

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.20.012

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240627.0942.004\(2024-06-28\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240627.0942.004(2024-06-28))

## 静脉或吸入麻醉诱导与维持对拔管后儿童围手术期呼吸系统不良事件的影响

朱牡丹,张春兰<sup>△</sup>

(铜陵市人民医院麻醉科,安徽铜陵 244000)

**[摘要]** **目的** 观察静脉或吸入麻醉对拔管后儿童围手术期呼吸系统不良事件(PRAE)的影响。**方法** 选取 2023 年 7—12 月该院在全身麻醉气管插管下行择期扁桃体和/或腺样体切除术的 100 例患儿为研究对象,根据随机数字表法分为静脉麻醉组和吸入麻醉组,每组 50 例。静脉麻醉组使用丙泊酚静脉诱导和维持,吸入麻醉组使用七氟烷吸入诱导和维持。记录两组拔管后 PARE 的发生率,麻醉维持期质量,术后恶心、呕吐、躁动发生情况。**结果** 与吸入麻醉组比较,静脉麻醉组 PRAE 发生率(16.0% vs. 42.0%)、氧饱和度降低发生率(14.0% vs. 38.0%)、儿童苏醒期谵妄躁动(PAED)评分[5(2,8)分 vs. 6(4,11)分]更低,拔管时间更长[(19.6±10.6)min vs. (14.9±8.9)min],拔管后麻醉后监测治疗室(PACU)停留时间更短[(25.4±5.2)min vs. (27.9±6.4)min],差异有统计学意义( $P<0.05$ )。两组插管时间、插管次数>1 次和麻醉维持期发生吞咽及肢体活动的比例比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。两组诱导前后、插管后、拔管后 4 个时间点心率比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ );与诱导前比较,拔管后心率明显升高,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论** 小儿静脉麻醉时 PARE 发生率更低。

**[关键词]** 静脉麻醉;吸入麻醉;儿童;腺样体扁桃体切除术;围手术期呼吸系统不良事件

**[中图分类号]** R726.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)20-3108-05

## Effect of induction and maintenance of intravenous or inhalation anesthesia on respiratory system adverse events in children after extubation

ZHU Mudan, ZHANG Chunlan<sup>△</sup>

(Department of Anesthesiology, Tongling Municipal People's Hospital, Tongling, Anhui 244000, China)

**[Abstract]** **Objective** To observe the effects of intravenous or inhalation anesthesia on perioperative respiratory system adverse events (PRAE) in children after extubation. **Methods** A total of 100 children patients with elective tonsillectomy or adenoidectomy under general anesthesia endotracheal intubation in this hospital from July to December 2023 were selected as the study subjects and divided into the intravenous anesthesia group and inhalation anesthesia group according to the random number table method, 50 cases in each group. The intravenous anesthesia group used propofol for venous induction and maintenance, while the inhalation anesthesia group used sevoflurane inhalation for induction and maintenance. The incidence rate of PRAE after extubation, anesthetic maintenance stage quality, incidence rates of postoperative nausea, vomiting and agitation were recorded in both groups. **Results** Compared with the inspiration anesthesia group, the PRAE incidence rate (16.0% vs. 42.0%), hypoxia incidence rate (14.0% vs. 38.0%) and pediatric anaesthesia emergence delirium (PAED) score [5(2,8)points vs. 6(4,11)points] in the venous anesthesia group were lower, the extubation time was longer [(19.6±10.6)min vs. (14.9±8.9)min], postanesthesia care unit (PACU) stay time was shorter [(25.4±5.2)min vs. (27.9±6.4)min], the differences were statistically significant ( $P<0.05$ ). The proportions of intubation time, intubation times>once and the swallow and limb activity during anesthetic maintenance had no statistical difference between the two groups ( $P>0.05$ ). The heart rate had no statistical difference among 4 time points of before and after induction, after intubation and after extubation ( $P>0.05$ ). Compared with before induction, the heart rate after extubation was significantly increased, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The incidence rate of PARE in pediatric venous anesthesia is lower.

<sup>△</sup> 通信作者, E-mail:1940649507@qq.com。

**[Key words]** intravenous anesthesia; inhalation anesthesia; children; adenotonsillectomy; perioperative respiratory system adverse events

围手术期呼吸系统不良事件(perioperative respiratory adverse events, PRAE)是小儿麻醉中最常见的并发症,接受全身麻醉的儿童 PRAE 的发生率为 15%~50%<sup>[1-2]</sup>,这些并发症会导致住院时间延长,费用增加<sup>[3]</sup>,严重的不良事件也是导致小儿心搏骤停的原因之一<sup>[4]</sup>。麻醉方式是呼吸系统并发症的重要影响因素,RAMGOLAM 等<sup>[5]</sup>研究指出,与静脉麻醉诱导相比,吸入麻醉诱导儿童 PRAE 发生率更高,但未比较麻醉维持时的差异,国内张朝旭等<sup>[6]</sup>研究得出了同样的结论;KARAM 等<sup>[7]</sup>比较了静脉麻醉诱导及维持与吸入麻醉诱导及维持的效果,结果显示,前者 PRAE 发生风险更低,但所有患儿采用喉罩通气,在使用肌松剂气管插管时是否差异更大尚不明确。目前国内外相关报道较少且证据等级不足,缺乏高质量的随机对照试验,因此,本研究旨在探讨麻醉诱导及维持方案对全身麻醉插管患儿 PRAE 发生情况的影响,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2023 年 7—12 月于本院择期在全身麻醉气管插管下行择期扁桃体和/或腺样体切除术的 100 例患儿为研究对象。纳入标准:(1)年龄 2~12 岁;(2)

美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA) I 或 II 级。排除标准:(1)哮喘;(2)先天性心脏病或神经系统疾病;(3)裂孔疝;(4)已知或预测困难气道;(5)严重的上呼吸道感染;(6)重大腹部或胸外科手术以及超过 3 次尝试插入气管导管失败;(7)父母或监护人拒绝参与。采用随机数字表法,分组信息隐藏在密闭信封中,将满足条件的研究对象分为静脉麻醉组和吸入麻醉组,每组 50 例。两组一般资料比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性,见表 1。本研究通过本院伦理委员会批准(审批号:2023ky070),并在中国临床试验中心注册(注册号:ChiCTR2400090089)。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 样本量计算

根据既往研究报道,约 43%的儿童在吸入麻醉诱导和维持后发生 PRAE<sup>[7]</sup>,本研究假设静脉麻醉组可使其发生率下降至 15%,假设临床最小有效差异为 15%,根据两组率的样本量计算,按照 80%的检验效能和 5%的检验水准,使用 PASS15.0 计算每组需 47 例,考虑 10%的脱落率,实际每组 53 例,共 106 例,因脱落 6 例,实际纳入 100 例。

表 1 术前及术中一般资料的比较

项目	静脉麻醉组( $n=50$ )	吸入麻醉组( $n=50$ )	$\chi^2/t$	$P$
男/女( $n/n$ )	29/21	31/19	0.085	0.838
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	6.8 $\pm$ 2.1	7.6 $\pm$ 2.4	-1.880	0.082
BMI( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	16.9 $\pm$ 3.9	18.3 $\pm$ 4.0	-1.963	0.071
ASA 分级(I/II, $n/n$ )	49/1	49/1	<0.001	>0.999
上呼吸道感染[ $n$ (%)]	17(34.0)	14(28.0)	0.404	0.517
OSA[ $n$ (%)]	23(46.0)	27(54.0)	0.599	0.424
被动吸烟[ $n$ (%)]	22(44.0)	26(52.0)	0.277	0.605
过敏[ $n$ (%)]	5(10.0)	7(14.0)	0.196	0.538
湿疹[ $n$ (%)]	11(22.0)	9(18.0)	0.145	0.617
早产[ $n$ (%)]	2(4.0)	3(6.0)	<0.001	>0.999
术前小儿麻醉行为评分[ $n$ (%)]			0.044	0.882
1 分	11(22.0)	13(26.0)		
2 分	25(50.0)	23(46.0)		
3 分	14(28.0)	14(28.0)		
手术类型[ $n$ (%)]			1.725	0.549
扁桃体切除术	1(2.0)	2(4.0)		
扁桃体和腺样体切除术	42(84.0)	44(88.0)		
腺样体切除术	7(14.0)	4(8.0)		
麻醉时间( $\bar{x} \pm s$ , min)	46.2 $\pm$ 11.4	47.5 $\pm$ 12.0	-0.549	0.580
手术时间( $\bar{x} \pm s$ , min)	30.1 $\pm$ 9.3	30.6 $\pm$ 8.3	-0.326	0.777

OSA:阻塞性睡眠呼吸暂停。

### 1.2.2 随机与盲法

本研究为一项开放性试验,在麻醉诱导时患儿对诱导程序无法设盲,围手术期麻醉医生需对患者进行麻醉监测与管理,但术后采集主要结局的研究者是独立的,对之前的分组信息不知情,数据统计分析由 1 名不参与研究的统计学专家进行处理。

### 1.2.3 研究方案

手术前 1 d 研究者查看手术申请单根据纳入和排除标准确定是否具有被招募资格,术前访视时采集患者一般资料,同时取得家属或监护人的知情同意。患儿术前禁食 6~8 h,禁饮 2 h,入手术室后予以心电监护,面罩给氧 5 L/min。静脉麻醉组在开放静脉通路后给予地塞米松 0.1 mg/kg、丙泊酚 2~4 mg/kg、舒芬太尼 0.2~0.3  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、顺式阿曲库铵 0.15 mg/kg,随后插入气道导管,麻醉维持采用丙泊酚 4~12  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ 、瑞芬太尼 10~18  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ;吸入麻醉组以 8%七氟醚进行诱导,待意识消失后开放静脉通道给予同等剂量的地塞米松、舒芬太尼和顺式阿曲库铵,插管后以 3%的七氟烷维持,所有患者根据麻醉深度 BIS 值调整丙泊酚和七氟烷用量使其波动于 40~60。术后若 Wong-Baker 疼痛评分 $\geq 4$ 分则追加舒芬太尼(0.1~0.2  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )补救镇痛,待 Steward $>4$ 分,送回病房。

### 1.2.4 观察指标

(1)一般资料。记录性别、年龄、体重、上呼吸道感染、阻塞性睡眠呼吸暂停(obstructive sleep apnea, OSA)、被动吸烟、早产、过敏和湿疹等病史、术前小儿麻醉行为评分(1分为情绪平静,能配合麻醉诱导;2分为哭泣但是能配合诱导;3分为哭闹尖叫,需要家长或医务人员外力束缚进行诱导)、手术类型、手术时间、麻醉时间、拔管时间、拔管后麻醉后监测治疗室(postanesthesia care unit, PACU)停留时间等。(2)主要结局指标。术后 PRAE,包括①氧饱和度降低:  $\text{SpO}_2 < 95\%$  超过 10 s;②长时间咳嗽:超过 10 s 的剧烈持续咳嗽;③气道阻塞:伴有鼾声和/或呼吸困难的气道阻塞;④喘鸣:术后呼吸音高调;⑤喉痉挛:轻度为吸气时呈现喉鸣音,中度为吸气和呼气都出现喉鸣音,重度为声门紧闭气道完全堵塞;⑥支气管痉挛:呼

气性呼吸困难,呼气期延长,常伴哮鸣音,心率加快甚至心律失常。(3)次要结局指标。儿童苏醒期谵妄躁动(paediatric anaesthesia emergence delirium, PAED)评分、术后疼痛(Wong-Baker)评分、维持期麻醉质量(维持期有无吞咽、肢体活动)、围手术期心率变化(基线值、诱导后、插管后及拔管后)、拔管时间、拔管后 PACU 停留时间、术后住院时间及恶心呕吐等其他不良事件的发生情况。

### 1.3 统计学处理

采用 SPSS23.0 软件进行数据分析,使用 Graph-Pad Prism8.0.2 作图,符合正态分布的计量资料以  $\bar{x}\pm s$  表示,比较采用  $t$  检验;不符合正态分布的计量资料以  $M(Q_1, Q_3)$  表示,比较采用 Mann-Whitney  $U$  检验;计数资料以例数或百分比表示,比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法;重复测量数据采用广义回归方程(generalized estimating equations, GEE),以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 术后 PRAE 发生情况的比较

与吸入麻醉组比较,静脉麻醉组 PRAE、氧饱和度和度降低发生率更低,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 2。

表 2 术后 PRAE 发生情况的比较[n(%)]

项目	静脉麻醉组 (n=50)	吸入麻醉组 (n=50)	$\chi^2$	P
PRAE	8(16.0)	21(42.0)	8.208	0.004
氧饱和度降低	7(14.0)	19(38.0)	7.484	0.006
长时间咳嗽	5(10.0)	12(24.0)	3.473	0.062
气道阻塞	3(6.0)	7(14.0)	1.778	0.182
喘鸣	0	1(2.0)		$>0.999$
喉痉挛	2(4.0)	5(10.0)	1.382	0.436
支气管痉挛	1(2.0)	0		$>0.999$

### 2.2 两组术后苏醒情况比较

与吸入麻醉组比较,静脉麻醉组 PAED 评分更低,拔管时间更长,拔管后 PACU 停留时间更短,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 3。

表 3 两组术后苏醒情况比较

项目	静脉麻醉组(n=50)	吸入麻醉组(n=50)	Z/t/ $\chi^2$	P
PAED 评分[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), 分]	5(2,8)	6(4,11)	3.844	0.040
Wong-Baker 评分[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), 分]	2(0,4)	2(0,2)	$<0.001$	0.358
拔管时间( $\bar{x}\pm s$ , min)	19.6 $\pm$ 10.6	14.9 $\pm$ 8.9	2.754	0.018
拔管后 PACU 停留时间( $\bar{x}\pm s$ , min)	25.4 $\pm$ 5.2	27.9 $\pm$ 6.4	-2.219	0.031
术后住院时间[M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> ), d]	2(1,3)	2(1,3)	-3.964	0.738
恶心呕吐[n(%)]	2(4.0)	5(10.0)	0.457	0.436

### 2.3 两组麻醉诱导与维持质量比较

两组插管时间、插管次数 > 1 次和麻醉维持期发生吞咽及肢体活动的比例比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 4。

表 4 两组麻醉诱导与麻醉维持期质量比较

项目	静脉麻醉组 ( $n=50$ )	吸入麻醉组 ( $n=50$ )	$t/\chi^2$	$P$
插管时间( $\bar{x} \pm s, s$ )	11.3 ± 2.7	11.9 ± 3.2	-1.796	0.060
插管次数 > 1 次 [ $n(\%)$ ]	5(10.0)	7(14.0)	0.379	0.538
麻醉维持期[ $n(\%)$ ]				
吞咽	7(14.0)	4(8.0)	0.919	0.338
肢体活动	4(8.0)	2(4.0)	0.709	0.678

### 2.4 两组围手术期心率变化比较

两组诱导前后、插管后、拔管后 4 个时间点心率比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 与诱导前比较, 拔管后心率明显升高, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 5。

表 5 不同时间点两组心率变化( $\bar{x} \pm s$ , 次/min)

时间点	静脉麻醉组 ( $n=50$ )	吸入麻醉组 ( $n=50$ )	$t$	$P$
诱导前	96.04 ± 17.96	93.03 ± 15.68	0.441	0.698
诱导后	85.33 ± 14.92 <sup>a</sup>	85.94 ± 13.71	-0.296	0.774
插管后	90.23 ± 14.90	92.64 ± 14.64	-0.828	0.444
拔管后	112.53 ± 23.47 <sup>a</sup>	118.55 ± 25.03 <sup>a</sup>	-1.268	0.281

<sup>a</sup>:  $P < 0.05$ , 与同组诱导前比较。

## 3 讨论

与成人比较, 小儿的呼吸系统具有明显不同的解剖结构和生理特点, 如头大、舌大、颈短、气道狭窄等, 且术前由于紧张、恐惧等情绪应激反应明显增加, 因而发生 PRAE 的风险更大。据报道, 引起 PRAE 的危险因素有年龄 ≤ 6 岁、上呼吸道感染、肺部疾病、OSA、气道内手术、环境、被动吸烟等<sup>[8-13]</sup>, 在接受腺样体扁桃体切除术中, 患儿往往伴随有 OSA, 且气道内的直接刺激造成分泌物储留, 周围组织肿胀, 手术创伤引起炎症因子释放, 因此这类患儿的 PRAE 高发生风险引起了临床医生广泛关注<sup>[14]</sup>。

近年, 全球的临床医生一直在积极寻求各种围手术期策略以降低 PRAE 发生率, 包括危险因素探索<sup>[8,15]</sup>、喉罩与气管插管的对比<sup>[16]</sup>、预防性使用沙丁胺醇<sup>[4]</sup>、深麻醉拔管与清醒拔管<sup>[17]</sup>、精神状态调查<sup>[18]</sup>、术前使用咪达唑仑或右美托咪定镇静<sup>[1,19]</sup>及专业的护理<sup>[20]</sup>等, 尽管如此, 围手术期临床医生可执行的可供选择的策略仍然很多, 且这些对于 PRAE 的影响需要被进一步探索, 以供临床医师针对患儿的不同情况做出全面的评估与管理。

本研究表明, 与七氟烷吸入麻醉比较, 丙泊酚静脉麻醉时 PRAE 发生率 (16.0% vs. 42.0%)、氧饱和度降低发生率 (14.0% vs. 38.0%) 更低。与 RAMGOLAM 等<sup>[5]</sup>研究结果一致, 他们比较了诱导时吸入和静脉麻醉对 PRAE 的影响, 发现吸入麻醉时 PRAE 的发生率更高, 但结果局限于诱导期, 而在术后苏醒期两组无明显差异, 因此维持期的麻醉方法对术后的 PRAE 影响可能更大, 本研究也证实了这点。KARAM 等<sup>[7]</sup>比较了全身麻醉喉罩下吸入和静脉麻醉诱导及维持对 PRAE 的影响, 发现吸入麻醉 PRAE 风险更高, 但未比较在插管手术患者中的效应。而 LIU 等<sup>[21]</sup>研究表明, 在插管的患儿中 PRAE 发生风险更高, 这可能与气道的高反应性有关, 气道内操作如喉镜检查、气管插管, 刺激了副交感神经系统, 从而释放乙酰胆碱, 然后作用于气道平滑肌中的 M3 受体, 导致支气管收缩, 诱发 PRAE 的发生<sup>[22]</sup>。

七氟醚和异丙酚都是有效的支气管扩张剂, 异丙酚能有效减少气管插管引起的支气管收缩, 并通过降低支气管平滑肌细胞上的 5-HT 受体活性抑制三磷酸腺苷引起的收缩, 使异丙酚在抑制喉部反射方面比七氟烷有优势, 这也是本研究中静脉麻醉组长时间咳嗽和气道阻塞、喉痉挛发生率更低的可能原因, 尽管差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 但表现的趋势仍值得被临床关注。七氟烷通过减少副交感神经紧张性和抑制支气管平滑肌上电压门控钙、钾和氯离子通道, 理论上对 PRAE 的发生具有保护作用, 但在抑制气道反射方面作用有限。

本研究两组插管时间、插管次数 > 1 次的比例比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 表明这两种方案均能满足临床麻醉诱导的需求。本研究静脉麻醉组发生吞咽和肢体活动的比例更高, 而术中采用麻醉深度监测所有患儿均达到了足够的镇静, 因此这可能与七氟烷兼有镇静、镇痛和骨骼肌松弛作用相关。而吸入麻醉组七氟烷麻醉时, 患儿拔管时间更短, 苏醒更快, 术后 PAED 评分更高, 躁动的发生风险更大, 具体原因尚不明确, 考虑与多种因素共同作用有关, 而七氟烷被认为是危险因素之一<sup>[23-26]</sup>。

综上所述, 丙泊酚静脉麻醉对于呼吸系统并发症具有一定的保护作用, 但苏醒时间相对较长, 阿片类药物的使用同时会并发一些不良反应, 如呼吸抑制、恶心呕吐等, 对于年龄较小的不配合者或静脉穿刺困难的患儿, 吸入麻醉是更优的选择, 两种方案各有利弊, 临床上应当积极识别 PRAE 高风险患儿, 对于高风险小儿患者, 应当尽量避免使用吸入麻醉, 以降低 PRAE 的发生率。本研究也有局限性: (1) 本研究只评估了静脉和吸入麻醉对 PRAE 的影响, 而在临床实践中发现静脉和吸入复合麻醉可能是一种更加有效安全的麻醉方法<sup>[27]</sup>, 对于静脉和吸入复合麻醉的效果



和安全性,未来的研究可以考虑将其作为一个独立的比较组,以提供更全面的临床指导。(2)本研究未使用肌松拮抗剂移除残余骨骼肌松弛的影响,无法保证患儿完全不受残余骨骼肌松弛的影响。(3)未对父母的焦虑水平进行评估,这可能也会影响患儿苏醒时的状态。

## 参考文献

- [1] SHEN F,ZHANG Q,XU Y,et al. Effect of intranasal dexmedetomidine or midazolam for premedication on the occurrence of respiratory adverse events in children undergoing tonsillectomy and adenoidectomy: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Netw Open*,2022,5:e2225473.
- [2] PARK J B,SOHN J Y,KANG P,et al. Perioperative respiratory-adverse events following general anesthesia among pediatric patients after COVID-19[J]. *J Korean Med Sci*,2023,38:e349.
- [3] HII J,TEMPLETON T W,SOMMERFIELD D,et al. Risk assessment and optimization strategies to reduce perioperative respiratory adverse events in Pediatric Anesthesia-Part 1 patient and surgical factors [J]. *Paediatr Anaesth*,2022,32:209-216.
- [4] VON UNGERN-STERNBERG B S,SOMMERFIELD D,SLEVIN L,et al. Effect of albuterol premedication vs placebo on the occurrence of respiratory adverse events in children undergoing tonsillectomies: the REACT randomized clinical trial[J]. *JAMA Pediatr*,2019,173:527-533.
- [5] RAMGOLAM A,HALL G L,ZHANG G,et al. Inhalational versus IV induction of anesthesia in children with a high risk of perioperative respiratory adverse events[J]. *AORN J*,2018,108(5):566-571.
- [6] 张朝旭,王军,赵戈,等. 丙泊酚静脉诱导与七氟烷吸入诱导对高风险患儿围术期呼吸系统不良事件发生率的影响[J]. *中国药物与临床*,2019,19(23):4123-4125.
- [7] KARAM C,ZEENI C,YAZBECK-KARAM V,et al. Respiratory adverse events after LMA<sup>®</sup> mask removal in children: a randomized trial comparing propofol to sevoflurane[J]. *Anesth Analg*,2023,136(1):25-33.
- [8] ZHANG Q,SHEN F,WEI Q,et al. Development and validation of a risk nomogram model for perioperative respiratory adverse events in children undergoing airway surgery: an observational prospective cohort study [J]. *Risk Manag Healthc Policy*,2022,15:1-12.
- [9] LEE L K,BERNARDO M K L,GROGAN T R,et al. Perioperative respiratory adverse event risk assessment in children with upper respiratory tract infection: validation of the COLDS score [J]. *Paediatr Anaesth*,2018,28:1007-1014.
- [10] MARSH B J,KOLODZIE K,ROBINOWITZ D,et al. Wildfire smoke exposure is associated with adverse respiratory events under general anesthesia in at-risk pediatric patients[J]. *Anesthesiology*,2022,137:543-554.
- [11] WUDINEH D M,BERHE Y W,CHEKOL W B,et al. Perioperative respiratory adverse events among pediatric surgical patients in university hospitals in Northwest Ethiopia: a prospective observational study[J]. *Front Pediatr*,2022,10:827663.
- [12] LEE J L,THAM L P. Incidence and predictors of respiratory adverse events in children undergoing procedural sedation with intramuscular ketamine in a paediatric emergency department [J]. *Singapore Med J*,2022,63:28-34.
- [13] COVERT H H,ABDOEL WAHID F,WENZEL S E,et al. Climate change impacts on respiratory health: exposure, vulnerability, and risk[J]. *Physiol Rev*,2023,103:2507-2522.
- [14] 刘冰,王德霖. 扁桃体腺样体肥大患儿使用低温等离子扁桃体腺样体切除术进行治疗的临床效果[J]. *中国医学文摘(耳鼻咽喉科学)*,2023,38(5):17-20.
- [15] 张琴,沈方明,魏庆凤,等. 扁桃体腺样体手术患儿围术期呼吸系统不良事件的预测模型建立[J]. *医学研究杂志*,2022,51(1):129-134.
- [16] DRAKE-BROCKMAN T F, RAMGOLAM A, ZHANG G, et al. The effect of endotracheal tubes versus laryngeal mask airways on perioperative respiratory adverse events in infants: a randomised controlled trial [J]. *Lancet*,2017,389(10070):701-708.
- [17] RAMGOLAM A, HALL G L, ZHANG G, et al. Deep or awake removal of laryngeal mask airway in children at risk of respiratory adverse events undergoing tonsillectomy-a randomised controlled trial [J]. *Br J Anaesth*,2018,120(3):571-580.