentanil anesthesia on cardiac function and serological parameters in congenital heart surgery. *J Healthc Eng*, 2021, 2021: 4650291.
- [17] Habib AS, Parker JL, Maguire AM, et al. Effects of remifentanyl and alfentanil on the cardiovascular responses to induction of anaesthesia and tracheal intubation in the elderly. *Br J Anaesth*, 2002, 88(3): 430-433.
- [18] Maguire AM, Kumar N, Parker JL, et al. Comparison of effects of remifentanyl and alfentanil on cardiovascular response to tracheal intubation in hypertensive patients. *Br J Anaesth*, 2001, 86(1): 90-93.
- [19] Miller DR, Martineau RJ, O'Brien H, et al. Effects of alfentanil on the hemodynamic and catecholamine response to tracheal intubation. *Anesth Analg*, 1993, 76(5): 1040-1046.
- [20] Naples JG, Gellad WF, Hanlon JT. The role of opioid analgesics in geriatric pain management. *Clin Geriatr Med*, 2016, 32(4): 725-735.

(收稿日期: 2023-05-02)