

· 论 著 ·

喉罩联合封堵器与气管导管联合封堵器 在儿童胸腔镜手术中的比较



全文二维码

林子欣¹ 胡璟¹ 刘赫琪¹ 李立晶¹ 郑铁华¹ 郭继峰² 王芳¹ 张建敏¹¹ 国家儿童医学中心 首都医科大学附属北京儿童医院麻醉科, 北京 100045; ² 首都医科大学
附属北京儿童医院保定医院麻醉科, 保定 071000

通信作者: 张建敏, Email: zjm428@sina.com

【摘要】 目的 探讨喉罩联合支气管封堵器相比气管导管联合支气管封堵器, 是否更能提供优越气道管理策略。 **方法** 本研究为前瞻性随机对照研究, 纳入 2023 年 11 月至 2024 年 8 月于首都医科大学附属北京儿童医院行择期胸腔镜下纵隔肿物切除术的 43 例患儿作为研究对象, 随机分为喉罩联合支气管封堵器组(L 组)与气管导管联合支气管封堵器(T 组)。记录两组患儿通气装置放置后 10 min (T1)、单肺通气 30 min (T2)、恢复双肺通气 10 min (T3) 时的气道峰压(peak airway pressure, Ppaw)、呼气末二氧化碳分压(end-tidal carbon dioxide partial pressure, PetCO₂), 并计算氧合指数(oxygenation index, OI)和动脉-呼气末二氧化碳分压差(P(a-et)CO₂); 术后喉损伤发生率(拔管即刻和术后第一天声音嘶哑发生率)。 **结果** 按不同分组方式比较, L 组和 T 组在 T1 时 OI 值[(546.8 ± 12.9) mmHg 和 (524.6 ± 10.4) mmHg]、P(a-et)CO₂ 值[(8.4 ± 1.7) mmHg 和 (9.9 ± 1.3) mmHg]、Ppaw 值[(13.7 ± 1.1) cmH₂O 和 (15.5 ± 1.4) cmH₂O]; 两组在 T2 时 OI 值[(167.3 ± 3.2) mmHg 和 (205.7 ± 2.7) mmHg]、P(a-et)CO₂ 值[(15.7 ± 3.7) mmHg 和 (12.8 ± 2.3) mmHg]、Ppaw 值[(27.7 ± 4.7) cmH₂O 和 (21.4 ± 2.9) cmH₂O]; 两组在 T3 时 OI 值[(355.3 ± 7.7) mmHg 和 (379.4 ± 7.3) mmHg]、P(a-et)CO₂ 值[(14.0 ± 2.9) mmHg 和 (11.0 ± 2.4) mmHg]; 术后即刻两组的声音嘶哑发生例数(1 例和 7 例), 术后一天声音嘶哑发生例数(0 例和 4 例)差异均有统计学意义($P < 0.05$)。两组在 T3 时 Ppaw 值[(15.8 ± 1.3) cmH₂O 和 (16.3 ± 1.1) cmH₂O]、T1 ~ T3 时 PetCO₂ 值[(36.7 ± 4.2) mmHg 和 (36.7 ± 4.6) mmHg、(47.4 ± 11.2) mmHg 和 (42.5 ± 7.0) mmHg、(38.2 ± 6.0) mmHg 和 (35.4 ± 5.6) mmHg] 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。 **结论** 在儿童胸腔镜手术中, 喉罩联合支气管封堵器能够有效降低术后声音嘶哑的发生率; 但随着单肺时间的延长, 喉罩可能对患儿的肺功能产生不良影响, 因此仅推荐在短小胸腔镜手术中考虑选用喉罩联合支气管封堵器对患儿进行单肺通气管理。

【关键词】 儿童; 喉罩; 支气管封堵器; 单肺通气; 声音嘶哑

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202410024

Comparison of laryngeal mask airway combined with bronchial blocker versus endotracheal tube combined with bronchial blocker in pediatric thoracoscopic surgery

Lin Zixin¹, Hu Jing¹, Liu Heqi¹, Li Lijing¹, Zheng Tiehua¹, Guo Jifeng², Wang Fang¹, Zhang Jianmin¹¹ Department of Anesthesiology, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, National Center for Children's Health, Beijing 100045, China; ² Department of Anesthesiology, Baoding Hospital, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, Baoding 071000, China

Corresponding author: Zhang Jianmin, Email: zjm428@sina.com

【Abstract】 Objective This study aimed to investigate whether a laryngeal mask airway combined with a bronchial blocker provides a superior airway management strategy compared with an endotracheal tube combined with a bronchial blocker. **Methods** This was a prospective randomized controlled trial. A total of 43 pediatric patients who underwent elective thoracoscopic mediastinal tumor resection at Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, between November 2023 and August 2024 were enrolled. Patients were randomly assigned to: laryngeal mask airway combined with bronchial blocker group (Group L), and endotracheal tube combined with bronchial blocker group (Group T). Peak airway pressure (Ppaw) and end-tidal carbon dioxide partial

pressure (PetCO₂) were recorded at: 10 minutes after airway device placement (T1), 30 minutes after initiation of one-lung ventilation (T2), and 10 minutes after resumption of two-lung ventilation (T3). The oxygenation index (OI) and arterial-to-end-tidal carbon dioxide partial pressure difference (P(a-et)CO₂) were calculated. Postoperative laryngeal injury was assessed by the incidence of hoarseness immediately after extubation and on postoperative day 1. **Results** At T1, Group L showed higher OI [(546.8 ± 12.9) mmHg vs. (524.6 ± 10.4) mmHg], lower P(a-et)CO₂ [(8.4 ± 1.7) mmHg vs. (9.9 ± 1.3) mmHg], and lower Ppaw [(13.7 ± 1.1) cmH₂O vs. (15.5 ± 1.4) cmH₂O] compared with Group T (all *P* < 0.05). At T2, Group L had lower OI [(167.3 ± 3.2) mmHg vs. (205.7 ± 2.7) mmHg], higher P(a-et)CO₂ [(15.7 ± 3.7) mmHg vs. (12.8 ± 2.3) mmHg], and higher Ppaw [(27.7 ± 4.7) cmH₂O vs. (21.4 ± 2.9) cmH₂O] (all *P* < 0.05). At T3, Group L had lower OI [(355.3 ± 7.7) mmHg vs. (379.4 ± 7.3) mmHg] and higher P(a-et)CO₂ [(14.0 ± 2.9) mmHg vs. (11.0 ± 2.4) mmHg] (all *P* < 0.05). The incidence of hoarseness was significantly lower in Group L both immediately after extubation (1 vs. 7 cases) and on postoperative day 1 (0 vs. 4 cases) (*P* < 0.05). There were no significant differences between the two groups in Ppaw at T3 [(15.8 ± 1.3) cmH₂O vs. (16.3 ± 1.1) cmH₂O] or in PetCO₂ at T1 - T3 [(36.7 ± 4.2) mmHg vs. (36.7 ± 4.6) mmHg, (47.4 ± 11.2) mmHg vs. (42.5 ± 7.0) mmHg, (38.2 ± 6.0) mmHg vs. (35.4 ± 5.6) mmHg] (all *P* > 0.05). **Conclusions** In pediatric thoroscopic surgery, the use of a laryngeal mask airway combined with a bronchial blocker can effectively reduce the incidence of hoarseness. However, with prolonged one-lung ventilation, the laryngeal mask airway may adversely affect pulmonary function. Therefore, this technique is recommended primarily for short-duration thoroscopic procedures.

【Key words】 Child; Laryngeal Mask Airway; Bronchial Blocker; One-Lung Ventilation; Hoarseness

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202410024

胸腔镜作为一种微创手术,在儿童肺叶切除术以及纵隔肿物切除术中应用广泛,术中多采取单肺通气来协助术者暴露视野。如何在低龄儿童中实现有效且合适的单肺通气技术,成为儿科麻醉中的一个难点。一般而言,8岁以下的患儿往往使用支气管封堵器来实现单肺通气^[1]。术后声音嘶哑多在困难或反复多次插管、导管过粗或不洁、管芯过长或过硬等操作后发生^[2]。喉罩作为一种声门上气道通气装置,能有效减少对声门和气道黏膜的损伤^[3]。本研究旨在评估喉罩联合支气管封堵器与气管导管联合支气管封堵器在儿童胸腔镜手术中的临床效果,为喉罩联合支气管封堵器的临床应用提供数据支持。

资料与方法

一、临床资料

本研究为单中心、前瞻性随机对照试验,纳入2023年11月至2024年8月于首都医科大学附属北京儿童医院择期接受胸腔镜下纵隔肿瘤切除术的43例患儿作为研究对象。病例纳入标准:①年龄1~8岁;②术前美国麻醉医师协会(American society of anesthesiologists, ASA)体格分级Ⅰ~Ⅱ级;③预计手术时长<150 min;④对本研究目的与内容知情,监护人签署同意书。排除标准:①两周内出

现呼吸道感染;②术前合并咽喉症状;③术前合并胃食道返流。剔除标准:①术中仪器故障无法收集数据;②喉周漏气更换通气设备;③中转开胸手术。本研究由北京儿童医院伦理委员会批准(IEC-C-006-A04-V.07)。

二、分组方法及麻醉管理

采用随机数字表法将患儿分为两组:喉罩联合支气管封堵器组(L组,21例)和气管导管联合支气管封堵器组(T组,22例)。

患儿入室后行心电图(electrocardiogram, ECG)、脉搏血氧饱和度(pulse oxygen saturation, SpO₂)、无创血压(non-invasive blood pressure, NIBP)及脑电双频指数(bispectral index, BIS)监测。100%氧气浓度进行面罩预给氧,静脉依次推注丙泊酚3.0 mg/kg,舒芬太尼0.3 μg/kg,顺苯磺酸阿曲库胺0.1 mg/kg和地塞米松0.3 mg/kg。利多卡因凝胶充分涂抹于气管导管或喉罩外周,待下颌松弛后依次按分组要求建立气道:①L组:选择 Ambu[®] 双腔防返流喉罩[安保(厦门)塑胶工业有限公司],根据患儿体重选择合适型号:体重在10~20 kg间,选择2号喉罩;体重在20~30 kg间,选择2.5号喉罩。当喉罩置入患儿咽腔内,连接呼吸管路行机械通气,如果口咽部露气压(oropharyngeal leak pressure, OLP) < 20 cmH₂O,则调整喉罩位置或更改型号,如果尝试

三次仍有咽部漏气,则放弃试验并更换为气管插管。确定喉罩通气满意后,连接封堵器专用四通接头,从喉罩胃管端口插入合适型号胃管,并自然引流。最后在纤维支气管镜引导下从喉罩内置入 5Fr Arndt 封堵器(Cook Medical 公司,美国)至手术侧支气管,退出纤维支气管镜;②T 组:选择普通喉镜暴露患儿声门,喉镜下将 5Fr 支气管封堵器置于支气管内,随后插入年龄对应气管导管至气管,型号的选择遵循公式 $ID = \text{年龄}/4 + 4$ 。连接四通接头行机械通气,听诊双肺呼吸音对称清晰。最后使用纤维支气管镜放入气管导管内引导支气管封堵器置于术侧支气管,退出纤维支气管镜。固定上述两组通气装置,定容模式下行双肺机械通气,潮气量 $4 \sim 6 \text{ mL/kg}$, 呼气末正压(positive end expiratory pressure, PEEP) 4 mmHg , 调整呼吸频率维持呼气末二氧化碳分压(end-tidal carbon dioxide partial pressure, PetCO_2) 在 $35 \sim 45 \text{ mmHg}$, 氧浓度设置为 60% 。行桡动脉穿刺置管,持续监测有创动脉压。当体位由仰卧位转换为侧卧位后,改为单肺通气模式。所有患儿均需用纤维支气管镜确认封堵器套囊充盈后可完全阻塞患侧主支气管开口,并固定封堵器。单肺通气阶段采取定容模式通气,潮气量 $4 \sim 6 \text{ mL/kg}$, PEEP 为 4 mmHg , 调整呼吸频率维持 PetCO_2 在 $35 \sim 45 \text{ mmHg}$, 氧浓度设置为 $60\% \sim 100\%$, 在 $\text{SpO}_2 > 95\%$ 情况下采取尽可能低的氧浓度。如果提高氧浓度至 100% 仍出现 $\text{SpO}_2 < 90\%$ 并持续超过 5 min , 或者通过调节呼吸频率仍出现 $\text{PetCO}_2 \geq 70 \text{ mmHg}$ 并持续超过 5 min , 则实施双肺通气,待氧合及通气改善后继续行单肺通气。术中泵入 $8.0 \sim 10.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 丙泊酚以维持 BIS 值在 $40 \sim 60$ 间, $0.2 \sim 0.4 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 瑞芬太尼进行术中镇痛,将动脉平均压维持在基线 $15\% \sim 20\%$ 。单肺通气结束后拔除支气管封堵器,充分吸引后行肺复张。手术结束后送至麻醉恢复室,无刺激下等待患儿自主苏醒,满足拔管指证后拔除气道导管或喉罩。生命体征稳定后返回病房,于病房行异丙托溴铵及布地奈德雾化。

三、观察指标

记录两组患儿以下资料:①性别、年龄、体重、麻醉时长、手术时长、单肺通气时长、手术部位、肿瘤大小;②成功置入通气装置后 10 min (T1)、单肺通气后 30 min (T2) 以及恢复双肺通气后 10 min (T3) 时的平均动脉压(mean blood pressure, MBP)、心率(heart rate, HR)、 SpO_2 、气道峰压(peak inspira-

tory pressure, Ppaw)、 PetCO_2 、动脉二氧化碳分压(arterial partial pressure of carbon dioxide, PaCO_2), 计算三个时间点氧合指数(oxygenation index, OI) 以和动脉二氧化碳分压-呼气末二氧化碳分压($\text{P(a-et)} \text{CO}_2$);③术中不良事件,包括单肺通气后 10 min 肺萎陷Ⅲ级(评价标准为:Ⅰ级术侧肺基本萎陷,不经过干预后手术野暴露满意,不影响手术操作;Ⅱ级术侧肺部分萎陷,经过干预后手术野暴露可,但不影响手术操作;Ⅲ级术侧肺萎陷差,经过干预后仍严重影响手术野暴露,手术无法进行)、持续高碳酸血症($\text{PetCO}_2 \geq 70 \text{ mmHg}$ 并持续 5 min)、持续低氧血症($\text{SpO}_2 < 90\%$ 并持续 5 min);④术后即刻和术后第一天声音嘶哑的发生率,术后第 3 天胸片阳性结果及血液炎症指标。

四、统计学自理

采用 SPSS 24.0 进行统计分析。所有数据均采用 Shapiro-Wilk 检验评估正态性:符合正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 描述,组间比较采用独立样本 t 检验;非正态分布的连续变量采用 $M(Q_1, Q_3)$ 描述,采用 Mann-Whitney U 检验进行组间比较。计数资料采用例数、百分数表示,采用 χ^2 检验和 Fisher 精确概率法进行组间比较。重复测量数据采用方差分析或 Friedman 秩和检验。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

两组胸腔镜的患儿性别、年龄、体重、肿瘤大小、手术部位、手术时间、麻醉时间、单肺通气时间的组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。术中基本生命体征(MBP、HR、 SpO_2)的组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

两组胸腔镜患儿不同时间点 OI 值的比较见表 3。双因素重复测量方差分析结果显示,不同处理方式的患儿 OI 值在不同时间点上的变化有交互作用($F = 71.029, P < 0.001$),因此进一步行简单效应分析及两两比较。组内效应结果显示, OI 值在不同时间点之间的差异有统计学意义($F = 184.087, P < 0.001$),两两比较时, L 组结果显示,与 T1 时相比, T2 和 T3 两个时间点 OI 值明显降低,差异有统计学意义($P < 0.05$),且与 T2 比较, T3 的 OI 值明显升高,差异有统计学意义($P < 0.05$); T 组结果显示,与 T1 时相比, T2 和 T3 两个时间点 OI 值明显降低,差异有统计学意义($P < 0.05$),且与 T2 比较, T3 的

OI 值明显升高,差异有统计学意义($P < 0.05$)。组间效应结果分析,分组对患儿 OI 值的差异有统计学意义($F = 4.754, P = 0.041$),两两比较后发现 T1 时 L 组 OI 值高于 T 组,差异有统计学意义($P < 0.05$),而 T2、T3 时间点时,L 组的 OI 值低于 T 组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。

两组胸腔镜患儿不同时间点 P(a-et)CO₂ 值的比较见表 4。双因素重复测量方差分析结果显示,不同处理方式的患儿 P(a-et)CO₂ 值在不同时间点上的变化有交互作用($F = 46.704, P < 0.001$),因此进一步行简单效应分析及两两比较。组内效应结果显示,P(a-et)CO₂ 值在不同时间点之间的差异有统计学意义($F = 184.087, P < 0.001$),两两比较时,

L 组结果显示,与 T1 时相比,T2 和 T3 两个时间点 P(a-et)CO₂ 值明显升高,差异有统计学意义($P < 0.05$),且与 T2 比较,T3 的 P(a-et)CO₂ 值降低,差异有统计学意义($P < 0.05$);T 组结果显示,与 T1 时相比,T2 时间点 P(a-et)CO₂ 值明显升高,差异有统计学意义($P < 0.05$),且与 T2 比较,T3 的 P(a-et)CO₂ 值降低,差异有统计学意义($P < 0.05$)。组间效应结果分析,分组对患儿 P(a-et)CO₂ 值的差异有统计学意义($F = 78.468, P < 0.001$),两两比较后发现 T1 时 L 组 P(a-et)CO₂ 值低于 T 组,差异有统计学意义($P < 0.05$),而 T2、T3 时间点时,L 组的 P(a-et)CO₂ 值高于 T 组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。

表 1 两组胸腔镜手术患儿一般资料比较

Table 1 Comparison of baseline characteristics between the two groups of pediatric patients undergoing thoracoscopic surgery

组别	例数	年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	体重 ($\bar{x} \pm s$, kg)	性别 (男/女, 例)	肿瘤大小 ($\bar{x} \pm s$, cm)	手术部位 ($\bar{x} \pm s$, 例)	手术时间 ($\bar{x} \pm s$, min)	麻醉时间 ($\bar{x} \pm s$, min)	单肺通气时间 ($\bar{x} \pm s$, min)
L 组	21	4.4 ± 2.0	20.8 ± 3.3	12/9	4.6 ± 1.3	16/5	96.9 ± 18.6	136.3 ± 27.3	78.9 ± 12.9
T 组	22	3.3 ± 1.9	18.4 ± 2.0	10/12	4.0 ± 1.2	14/8	89.9 ± 14.7	127.1 ± 28.9	69.1 ± 10.9
统计量		$t = -1.810$	$t = -0.172$	$\chi^2 = 0.857$	$t = -0.191$	$\chi^2 = 1.003$	$t = -0.734$	$t = -0.144$	$t = -1.182$
P 值		0.078	0.868	0.360	0.849	0.317	0.467	0.886	0.245

注 L 组:喉罩联合支气管封堵器组; T 组:气管导管联合支气管封堵器组

表 2 两组胸腔镜手术患儿不同时间点基础生命体征的比较

Table 2 Comparison of baseline vital signs at different time points between the two groups of pediatric patients undergoing thoracoscopic surgery

指标	组别	例数	T1	T2	T3
HR($\bar{x} \pm s$, bpm)	L 组	21	104.0 ± 14.8	108.7 ± 15.1	104.4 ± 12.2
	T 组	22	107.0 ± 16.6	116.0 ± 17.5	106.7 ± 9.8
MAP($\bar{x} \pm s$, mmHg)	L 组	21	75.7 ± 5.1	68.0 ± 8.9	73.8 ± 7.3
	T 组	22	74.6 ± 9.3	70.7 ± 9.5	77.3 ± 8.6
SpO ₂ [$M(Q_1, Q_3)$]	L 组	21	100.0(99.0, 100.0)	100.0(97.0, 100.0)	100.0(100.0, 100.0)
	T 组	22	100.0(99.0, 100.0)	100.0(99.0, 100.0)	100.0(100.0, 100.0)

注 HR:心率;MAP:平均动脉压;SpO₂:氧饱和度;采用重复测量方差分析或 Friedman 秩和检验,前两组数据球形检验 $P > 0.05$,符合球形检验,采用主体内假设球形度结果;本研究不分析各组组内时间点差异,仅进行组间比较

表 3 两组胸腔镜手术患儿不同时间点 OI 的比较($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of OI at different time points between the two groups of pediatric patients undergoing thoracoscopic surgery ($\bar{x} \pm s$)

分组	例数	T1	T2	T3
L 组	21	546.8 ± 12.9 ^c	167.3 ± 3.2 ^{ac}	355.3 ± 7.7 ^{abc}
T 组	22	524.6 ± 10.4	205.7 ± 2.7 ^a	379.4 ± 7.3 ^{ab}

注 OI:氧合指数(mmHg);采用重复测量方差分析,经 Mauchly 球形检验($P < 0.001$),数据不满足球形检验,因此采用 Greenhouse-Geisser 校正自由度;本研究通过简单效应分析对不同时间点、不同组别进行两两比较,比较结果均经 Bonferroni 校正;^a表示与 T1 组比 $P < 0.05$; ^b表示与 T2 组比 $P < 0.05$; ^c表示与 T 组比 $P < 0.05$

表 4 两组胸腔镜手术患儿不同时间点 P(a-et)CO₂ 的比较($\bar{x} \pm s$)

Table 4 Comparison of P(a-et)CO₂ at different time points between the two groups of pediatric patients undergoing thoracoscopic surgery ($\bar{x} \pm s$)

分组	例数	T1	T2	T3
L 组	21	8.4 ± 1.7 ^c	15.7 ± 3.7 ^{ac}	14.0 ± 2.9 ^{abc}
T 组	22	9.9 ± 1.3	12.8 ± 2.3 ^a	11.0 ± 2.4 ^b

注 P(a-et)CO₂:动脉-呼气末二氧化碳分压差(mmHg);采用重复测量方差分析,经 Mauchly 球形检验($P = 0.277 > 0.05$),数据满足球形检验,因此采用主体内假设球形度结果;本研究通过简单效应分析对不同时间点、不同组进行两两比较,比较结果均经 Bonferroni 校正;^a表示与 T1 组比 $P < 0.05$; ^b表示与 T2 组比 $P < 0.05$; ^c表示与 T 组比 $P < 0.05$

L 组和 T 组拔管即刻分别有 1 例及 7 例出现声音嘶哑,发生率分别为 4.8% 和 31.8% ($P=0.007$),术后 1 天分别有 0 例及 4 例出现声音嘶哑,发生率分别为 0% 和 18.2% ($P=0.016$)。两组均未出现肺萎陷Ⅲ级、持续高碳酸血症和持续低氧血症的情况。血液炎性指标上升及肺炎的发生率差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 5。

T1 时刻,L 组的 Ppaw 值为(13.7 ± 1.1)cmH₂O, T 组为(15.5 ± 1.4)cmH₂O, L 组的 Ppaw 较 T 组降低($P<0.001$);T2 时刻,L 组的 Ppaw 值为(27.7 ± 4.7)cmH₂O, T 组为(21.4 ± 2.9)cmH₂O, L 组的 Ppaw 较 T 组增高($P<0.001$),T3 时刻,L 组的 Ppaw 值为(15.8 ± 1.3)cmH₂O, T 组为(16.3 ± 1.1)cmH₂O, 两组 Ppaw 值的差异无统计学意义。T1 时刻,L 组的 PetCO₂ 值(36.7 ± 4.2)mmHg, T 组为(36.7 ± 4.6)mmHg;T2 时刻,L 组的 PetCO₂ 值为(47.4 ± 11.2)mmHg, T 组的为(42.5 ± 7.0)mmHg;T3 时刻,L 组的 PetCO₂ 值为(38.2 ± 6.0)mmHg, T 组的为(35.4 ± 5.6)mmHg;两组在 T1 ~ T3 时刻 PetCO₂ 值的差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 6。

讨 论

由于儿童气道黏膜更易水肿、气道直径更为狭窄,喉损伤不仅会影响患儿拔管后的舒适度,更有

引起术后气道水肿、急性上呼吸道梗阻的风险,本研究尝试使用对气道刺激更轻的声门上气道装置-喉罩来替代气管导管,以期降低喉损伤风险。低龄儿童对于喉部主观感受描述不确定,本研究仅采用声音嘶哑这一客观指标来观察。从观察结果来看,无论是拔管即刻还是术后第一天,L 组声音嘶哑的发生率都要显著低于 T 组($P<0.05$),提示 L 组的患儿在术后有着更为舒适的咽喉部体验。该结果与 Mao 等^[4]的研究结果一致。同时,本研究结果显示,T 组术后即刻的声音嘶哑发生率为 31.8%,尽管该结果处于成人单纯气管插管后声音嘶哑发生率(15%~50%)的中等水平^[5],但儿童组织黏膜较成人脆弱,且气管导管联合支气管封堵器会导致通气装置直径增大,可能增加声带的机械性刺激,声音嘶哑的发生率应明显增高。该发生率可能与诱导期常规静脉给予地塞米松、将利多卡因乳膏涂抹于气管导管或喉罩外周以及术后回病房常规行布地奈德雾化有关^[6]。

在呼吸力学方面,L 组在双肺通气阶段展现出显著优势:相同潮气量下,其 Ppaw 值较 T 组显著降低($P<0.001$),这与 Kannan 等^[7]在喉罩与气管导管的气道动力学比较研究中的结果相符:喉罩非侵入性设计减少气流湍流的机制使得喉罩通气组的气道峰压显著低于气管导管组。然而,当转为侧卧位单肺通气时,呼吸力学特征发生动态转变:L 组的

表 5 两组胸腔镜手术患儿术中及术后不良反应比较

Table 5 Comparison of intraoperative and postoperative adverse events between the two groups of pediatric patients undergoing thoracoscopic surgery

分组	例数	肺萎陷分级 (I/II/III,例)	血性炎症指标		术后胸片阳性结果(例,%)			术后声音嘶哑(0/1/2/3,例)	
			WBC ($\bar{x} \pm s, 10^9/L$)	CRP (<10 mg/L/ >10 mg/L,例)	气胸	胸腔积液	肺不张	术后即刻	POD1
L 组	21	17/4/0	9.8 ± 3.1	14/7	10(47.6%)	4(19.0%)	0	20/1/0/0	21/0/0/0
T 组	22	19/3/0	9.9 ± 2.7	14/8	9(40.1%)	8(36.3%)	2(9.0%)	15/7/0/0	18/4/0/0
统计量		$\chi^2=0.734$	$t=0.035$	$\chi^2=0.043$	$\chi^2=0.096$	$\chi^2=1.867$	$\chi^2=2.100$	$\chi^2=6.484$	$\chi^2=4.210$
P 值		0.390	0.529	0.835	0.757	0.169	0.090	0.007	0.016

注 低氧血症:SpO₂<90%;高碳酸血症:PetCO₂>70mmHG;WBC:白细胞;CRP:C-反应蛋白;POD1:术后第 1 天

表 6 两组胸腔镜手术患儿不同时间点术中呼吸相关参数比较

Table 6 Comparison of intraoperative respiratory parameters at different time points between the two groups of pediatric patients undergoing thoracoscopic surgery

指标	组别	例数	T1	T2	T3
PetCO ₂ ($\bar{x} \pm s$, mmHg)	L 组	21	36.7 ± 4.2	47.4 ± 11.2	38.2 ± 6.0
	T 组		36.7 ± 4.6	42.5 ± 7.0	35.4 ± 5.6
Ppaw ($\bar{x} \pm s$, cmH ₂ O)	L 组	21	13.7 ± 1.1^a	27.7 ± 4.7^a	15.8 ± 1.3
	T 组	22	15.5 ± 1.4	21.4 ± 2.9	16.3 ± 1.1

注 PetCO₂:呼气末二氧化碳分压;Ppaw:气道峰压;采用重复测量方差分析,球形检验 $P>0.05$,符合球形检验,采用主体内假设球形度结果;本研究不分析各组组内时间点差异,仅进行组间比较;^a表示与 T 组比, $P<0.05$

Ppaw 值在 T2 时高于 T 组 ($P < 0.001$), 提示胸腔操作与体位改变可能破坏喉罩解剖对位, 加剧气流阻力, 从而增高气道峰压。

本研究所观察到的 PetCO₂ 及 SpO₂ 等传统指标与成人研究的结果一致^[8]。但 Xu 等^[9]的随机对照研究发现, 喉罩联合支气管封堵器组术中 PetCO₂ 的峰值显著高于气管导管组, 分析可能是喉罩增加了患者的呼吸死腔, 降低了气体交换效率, 造成 CO₂ 在体内蓄积。相反, 李晓玲等^[10]的一项儿童胸腔镜随机对照研究结果显示, 单肺通气 45 min 时所观察到的喉罩通气组的 PetCO₂ 与 PaCO₂ 均显著低于气管插管组, 考虑为喉罩作为声门上通气装置, 和气管导管直接占据气道内部空间不同, 因此潮气量较气管插管组的大, 从而增大分钟通气量, 使气体交换更充分, 二氧化碳更易排出。

在观察 OI 和 P(a-et)CO₂ 值时发现, 在 T1 时, L 组的 OI 值较 T 组增高及 P(a-et)CO₂ 值较 T 组下降。表明在双肺通气且未行单肺通气时期, L 组的通气质量较 T 组优越。而在 T2、T3 时, 呈现出相反情况: L 组的 OI 值较 T 组下降及 P(a-et)CO₂ 值较 T 组增高。反映出儿童与成人相异的生理特点: 儿童肺弹力组织发育较成人差以及功能残气量低。这些生理差异均可能导致儿童在单肺通气期间更易发生肺内分流并加剧通气/血流比值失衡。因此, OI 值和 P(a-et)CO₂ 值可作为额外的观察指标来评估患儿的肺功能。两组患儿在 T2 和 T3 时的 OI 值和 P(a-et)CO₂ 值呈现出组间分离的趋势, 提示随着单肺时间的延长, 喉罩在密封性上的劣势可能通过累积效应放大两组患儿在肺功能上的差异。

综上所述, 在儿童胸腔镜手术中, 喉罩联合支气管封堵器能够有效降低术后声音嘶哑的发生率, 但随单肺时间的延长, 喉罩可能对患儿的肺功能产生不良影响, 因此仅推荐在短小胸腔镜手术中考虑选用喉罩联合支气管封堵器对患儿进行单肺通气管理。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 林子欣、胡璟、刘赫琪负责文献检索; 林子欣、刘赫琪、郑铁华负责论文调查设计; 林子欣、刘赫琪、李立晶负责数据收集与分析; 林子欣、胡璟、刘赫琪负责论文结果撰写; 林子欣、胡璟、刘赫琪、郭继峰负责论文讨论分析; 张建敏、王芳负责对文章知识性内容审阅

参 考 文 献

- Templeton TW, Piccioni F, Chatterjee D. An update on one-lung ventilation in children[J]. Anesth Analg, 2021, 132(5): 1389 -

1399. DOI:10.1213/ANE.0000000000005077.
- 王坤, 王玉, 王国年. 气管插管全麻后声音嘶哑的原因与防治[J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2012, 33(8): 562-564, 568. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2012.08.015.
- Wang K, Wang Y, Wang GN. Causes of hoarseness after general anesthesia with tracheal intubation and its prevention and treatment[J]. Int J Anesthesiol Resusc, 2012, 33(8): 562-564, 568. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2012.08.015.
- Menna C, Fiorelli S, Massullo D, et al. Laryngeal mask versus endotracheal tube for airway management in tracheal surgery: a case-control matching analysis and review of the current literature[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2021, 33(3): 426-433. DOI:10.1093/icvts/ival092.
- Mao SS, Du XJ, Ma J, et al. A comparison between laryngeal mask airway and endotracheal intubation for anaesthesia in adult patients undergoing NUSS procedure[J]. J Thorac Dis, 2018, 10(6): 3216-3224. DOI:10.21037/jtd.2018.05.74.
- Brodsky MB, Akst LM, Jedlanek E, et al. Laryngeal injury and upper airway symptoms after endotracheal intubation during surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. Anesth Analg, 2021, 132(4): 1023-1032. DOI:10.1213/ANE.0000000000005276.
- Assefa B, Samuel H, Fentie F, et al. Effect of tracheal tube cuff inflation with alkalized lidocaine versus air on hemodynamic responses during extubation and post-operative airway morbidities in children: prospective observational cohort study, Ethiopia[J]. BMC Anesthesiol, 2022, 22(1): 337. DOI:10.1186/s12871-022-01868-2.
- Kannan S, Harsoor SS, Sowmiya L, et al. Comparison of ventilatory efficacy and airway dynamics between ProSeal laryngeal mask airway and endotracheal tube in adult patients during general anesthesia[J]. J Anaesthesiol Clin Pharmacol, 2015, 31(4): 517-521. DOI:10.4103/0970-9185.169081.
- Luo K, Chen KM, Li Y, et al. Clinical evaluation of laryngeal mask airways in video-assisted thoracic surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. J Cardiothorac Surg, 2024, 19(1): 361. DOI:10.1186/s13019-024-02840-6.
- Xu KK, Zhang Y, Cui Y, et al. Patient-reported outcomes of laryngeal mask anesthesia in thoracoscopic pulmonary wedge resection: a randomized controlled study[J]. Thorac Cancer, 2022, 13(22): 3192-3199. DOI:10.1111/1759-7714.14675.
- 李晓玲, 张小敏. 喉罩联合支气管封堵器单肺通气对学龄患儿呼吸功能的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2020, 36(6): 571-573. DOI:10.12089/jca.2020.06.012.
- Li XL, Zhang XM. Effects of laryngeal mask airway with endobronchial blocker on respiratory mechanics in children during one-lung ventilation[J]. J Clin Anesthesiol, 2020, 36(6): 571-573. DOI:10.12089/jca.2020.06.012.

(收稿日期: 2024-10-12)

本文引用格式: 林子欣, 胡璟, 刘赫琪, 等. 喉罩联合封堵器与气管导管联合封堵器在儿童胸腔镜手术中的比较[J]. 临床小儿外科杂志, 2026, 25(9): 888-893. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202410024.

Citing this article as: Lin ZX, Hu J, Liu HQ, et al. Comparison of laryngeal mask airway combined with a bronchial blocker versus endotracheal tube combined with a bronchial blocker in pediatric thoracoscopic surgery[J]. J Clin Ped Sur, 2026, 25(9): 888-893. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202410024.