

# 容量和压力通气模式在婴幼儿喉罩麻醉中的对比研究

陈达文, 邱郁群, 黄 梅

(茂名市妇幼保健院手术麻醉科, 广东 茂名 525200)

**摘要:** **目的** 探讨婴幼儿喉罩麻醉中分别使用容量和压力通气模式, 对患儿气道压力与血气指标水平的影响。**方法** 将2020年5月至2021年6月茂名市妇幼保健院收治的行喉罩全麻手术的100例婴幼儿按照随机数字表法分为对照组(50例, 采取容量通气模式)与观察组(50例, 采取压力通气模式)。比较两组患儿麻醉前( $T_0$ )、气腹后10 min( $T_1$ )、气腹放气后5 min( $T_2$ )的气道压力、潮气量、漏气率及血气指标, 以及术后24 h不良反应发生情况。**结果**  $T_1$ 、 $T_2$ 时, 观察组患儿气道峰压(Ppeak)、平均气道压(Pmean)水平均显著低于对照组(均 $P<0.05$ ); 与 $T_0$ 相比,  $T_1$ 、 $T_2$ 时观察组患儿吸气潮气量(TV)先升高后降低, 漏气率先降低后升高, 而观察组 $T_1$ 时吸气TV水平显著高于对照组, 漏气率水平显著低于对照组(均 $P<0.05$ ); 与 $T_0$ 相比,  $T_1$ 、 $T_2$ 时两组患儿动脉血二氧化碳分压( $PaCO_2$ )水平呈先升高后降低, 肺泡动脉血氧分压差(A-aDO<sub>2</sub>)水平均呈逐渐升高趋势(均 $P<0.05$ ); 但两组患儿不同时间点动脉血氧分压( $PaO_2$ )、 $PaCO_2$ 、A-aDO<sub>2</sub>水平比较, 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$ ); 观察组患儿不良反应总发生率显著低于对照组( $P<0.05$ )。**结论** 婴幼儿喉罩全麻时应用压力通气模式和容量通气模式, 均可维持良好的气道压力, 而压力通气模式可进一步保证有效肺通气, 降低气道压力及喉罩漏气率, 且安全性较高。

**关键词:** 喉罩麻醉; 容量通气模式; 压力通气模式; 气道压力

中图分类号: R614; R726

文献标识码: A

文章编号: 2096-3718.2022.05.0028.04

## Comparative study of volume and pressure ventilation modes in infant laryngeal mask anesthesia

CHEN Dawen, QIU Yuqun, HUANG Mei

(Department of Surgical Anesthesia, Maoming Maternal and Child Health Hospital, Maoming, Guangdong 525200, China)

**Abstract: Objective** To explore the effects of volume and pressure ventilation modes on the airway pressure and blood gas index levels in infant laryngeal mask anesthesia. **Methods** A total of 100 infants who underwent laryngeal mask anesthesia in Maoming Maternal and Child Health Hospital from May 2020 to June 2021 were divided into the control group (50 cases, adopting volume ventilation mode) and the observation group (50 cases, adopting pressure ventilation mode) according to the random number table method. The airway pressure, tidal volume (TV), air leakage rate and blood gas indexes before anesthesia ( $T_0$ ), 10 minutes after pneumoperitoneum ( $T_1$ ), and 5 minutes after pneumoperitoneum deflation ( $T_2$ ), and the occurrence of adverse reactions 24 hours after operation of children were compared between the two groups. Children in both groups were observed for 24 hours after operation. **Results** At  $T_1$  and  $T_2$ , the levels of Peak airway pressure (Ppeak), mean airway pressure (Pmean) of children in the observation group were significantly lower than those in the control group (all  $P<0.05$ ); compared with  $T_0$ , the inspiratory TV of children in the observation group increased first and then decreased from  $T_1$  to  $T_2$ , and the air leakage first decreased and then increased from  $T_1$  to  $T_2$ , while the inspiratory TV level in the observation group at  $T_1$  was significantly higher than that in the control group, and the air leakage rate was significantly lower than that in the control group (all  $P<0.05$ ); compared with  $T_0$ , the levels of arterial partial pressure of carbon dioxide ( $PaCO_2$ ) of children in the two groups increased first and then decreased from  $T_1$  to  $T_2$ , and the levels of alveolar arterial oxygen partial pressure (A-aDO<sub>2</sub>) increased gradually from  $T_1$  to  $T_2$  (all  $P<0.05$ ); but there was no significant difference in the levels of arterial partial pressure of oxygen ( $PaO_2$ ),  $PaCO_2$  and A-aDO<sub>2</sub> between the two groups at different time points (all  $P>0.05$ ); the total incidence of adverse reactions in the observation group was significantly lower than that in the control group ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Pressure ventilation mode and volume ventilation mode can maintain good airway pressure during infant laryngeal mask anesthesia, and pressure ventilation mode can further ensure effective lung ventilation, reduce airway pressure and laryngeal mask air leakage rate, and which has higher security.

**Keywords:** Laryngeal mask anesthesia; Volume ventilation mode; Pressure ventilation mode; Airway pressure

由于婴幼儿气道发育不完全,常规气管插管式麻醉对呼吸道刺激大、创伤大,且增加发生应激反应与并发症的风险。喉罩麻醉主要通过将喉罩安置于咽喉腔和食管进行封闭,使婴幼儿既可以自主呼吸,也可进行正压通气,减轻气道刺激,创伤少,减轻应激反应,降低并发症风险,但容易出现移位、漏气、气道阻塞情况,进而影响手术进行<sup>[1-2]</sup>。因此为进一步提高麻醉安全性,需选择可靠的通气模式,避免因充气量不足或充气量过大引起的麻醉风险,压力通气模式和容量通气模式均是临床上常见的通气模式。容量通气模式是固定的潮气量,通过调整压力,保持恒速气流;压力通气模式是固定的压力,通过调整潮气量,减慢气流,两种通气方式均可控制肺泡压和肺泡跨壁压,适宜应用于婴幼儿喉罩麻醉中<sup>[3-4]</sup>,而具体何种通气模式更具有优势需深入研究。鉴于此,本研究旨在探讨不同通气模式应用在婴幼儿喉罩麻醉时对患儿气道压力与血气指标水平的影响,现报道如下。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 将2020年5月至2021年6月茂名市妇幼保健院收治的行喉罩全麻手术的100例婴幼儿按照随机数字表法分为两组。对照组(50例)中男患儿29例,女患儿21例;年龄0.4~3岁,平均 $(1.25 \pm 0.77)$ 岁;体质量5~15 kg,平均 $(10.58 \pm 2.42)$  kg;美国医师协会麻醉分级(ASA)<sup>[5]</sup>: I级15例, II级35例;手术时间50~100 min,平均 $(77.24 \pm 8.78)$  min。观察组(50例)中男患儿27例,女患儿23例;年龄0~3岁,平均 $(1.28 \pm 0.72)$ 岁;体质量5~16 kg,平均 $(10.64 \pm 2.48)$  kg; ASA 分级: I级17例, II级33例;手术时间52~100 min,平均 $(77.06 \pm 8.71)$  min。两组患儿一般资料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),组间可比。纳入标准: ASA 分级为 I~II 级者;符合全身麻醉指征,进行手术治疗者等。排除标准: 上呼吸道感染及肝、肾等功能严重障碍者;严重心律失常、先天性心脏病、心动过缓、传导阻滞者;小颅畸形、面部瘢痕至张口受限等颌面部异常者;肺纤维化严重导致喉罩通气无法维持正常血氧饱和度者等。本研究经院内医学伦理委员会批准,患儿法定监护人签署知情同意书。

**1.2 麻醉方法** 两组患儿均常规禁食8 h后,进行喉罩全麻。麻醉诱导: 静脉注射0.5  $\mu$ g/kg 体质量枸橼酸舒芬太尼注射液(宜昌人福药业有限责任公司,国药准字H20054172,规格: 2 mL : 100  $\mu$ g), 0.2 mg/kg 体质量苯磺顺阿曲库铵注射液(江苏恒瑞医药股份有限公司,国药准字H20183042,规格: 5 mL : 10 mg), 0.03 mg/kg 体质量咪达唑仑注射液(江苏九旭药业有限公司,国药准字H20113433,规格: 1 mL : 5 mg), 1 mg/kg 体质量丙泊酚乳状注射液(四川国瑞药业有限责任公司,国药准字

H20030115,规格: 20 mL : 0.2g), 连接多功能麻醉监护仪。据患儿体质量选择适宜大小的喉罩(宁波博雅医疗器械有限公司,型号: BY-HZ-125), 设置供氧6~8 L/min, 患儿下颌松弛, 置入喉罩2.5号, 出现咽喉部阻力感时充足气体, 封闭喉头, 留置喉管。麻醉维持: 静脉滴注丙泊酚乳状注射液1 mg/kg 体质量, 枸橼酸舒芬太尼注射液0.5  $\mu$ g/kg 体质量, 苯磺顺阿曲库铵注射液0.2 mg/(kg·h)。对照组患儿采取容量通气模式, 设置呼吸频率20次/min, 吸呼比1:1.5, 吸气潮气量为10~15 mL/kg 体质量, 通过调整吸气压力, 维持呼气末二氧化碳分压( $P_{aCO_2}$ ) 30~40 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa), 稳定记录患儿呼吸参数。观察组患儿采取压力通气模式, 设置呼吸频率20次/min, 吸呼比1:1.5, 吸气压力设置为15~20 cmH<sub>2</sub>O (1 cmH<sub>2</sub>O=0.098 kPa), 通过调整吸气潮气量(TV), 维持呼气末 $P_{aCO_2}$  30~40 mmHg, 稳定记录患儿呼吸参数。两组患儿均于术后观察24 h。

**1.3 观察指标** ①比较两组患儿麻醉前( $T_0$ )、气腹后10 min( $T_1$ )、气腹放气后5 min( $T_2$ )气道峰压( $P_{peak}$ )、平均气道压( $P_{mean}$ )水平, 采用多功能呼吸监护仪检测。②比较两组患儿 $T_0$ 、 $T_1$ 、 $T_2$ 时的吸气TV与漏气率, 采用多功能呼吸监护仪检测潮气量, 并计算漏气率=(吸气TV-呼气TV)/吸气TV $\times$ 100%。③比较两组患儿 $T_0$ 、 $T_1$ 、 $T_2$ 时的动脉血氧分压( $P_{aO_2}$ )、 $P_{aCO_2}$ 、肺泡动脉血氧分压差(A-aDO<sub>2</sub>)水平, 分别于 $T_0$ 、 $T_1$ 、 $T_2$ 时抽取两组患儿动脉血2 mL, 采用血气分析仪检测。④比较两组患儿术后24 h不良反应(胃胀气、恶心、呕吐、喉痉挛、呼吸困难)发生情况。

**1.4 统计学方法** 采用SPSS 22.0统计软件分析数据, 术后24 h不良反应发生情况为计数资料, 以[例(%)]表示, 采用 $\chi^2$ 检验; 气道压力、吸气潮气量与漏气率、血气指标均为计量资料, 以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 两组间比较采用 $t$ 检验, 多时间点间比较采用重复测量方差分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 气道压力**  $T_0$ ~ $T_2$ 时两组患儿 $P_{peak}$ 、 $P_{mean}$ 水平比较, 差异均无统计学意义(均 $P>0.05$ ); 而 $T_1$ 、 $T_2$ 时, 观察组患儿 $P_{peak}$ 、 $P_{mean}$ 水平均显著低于对照组, 差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ ), 见表1。

**2.2 潮气量与漏气率** 与 $T_0$ 相比,  $T_1$ 、 $T_2$ 时观察组患儿吸气TV先升高后降低, 漏气率水平先降低后升高, 而且观察组 $T_1$ 时吸气TV显著高于对照组, 漏气率显著低于对照组, 差异均有统计学意义(均 $P<0.05$ ), 见表2。

**2.3 血气指标** 与 $T_0$ 相比,  $T_1$ 、 $T_2$ 时两组患儿 $P_{aCO_2}$ 水平呈先升高后降低, A-aDO<sub>2</sub>水平均呈逐渐升高趋势, 差异均

有统计学意义 (均  $P<0.05$ ) ; 两组患儿不同时间点  $\text{PaO}_2$ 、 $\text{PaCO}_2$ 、 $\text{A-aDO}_2$  水平比较, 差异均无统计学意义 (均  $P>0.05$ ) , 见表 3。

**2.4 不良反应** 观察组患儿不良反应总发生率显著低于对照组, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ) , 见表 4。

### 3 讨论

婴幼儿具有脏器功能发育不完全、免疫功能低、耐受力低等特征, 手术风险和麻醉风险较高。喉罩是一种置入方便, 操作简单, 减少了显露声门对咽喉的损伤及插入气管导管对气管的刺激, 是一种介于气管导管与面罩之间的

上呼吸道通气装置, 在婴幼儿手术中应用较为广泛<sup>[6]</sup>。由于婴幼儿的解剖生理特点及其免疫防御功能尚未发育完善等多种因素, 气体流量、潮气量、气道压力等变化均引起患儿生理上的改变, 因此在婴幼儿使用喉罩麻醉时, 选择合适的通气模式与喉罩具有重要的意义。

采用容量通气模式时, 呼吸机通过产生正压, 升高气道压力, 将预设容量的气体以恒速气流送入肺内; 呼气时肺内气体靠胸肺弹性回缩, 排出体外, 气道压力回复至零, 但气道压力变化大, 易产生压伤, 对心血管系统影响大<sup>[7-8]</sup>。压力通气模式下, 患儿吸气时肺泡轻度膨胀, 吸气末时吸

表 1 两组患儿气道压力比较 ( $\bar{x} \pm s$ ,  $\text{cmH}_2\text{O}$ )

组别	例数	Ppeak			Pmean		
		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
对照组	50	24.81±4.58	24.80±2.82	24.15±2.12	12.81±2.43	12.52±1.93	12.02±1.90
观察组	50	24.65±4.53	23.76±2.03	23.42±1.15	11.92±2.45	11.25±1.88	11.15±1.68
<i>t</i> 值		0.176	2.116	2.140	1.824	3.333	2.426
<i>P</i> 值		>0.05	<0.05	<0.05	>0.05	<0.05	<0.05

注: Ppeak: 气道峰压; Pmean: 平均气道压。1  $\text{cmH}_2\text{O}$ =0.098 kPa。

表 2 两组患儿吸气 TV 与漏气率比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	吸气 TV(mL)			漏气率(%)		
		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
对照组	50	60.42±5.18	60.25±3.56	60.23±4.05	23.72±1.82	23.75±1.95	23.56±2.16
观察组	50	61.22±5.23	65.52±4.03*	61.11±4.45 <sup>#</sup>	23.56±1.75	20.25±1.56*	23.05±1.58 <sup>#</sup>
<i>t</i> 值		0.768	6.930	1.034	0.448	9.911	1.348
<i>P</i> 值		>0.05	<0.05	>0.05	>0.05	<0.05	>0.05

注: 与 T<sub>0</sub> 时比, \* $P<0.05$ ; 与 T<sub>1</sub> 时比, <sup>#</sup> $P<0.05$ 。TV: 潮气量。

表 3 两组患者血气指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ , mmHg)

组别	例数	$\text{PaO}_2$			$\text{PaCO}_2$		
		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
对照组	50	91.11±6.81	90.45±6.46	91.26±7.45	40.28±4.06	45.12±4.87*	44.74±4.41*
观察组	50	92.42±6.62	91.19±6.62	92.65±6.33	40.22±4.13	44.58±4.62*	44.22±4.28*
<i>t</i> 值		0.975	0.566	1.005	0.073	0.569	0.598
<i>P</i> 值		>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

组别	例数	$\text{A-aDO}_2$		
		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
对照组	50	74.88±12.08	85.54±13.75*	86.61±13.36*
观察组	50	74.45±12.26	81.45±13.39*	82.26±13.52*
<i>t</i> 值		0.177	1.507	1.618
<i>P</i> 值		>0.05	>0.05	>0.05

注: 与 T<sub>0</sub> 时比, \* $P<0.05$ 。 $\text{PaO}_2$ : 动脉血氧分压;  $\text{PaCO}_2$ : 动脉血二氧化碳分压;  $\text{A-aDO}_2$ : 肺泡-动脉氧分压差。1 mmHg=0.133 kPa。

表 4 两组患儿不良反应率比较 [例 (%)]

组别	例数	胃胀气	恶心	呕吐	喉痉挛	呼吸困难	总发生
对照组	50	9(18.00)	2(4.00)	1(2.00)	1(2.00)	0(0.00)	13(26.00)
观察组	50	2(4.00)	1(2.00)	1(2.00)	0(0.00)	1(2.00)	5(10.00)
$\chi^2$ 值							4.336
<i>P</i> 值							<0.05



气气流持续维持,促使气体均匀充满整个肺泡,减少胸廓顺应性变化,预防肺不张,降低肺内的分流,利于肺通气的调节<sup>[9-11]</sup>;同时随着手术时间的延长,呼吸分泌物增加,肺顺应性下降,增加气道阻力,而压力通气模式可相对减少进行机械通气时的肺通气阻力,保证安全性<sup>[12-13]</sup>。本研究中, $T_1$ 、 $T_2$ 时,观察组患儿 $P_{peak}$ 、 $P_{mean}$ 水平均显著低于对照组,不良反应总发生率显著低于对照组,提示相比于容量通气模式,压力通气模式应用在婴幼儿喉罩麻醉中,可有效改善患儿气道压力,且安全性较高。

在喉罩通气时,为了保留自主呼吸会导致功能潮气量降低,进而发生高碳酸血症和缺氧情况,而容量通气模式能够保证每分钟通气量和潮气量,但会因气道压力较大的变化,产生气压损伤<sup>[14-16]</sup>;而压力通气模式主要通过呼吸机预设气道压力来管理通气,由气道压力、呼气末正压之差、吸气时间共同决定潮气量,并受呼吸系统顺应性和气道阻力的影响<sup>[17-18]</sup>。本研究中,观察组 $T_1$ 时吸气TV显著高于对照组,漏气率显著低于对照组,提示压力通气模式应用在婴幼儿喉罩麻醉时可保证有效肺通气,降低气道压力及喉罩漏气率。

机械通气的主要目标是维持血气指标正常,但其本身可加重正常的肺损伤和已损伤肺的损伤。本研究中,与 $T_0$ 相比, $T_1$ 、 $T_2$ 时两组患儿 $PaCO_2$ 水平呈先升高后降低, $A-aDO_2$ 水平均呈升高趋势;两组患儿 $PaO_2$ 、 $PaCO_2$ 、 $A-aDO_2$ 水平比较,差异均无统计学意义,提示将压力通气模式和容量通气模式应用在婴幼儿喉罩麻醉中,均会对患儿的血气指标造成影响。分析其原因可能为,由于麻醉阶段会导致气腹膈肌升高,肺底受压,肺底小气道受压闭塞,存在动静脉分流和通气改变,导致血气指标的改变,而压力通气模式和容量通气模式均可通过减少肺内动静脉分流,改善氧合,进而在气道压力条件下,减轻对循环系统的影响<sup>[19-20]</sup>。

综上,压力通气模式和容量通气模式应用在婴幼儿喉罩麻醉时,均可维持良好的气道压力,而压力通气模式可进一步保证有效肺通气,降低气道压力及喉罩漏气率,且安全性较高,值得推广应用。

## 参考文献

- [1] 王琼,高晓秋,马武华,等.不同类型喉罩在小儿泌尿外科手术中的应用[J].广东医学,2017,38(13):2041-2042,2045.
- [2] 胡玲,康路,王瑞婷,等.I-gel喉罩与Supreme喉罩在小儿腹腔镜手术中的应用比较[J].实用医学杂志,2016,32(13):2245-2246.
- [3] 陶佳,骆璇.定压和定容通气模式对单肺通气气道压力和动脉血气的影响[J].江苏医药,2016,42(20):2215-2217.
- [4] 涂远艳,汪志勇,方进龙.两种通气模式对小儿腹腔镜下Proseal喉罩通气功能的影响[J].中国医药导报,2017,14(4):54-57.
- [5] 胡洁,白洁.ASA-PS分级及其他术前评估系统在儿科麻醉实践中的争鸣[J].国际麻醉学与复苏杂志,2020,41(10):986-990.
- [6] 秦勇,张锦瑞,林禄义,等.喉罩通气Jackson-Rees回路七氟烷吸入全麻在小儿浅表手术的应用[J].江苏医药,2015,41(2):233-234.
- [7] 何莹,陈慧,周坤鹏,等.小儿麻醉诱导期间三种面罩通气模式对气道峰压和胃进气的影响[J].山东医药,2020,60(25):53-56.
- [8] 张玉岩,孙广斐,耿化晓,等.PCV与VTPC分别联合SIMV治疗新生儿呼吸窘迫综合征的临床研究[J].解放军医药杂志,2021,33(4):75-80.
- [9] 叶宏武,汪俊,刘俊霞,等.长吸气时间压力控制通气模式在小儿长时间二氧化碳气腹腔镜术中的应用[J].安徽医药,2017,21(11):2013-2016.
- [10] 李永富,杨晓路,马月兰,等.二种无创通气模式在早产儿呼吸衰竭中的应用[J].中国小儿急救医学,2016,23(4):236-239.
- [11] 胡金绘,武荣.压力调节容量控制通气模式在新生儿机械通气中的应用[J].现代中西医结合杂志,2015,24(17):1935-1938.
- [12] 刘珺珺,顾志清,金泉英,等.婴儿Ambu喉罩通气下压力与容量控制通气的呼吸动力学比较[J].上海医学,2015,38(6):484-488.
- [13] 陈小莉,魏利娟,郭仲辉,等.压力控制容量保证用于婴幼儿先天性心脏病术中肺保护性通气的效果[J].实用医学杂志,2020,36(4):470-474.
- [14] 肖颖,段娜,王伟,等.不同通气模式下小儿气道异物取出术的效果[J].山西医科大学学报,2017,48(6):619-624.
- [15] 谢威,李水英,董志芳,等.不同通气模式对小儿全麻纤支镜诊疗术呼吸力学和肺氧合功能的影响[J].医药前沿,2019,9(13):50-51.
- [16] 吴坤,谷春红,王师建.压力控制通气和容量控制通气在小儿喉罩全麻腹腔镜手术中的应用[J].中国医疗器械信息,2018,24(10):118-119.
- [17] 刘文强,徐艳,韩爱民,等.两种不同通气模式在呼吸窘迫综合征早产儿撤机阶段的应用对比[J].中国当代儿科杂志,2018,20(9):729-733.
- [18] 费建平,张代玲,李蓉,等.小儿喉罩麻醉自主呼吸与容量控制呼吸对患儿呼吸和循环功能的影响[J].医学临床研究,2015,32(7):1290-1293.
- [19] 高佳,郑超,刘国亮,等.容量和压力通气模式在婴儿纤支镜治疗中的对比研究[J].实用医学杂志,2020,36(8):1077-1080,1086.
- [20] 王金莉,林水容,穆恩.容量控制通气模式与压力控制通气模式治疗急性呼吸窘迫综合征病人的疗效比较[J].实用老年医学,2020,34(6):605-608.