

[文章编号] 1671-587X(2025)03-0740-09

DOI:10.13481/j.1671-587X.20250318

附带咽喉枕囊气管导管对全身麻醉患者环杓关节脱位的 预防作用及其效果评价

张 霄, 纪茗馨, 单诗芮, 张家豪, 隋林聿, 孙旭芳
(吉林大学第二医院麻醉科, 吉林 长春 130022)

[摘要] **目的:** 观察附带咽喉枕囊 (LPC) 的气管导管在全身麻醉患者中应用的临床效果, 为气管插管预防环杓关节脱位提供新方法。**方法:** 选取择期行全身麻醉经口气管插管术且符合纳入标准的患者 48 例, 根据头颈部体位的不同分为去枕水平仰卧位 (SWOP) 组、垫枕水平仰卧位 (SWP) 组、垂头仰卧位 (TP) 组和侧头仰卧位 (HSP) 组, 每组 12 例。每组同一患者在气管插管后相继接受 2 种处理措施, 分为干预处理组 (LPC 充气) 和对照处理组 (LPC 未充气, 代表气管导管目前的使用方法), 其中 TP 组 1 例和 HSP 组 2 例患者中止试验, 共 45 例患者成功纳入本研究。采用电子纤维咽喉镜观察并记录各组患者不同头颈部体位下气管导管 LPC 经 2 种处理方法后气管导管与声门后联合环杓关节部位的位置关系。评估指标为观察咽喉部气管导管是否从声门后联合环杓关节部位抬高和气管导管对环杓关节的挤压程度, 计算各组患者气管导管抬高发生率和气管导管对环杓关节挤压程度。**结果:** 在同一头颈部体位组内, 与对照处理组比较, 干预处理组患者气管导管抬高发生率均明显升高 ($P < 0.05$), 气管导管对环杓关节挤压程度均明显降低 ($P < 0.05$)。对照处理组和干预处理组中, 各头颈部体位组患者气管导管抬高发生率和气管导管对环杓关节挤压程度比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。**结论:** 在 4 种不同头颈部体位下, 气管导管的 LPC 充气时均可使气管导管从声门后联合环杓关节部位抬高, 可以有效解除或降低气管导管对环杓关节挤压损伤和机械性摩擦损伤。

[关键词] 气管导管; 咽喉枕囊; 环杓关节脱位; 声门后联合; 挤压损伤; 摩擦损伤

[中图分类号] R612; TH777 **[文献标志码]** A

Preventive effect of endotracheal tube with laryngopharynx pillow cuff on cricoarytenoid joint dislocation in patients under general anesthesia and its effectiveness evaluation

ZHANG Xiao, JI Mingxin, SHAN Shirui, ZHANG Jiahao, SUI Linyu, SUN Xufang
(Department of Anesthesiology, Second Hospital, Jilin University, Changchun 130022, China)

ABSTRACT Objective: To observe the clinical effect of tracheal tube with an attached laryngeal pillow cushion (LPC) in the patients under general anesthesia, and to provide new methods for the preventing arytenoid dislocation during tracheal intubation. **Methods:** Forty-eight patients scheduled for elective oral

[收稿日期] 2024-05-17 [录用日期] 2024-08-09

[基金项目] 吉林省科技厅科技发展计划项目 (20200404172YY); 吉林大学概念验证医学专项 (2023YX009)

[作者简介] 张 霄 (1991-), 女, 内蒙古自治区呼伦贝尔市人, 在读硕士研究生, 主要从事全身麻醉和全身麻醉并发症方面的研究。

[通信作者] 孙旭芳, 主任医师, 教授, 硕士研究生导师 (E-mail: xufang@jlu.edu.cn)

©《吉林大学学报 (医学版)》编辑部, 开放获取遵循 CC BY-NC-ND 协议。

© Editorial Board of Journal of Jilin University (Medicine Edition). Open access under CC BY-NC-ND license.

tracheal intubation under general anesthesia and meeting the inclusion criteria were selected. Based on the head and neck positions, the patients were divided into supine without pillow (SWOP) group, supine with pillow (SWP) group, trendelenburg position (TP) group, and head side position (HSP) group, each group consisted of 12 patients. The patient in the following groups underwent two sequential treatments after tracheal intubation: intervention group (LPC-inflated) and control group (LPC uninflated, representing the current method of tracheal tube use). One patient in TP group and two patients in HSP group terminated the experiment, so a total of 45 patients were successfully included in this study. Electronic fiber laryngoscopy was used to observe and record the positional relationship between the endotracheal tube LPC and the posterior commissure arytenoid joint area under different head and neck positions after two treatments. The evaluation indicators were whether the tracheal tube was lifted from the posterior commissure arytenoid joint area and the degree of compression of the tracheal tube on the arytenoid joint. The incidence of tracheal tube lift-off and the percentage of compression degree on cricoarytenoid joint of the patients in various groups were calculated. **Results:** Within the same head and neck position group, compared with control group, the incidence of endotracheal tube lift-off of the patients in intervention group was significantly increased ($P < 0.05$), and the percentage of compression degree of endotracheal tube on the arytenoid joint was significantly decreased ($P < 0.05$). In control and intervention groups, there were no statistically significant differences in the incidence of endotracheal tube lift-off and the percentage of compression degree on arytenoid joint of the patients in various head and neck positions groups ($P > 0.05$). **Conclusion:** Under the four head and neck positions, inflating the LPC of the tracheal tube can lift the tracheal tube from the posterior commissure arytenoid joint area, effectively relieving or reducing the compression and mechanical friction injuries to the arytenoid joint.

KEYWORDS Endotracheal tube; Laryngeal pillow cushion; Arytenoid dislocation; Posterior commissure; Compression injury; Friction injury

环杓关节脱位是指杓状软骨丧失与环状软骨的正常解剖位置关系, 导致环杓关节生理功能部分或全部异常。气管插管是环杓关节脱位最常见的病因^[1]。1973年KOMORN等^[2]报道了首例气管插管后环杓关节脱位。此后国内外研究^[3-6]报道的气管插管后环杓关节脱位发生率为0.01%~0.13%。也有研究^[7-9]显示: 气管插管后环杓关节脱位实际发生率远远高于上述结果。环杓关节脱位发生时, 患者会出现中重度声音嘶哑、呼吸困难、失声、呛咳、吞咽困难和疼痛等症状, 易引起医疗纠纷, 必须引起麻醉医生充分重视^[10-12]。国内外相关研究^[3, 13-14]显示: 气管插管期间气管导管对环杓关节高强度、长时间的挤压损伤和摩擦损伤是环杓关节脱位发生的主要原因。既往研究^[12]多侧重于气管插管操作时的预防措施和环杓关节脱位出现后的治疗方法, 尚未见通过改进气管导管预防环杓关节脱位的相关报道。为系统性和机制性地解决气管导管引起环杓关节脱位, 本研究设计附带咽喉枕囊(laryngopharynx pillow cuff, LPC)的气管导管, 利用LPC充气使气管导管在声门外、咽后壁的位置抬

离, 减轻气管导管对声门后联合处施加的高强度压力和摩擦。本研究通过观察LPC在气管插管期间的临床效应, 探讨该气管导管预防环杓关节脱位的临床效果, 为临床麻醉中预防环杓关节脱位提供新方法。

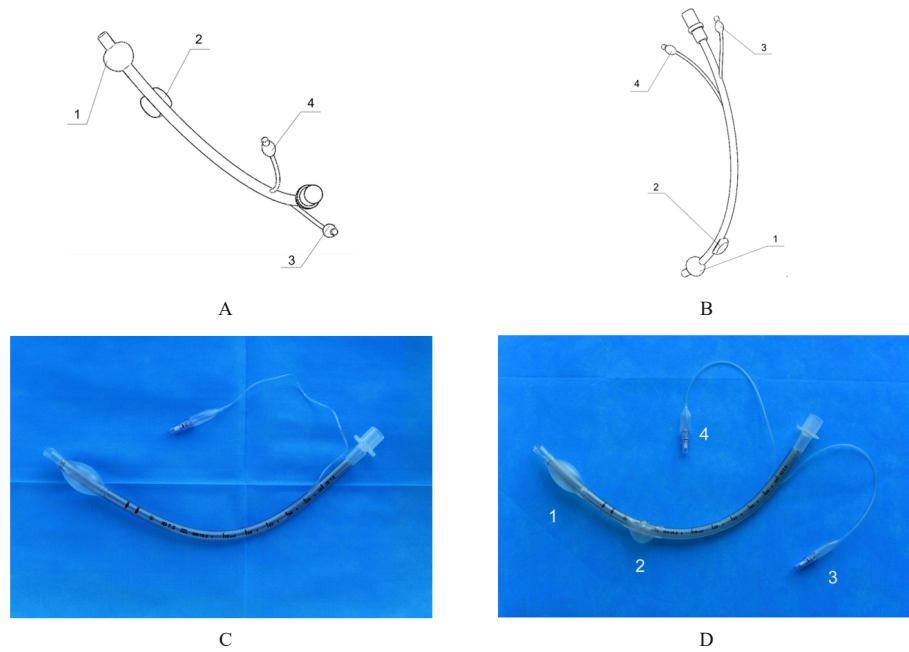
1 资料与方法

1.1 LPC气管导管的主要结构和使用方法

附带LPC的气管导管获得国家实用新型专利(专利号: ZL202223332581.8), 其构造包括: 气管插管本体(原有部分)、气管套囊1(原有部分)、LPC2(新增加部分)、LPC充气阀3和充气管(新增加部分)、气管套囊1充气阀4及充气管(原有部分)。见图1。该气管导管于气管插管本体外弧咽喉处环杓关节的上方, 设置LPC2; 此LPC为半球形套囊(长枕状), 与咽喉后壁接触; LPC单独设充气阀3和充气管。该新型气管导管的制作是在目前临床已广泛应用的原有标准加强型气管导管基础上修改设计的气管导管, 因此该气管导管在LPC未充气时即为加强型气管导管(型号规格: PVC橄榄囊加强型)。当LPC充气时, 气管导管在咽后壁位

置抬高; LPC未充气时, 气管导管位于咽后壁上。其使用方法与现有的标准气管导管插管方法相同, 气管导管插入声门后, 需确保LPC2置于声门外咽后壁处, 气管套囊1和LPC2依次充气, 并固定导管, 避免导管在口腔内绕轴转动。见图2。气管导管的进气端连接麻醉机的呼吸回路, 进行机械通气。本研究使用的新型气管导管由安徽探索医疗器械

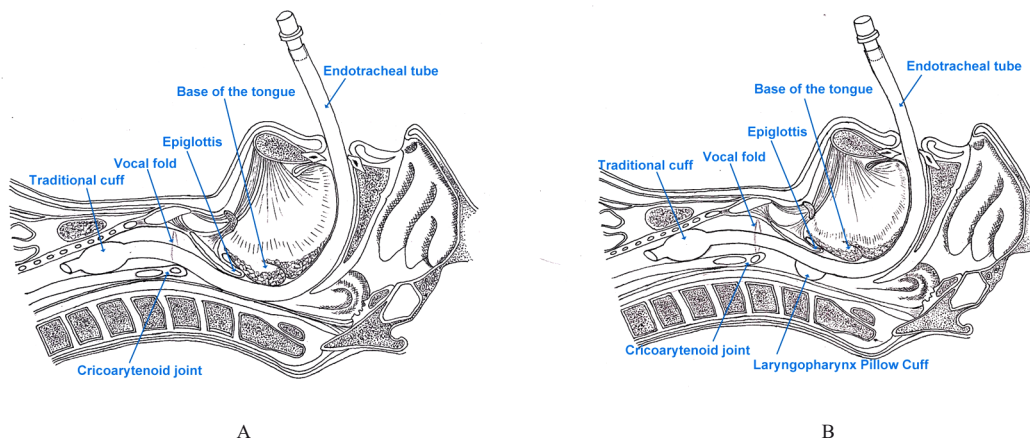
科技有限公司生产(仅用于本课题研究), 高压灭菌, 无菌包装, 为避免新型气管导管在重复使用中交叉感染, 研究过程中使用的气管导管为一次性使用, 使用后剪短破碎, 按医疗废物相关法规处理。试验开始前, 研究人员已接受使用新型气管插管的相关专业技术培训, 并由具有5年以上临床经验的麻醉医生进行操作。



A: Front view of design of an endotracheal tube with LPC; B: Side view of design of an endotracheal tube with LPC; C: Physical object of an original standard wire reinforced endotracheal tube; D: Physical object of an endotracheal tube with LPC. 1: Cuff; 2: LPC; 3: Inflation valve of LPC; 4: Inflation valve of cuff.

图1 LPC气管导管图

Fig. 1 Diagrams of LPC endotracheal tube



A: A standard endotracheal tube after intubation in patient; B: An endotracheal tube with LPC after intubation in patient.

图2 标准气管导管和LPC气管导管在插管患者中使用效果示意图

Fig. 2 Schematic diagrams of using effect of standard endotracheal tube and LPC endotracheal tube in patient after intubation

1.2 样本量计算 课题组前期于2023年10月进行小样本量预实验, 组内实施自身对照, 根据预实验结果, 干预处理组气管导管因LPC充气而抬离的发生率为80%, 对照处理组气管导管抬离发生率为20%, 设定参数 $\alpha=0.05$, $1-\beta=0.9$, 采用PASS 15.0软件计算每组所需样本量为10例患者, 考虑10%的患者脱失率, 每组应纳入患者12例。本研究需验证4种头颈部体位对研究结果的影响, 因此根据研究需求最终纳入患者48例。

1.3 研究对象 选择2023年10—12月于本院择期行全身麻醉经口气管插管术且符合纳入标准的患者48例。本研究方案经吉林大学第二医院伦理委员会批准(伦理批准号: 2023-159)。所有受试者均自愿参加研究并签署知情同意书。纳入标准: ①美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级I-II级; ②年龄20~60岁; ③性别不限; ④根据4种头颈部手术体位选择相应入组患者, 包括去枕水平仰卧位(supine without pillow position, SWOP)、垫枕水平仰卧位(supine with pillow position, SWP)、垂头仰卧位(trendelenburg position, TP)和侧头仰卧位(head-tilted supine position, HSP)。排除标准: ①ASA分级III-IV级; ②颞下颌关节强直; ③张口困难(张口度 <2 指); ④颈部畸形包括斜颈、颈部瘢痕挛缩畸形和短颈畸形等; ⑤已知或怀疑口腔、咽喉部和鼻咽部肿块, 包括口咽癌、鼻咽癌和口咽部良性肿瘤等; ⑥需术中放置胃管和经食管超声心动图(transesophageal echocardiography, TEE)检查患者。剔除标准: 在试验观察过程中, 患者发生了紧急情况或病情变化, 如严重的过敏反应、支气管痉挛、低氧血症、低血压或心脏骤停等, 不宜继续观察者。

1.4 研究方法 本研究为前瞻性、单中心和非随机同个体自身前后对照试验, 试验为开放性试验, 未进行盲法分组和分配隐藏, 患者、操作医生和评估者对分组及干预方案为非盲。

1.5 试验分组 本研究选择4种头颈部手术体位观察附带LPC气管导管的效果, 48例患者分为SWOP组、SWP组、TP组和HSP, 每组12例; 每组同一患者在插管后相继接受2种处理措施, 并分为干预处理组和对照处理组。干预处理组: 在插管期间为LPC充气, 使气管导管位置变化。对照处理组: LPC未充气, 此状态即为目前临床应用的

标准加强型气管导管。试验实施过程中, 患者术中生命体征不会对其干预顺序及干预时机造成额外影响。男性患者选用内径(inner diameter, ID)7.0~7.5 mm的附带LPC气管导管, 女性患者采用ID 6.5~7.0 mm的附带LPC气管导管。试验过程中共有3例患者(TP组1例和HSP组2例)因术中发生病情变化不宜继续观察而中止试验, 退出研究。最终共有45例患者完成了试验, SWOP组12例, SW组12例, TP组11例, HSP组10例。见图3。

1.6 自身对照方法 同一患者先后实施2种处理方法, 干预处理或对照处理措施的先后顺序采用随机数字法确定。通过电子纤维咽喉镜观察并记录2种处理方法的临床效果, 评估指标为观察咽喉部气管导管是否从声门后联合环杓关节部位抬离和气管导管对环杓关节的挤压程度。

1.7 麻醉方法 患者术前常规禁食禁饮。入室后建立静脉通路, 监测无创血压、心率和脉搏血氧饱和度。全麻诱导后, 插入附带LPC的气管导管, 气管导管套囊1越过声门、LPC2处于声门外的咽后壁, 套囊1充气, 固定气管导管, 连接麻醉机进行机械通气。

1.8 评估指标和判定标准 通过电子纤维咽喉镜分别观察并记录气管插管期间LPC充气处理和未充气处理时患者咽喉部气管导管是否从声门后联合环杓关节部位抬离及2种处理方法气管导管对环杓关节的挤压程度。耳鼻咽喉科医生操作电子纤维咽喉镜, 电子纤维咽喉镜经鼻进入, 镜头置于LPC旁。一位麻醉医生操作2种干预措施, 另一位麻醉医生观察并记录。

电子纤维咽喉镜下气管导管抬离的标准: ①2种方法处理后气管导管从声门后联合环杓关节部位呈现抬离的状态; ②电子纤维咽喉镜同侧披裂软骨呈现近似生理形态; ③气管导管本体与咽后壁未接触; ④杓间切迹; ⑤环后隙; ⑥电子纤维咽喉镜对侧披裂软骨呈现近似生理形态。当气管导管出现①和②~⑥中任意一项即可判定为气管导管抬离。

电子纤维咽喉镜下气管导管对环杓关节的挤压程度: I度为气管导管与环杓关节轻微接触, 可见电子纤维咽喉镜头同侧及对侧的披裂软骨维持近似生理状态下形态且未出现严重挤压和移位、杓间切迹、环后隙, 气管导管与咽后壁未接触; II度为气管

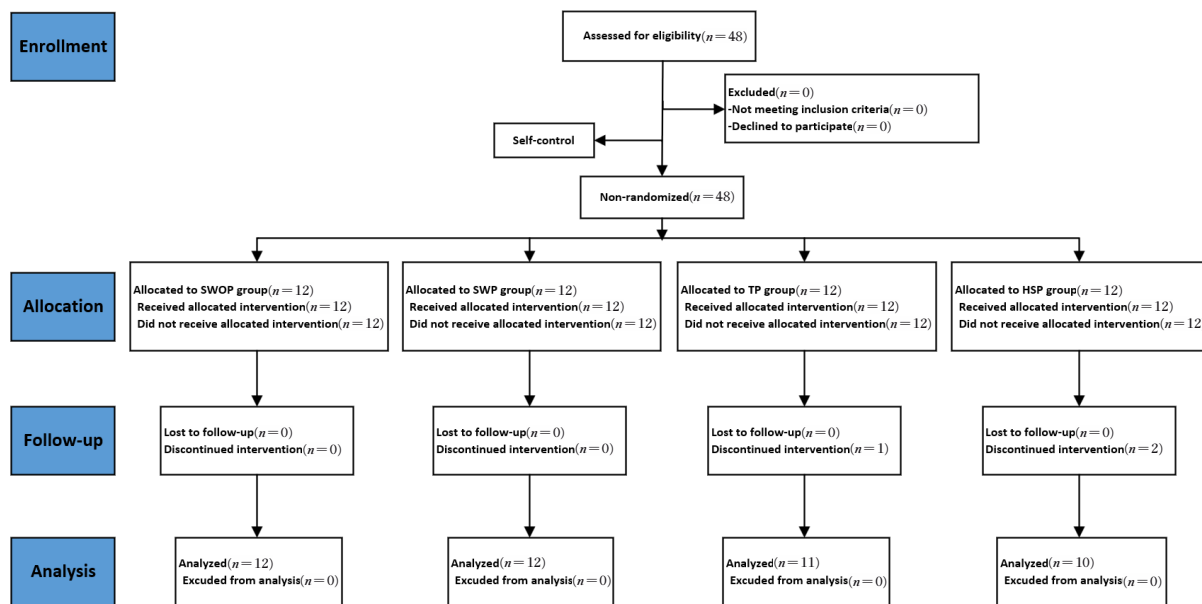


图3 临床试验研究参与者招募和评估流程图

Fig. 3 Flow diagram of recruitment and assessment of clinical trial study participants

导管中度挤压环状关节,可见电子纤维咽喉镜头同侧披裂软骨被气管导管挤压致其向外侧轻度移位、杓间切迹、环后隙、气管导管与咽后壁未接触;Ⅲ度为气管导管严重挤压环状关节,可见电子纤维咽喉镜头同侧披裂软骨被气管导管挤压致其向外侧严重移位、气管导管与咽后壁紧密接触。气管导管对环状关节挤压程度解除或减轻的总有效率=(Ⅰ度例数+Ⅱ度例数)/总例数 $\times 100\%$ 。

1.9 统计学分析 采用SPSS 27.0统计软件进行统计学分析。采用Shapiro-Wilk法对计量资料进行正态性检验,患者的年龄和体质量指数(body mass index, BMI)符合正态分布,以 $\bar{x}\pm s$ 表示,多组间样本均数比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用SNK- q 检验;患者的性别和ASA分级采用频数(百分率)描述,组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法;气管导管抬高发生率以频数(百分率)表示,组内自身对照采用配对 χ^2 检验,组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法;气管导管对环状关节的挤压程度百分率以频数(百分率)表示,组间比较采用Kruskal-Wallis秩和检验,组内等级资料比较采用符号秩和检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 本研究共纳入患者48例。未完成试验3例。最终纳入有效性评价45例,其中男

性22例(48.9%),女性23例(51.1%);年龄32~60岁,平均年龄(48.04 \pm 8.07)岁;BMI为(24.6 \pm 3.6) kg \cdot m $^{-2}$ 。

45例患者中SWOP组12例、SWP组12例、TP组11例和HSP组10例。本研究为同个体自身前后对照,消除了干预处理组与对照处理组之间性别、年龄、BMI和ASA分级等因素的影响。各组患者间年龄、性别、BMI和ASA分级比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表1。

2.2 各组患者气管导管抬高发生率 对照处理组和干预处理组中,各头颈部体位组患者气管导管抬高发生率比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。在同一头颈部体位组内,与对照处理组比较,干预处理组患者气管导管抬高发生率均明显升高($P<0.05$)。见表2和图4。

2.3 各组患者气管导管对环状关节挤压程度 对照处理组和干预处理组中,各头颈部体位组患者气管导管对环状关节挤压程度比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。在同一头颈部体位组内,与对照处理组比较,干预处理组患者气管导管对环状关节挤压程度均明显降低($P<0.05$)。见表3和图5。

2.4 各组患者术后并发症 通过对患者术后随访,各组患者均无声音嘶哑、吞咽困难、咽痛和咽干等咽部不适及环状关节脱位的并发症。2例患者在观察时咽喉部出现少许血性分泌物,因吸痰管吸引导

表1 患者一般资料
Tab.1 General data of patients

| Group | n | Age ($\bar{x}\pm s$) | Gender ($\eta/\%$) | | BMI ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$) | ASA (I / II) |
|------------|----|------------------------|----------------------|---------|---------------------------------------|------------------|
| | | | Male | Female | | |
| SWOP | 12 | 46.75 \pm 9.57 | 5(41.7) | 7(58.3) | 24.19 \pm 2.40 | 3(25.0)/9(75.0) |
| SWP | 12 | 48.25 \pm 8.06 | 8(66.7) | 4(33.3) | 23.92 \pm 4.49 | 2(16.7)/10(83.3) |
| TP | 11 | 47.36 \pm 8.31 | 4(36.4) | 7(63.6) | 25.03 \pm 3.42 | 2(18.2)/9(81.8) |
| HSP | 10 | 50.10 \pm 6.56 | 5(50.0) | 5(50.0) | 25.25 \pm 4.16 | 1(10.0)/9(90.0) |
| F/χ^2 | | 0.332 | 2.464 | | 0.338 | 0.983 |
| P | | 0.802 | 0.482 | | 0.798 | 0.950 |

表2 气管导管抬高情况
Tab.2 Elevation of endotracheal tube [n($\eta/\%$)]

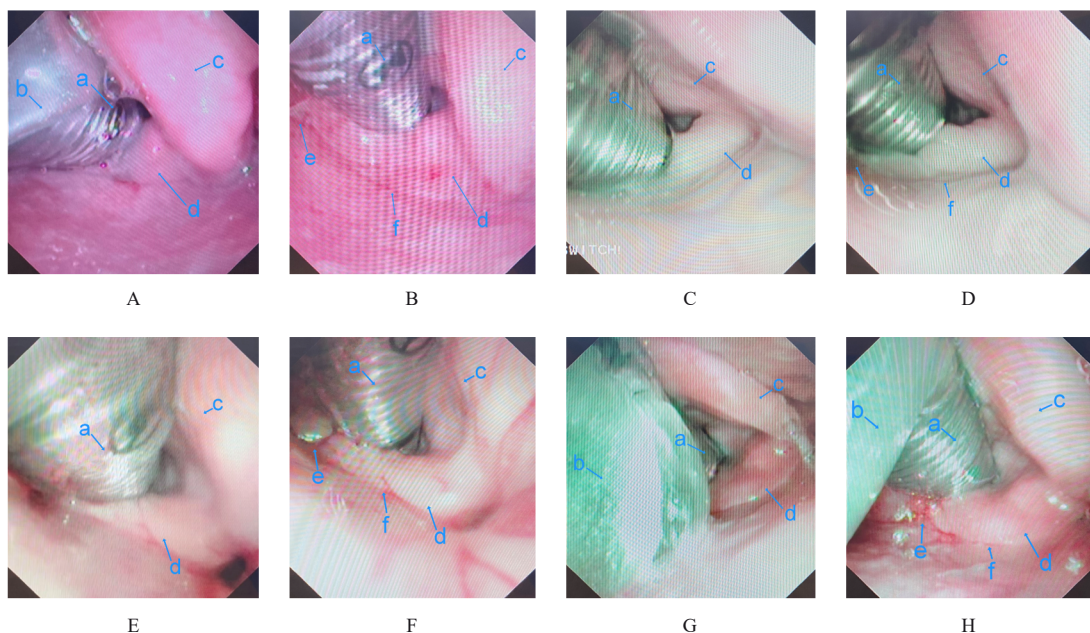
| Group | n | LPC-inflated | | LPC-uninflated | | P |
|-------|----|--------------|---------------|----------------|---------------|-------|
| | | Occurring | Not occurring | Occurring | Not occurring | |
| SWOP | 12 | 10(83.3) | 2(16.7) | 1(8.3) | 11(91.7) | 0.004 |
| SWP | 12 | 9(75.0) | 3(25.0) | 2(16.7) | 10(83.3) | 0.016 |
| TP | 11 | 9(81.8) | 2(18.2) | 1(9.1) | 10(90.9) | 0.008 |
| HSP | 10 | 7(70.0) | 3(30.0) | 1(10.0) | 9(90.0) | 0.031 |
| P | | 0.895 | | 1.000 | | |

致轻微黏膜损伤, 电子纤维咽喉镜下见少许血性分泌物, 但手术结束拔管时, 未见血染套囊及明显出血。

3 讨论

环杓关节脱位是全麻气管插管直接相关的并发症。在解剖学上, 环杓关节是由滑膜内衬的关节囊组成的关节, 关节囊薄而松弛, 当受到外力作用时, 易发生关节腔内渗出、充血和滑膜皱襞损伤, 进而发生关节面和关节周围结构的粘连及纤维化, 形成环杓关节脱位^[12, 15]。

研究^[11]表明: 环杓关节脱位与气管插管的损伤密切相关。关于气管插管后发生环杓关节脱位的原因有多种学说, 但确切因素尚未得到公认。部分学者认为环杓关节脱位主要由于气管插管和拔管的操作过程中喉镜片、气管导管的尖端、气管导管内突出的管芯及气管导管的套囊对环杓关节的一过性



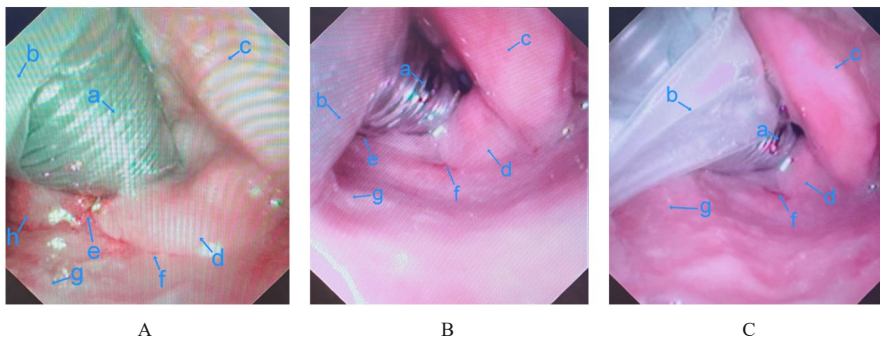
A, C, E, G: LPC-uninflated treatment; B, D, F, H: LPC-inflated treatment; a: Endotracheal tube; b: LPC; c: Epiglottis; d: Arytenoid cartilage; e: Interarytenoid notch; f: Postcricoid space.

图4 2组患者气管导管抬高情况
Fig.4 Elevation of endotracheal tube of patients in two groups

表3 气管导管对环杓关节的挤压程度

Tab. 3 Compression degrees of endotracheal tube on cricoarytenoid joint

| Group | n | LPC-inflated [n(η /%)] | | | Effective rate (η /%) | LPC-uninflated [n(η /%)] | | | Effective rate (η /%) | Z | P |
|-------|----|------------------------------|--------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------|---------------|--------------------------------|-------|-------|
| | | Degree I | Degree II | Degree III | | Degree I | Degree II | Degree III | | | |
| SWOP | 12 | 7(58.4) | 4(33.3) | 1(8.3) | 91.7 | 1(8.3) | 2(16.7) | 9(75.0) | 25.0 | 2.697 | 0.007 |
| SWP | 12 | 6(50.0) | 4(33.3) | 2(16.7) | 83.3 | 2(16.7) | 1(8.3) | 9(75.0) | 25.0 | 2.373 | 0.018 |
| TP | 11 | 6(54.5) | 4(36.4) | 1(9.1) | 90.9 | 1(9.1) | 2(18.2) | 8(72.7) | 27.3 | 2.521 | 0.012 |
| HSP | 10 | 5(50.0) | 4(40.0) | 1(10.0) | 90.0 | 1(10.0) | 2(20.0) | 7(70.0) | 30.0 | 2.226 | 0.026 |
| Z | | | 0.318 | | | | 0.064 | | | | |
| P | | | 0.957 | | | | 0.996 | | | | |



A: Degree I ; B: Degree II ; C: Degree III ; a: Endotracheal tube; b: LPC; c: Epiglottis; d: Arytenoid cartilage (right); e: Interarytenoid notch; f: Postcricoid space; g: Posterior pharyngeal wall; h: Arytenoid cartilage (left).

图5 气管导管对环杓关节3种挤压程度

Fig. 5 Three compression degrees of endotracheal tube on cricoarytenoid joint

创伤引起^[2, 15-16]。但大部分环杓关节脱位发生在顺利插管的情况下^[1, 17-19]。因此,越困难的插管对环杓关节的损伤越大的说法与临床实践并不完全相符。可视喉镜的使用确保气管插管操作更加精准和轻柔,但环杓关节脱位仍时有发生,因此困难和创伤性的插管并不是环杓关节脱位发生的先决条件^[20-21]。研究^[15, 22]显示:正常气管插管和拔管的力度并不能使环杓关节发生脱位。FRIEDMAN等^[23]发现:即使在显著或极端条件下所能达到最大气管插管和拔管的力度都无法使环杓关节发生脱位。临床上在耳鼻喉科手术中支撑喉镜的使用会对喉部施加很大的压力,却并无环杓关节脱位发生^[24]。以上研究均表明短时间的插管操作所造成的损伤本身并不易导致环杓关节脱位。此外,JANG等^[3]研究发现:涉及头颈部位置手术,如颈部后仰、颈部屈曲伴旋转和颈部旋转的患者发生环杓关节脱位的风险明显增加,因此该类手术患者头颈部转动使气管导管更易发生移位和导管张力增加,对环杓关节的挤压和摩擦程度增加^[12]。提示气管导管对环

杓关节长时间和高强度的压迫,导致环杓关节出血或浆液性渗出,关节纤维化而发生脱位^[18, 22]。SIM等^[13]认为:气管导管的凸曲部对喉部的作用力可能是环杓关节脱位的原因。手术时间延长和气管插管时间延长是环杓关节脱位发生的重要危险因素^[5, 8, 24]。气管插管时间延长提示环杓关节承受更长时间的的压力,此外,患者出现呛咳和(或)吞咽等咽喉部运动,增加了气管导管与声带和环杓关节之间摩擦的概率,最终导致环杓关节脱位发生^[7, 14, 24]。本研究通过电子纤维咽喉镜观察到受舌体和会厌等咽喉部组织向下挤压,气管导管紧密地压在环杓关节内表面杓间切迹处,并将双侧杓状软骨向外侧推挤,导致其不同程度变形移位。研究^[22]显示:插管后的环杓关节在显微镜下可见滑膜皱襞存在不规则损伤,环杓关节充血、渗出病变,由此推测如病变进一步发展,则会发生环杓关节脱位。因此,高强度长时间的挤压损伤和摩擦损伤可能在插管患者发生环杓关节脱位中发挥主要作用。

因此,为系统性、机制性地解决环杓关节脱位问题,本研究设计附带LPC的气管导管,旨在使气管导管与声门后联合皱襞脱离硬接触,避免对环杓关节施加高强度的压力和机械性摩擦,预防全麻气管插管后环杓关节脱位,并通过临床试验研究该气管导管预防环杓关节脱位原理的科学性及机制的可实现性。本研究采用自身前后对照的设计,排除受试者的个人因素对结果产生的影响,更可靠地反映新型气管导管的LPC单一因素对气管导管脱离环杓关节硬接触的影响。试验实施过程中,操作者持电子纤维咽喉镜经鼻置于一侧LPC旁,镜下可见杓间切迹和披裂软骨等咽喉部解剖标志。因气管导管从咽后壁抬高位置越高,其对环杓关节施加的挤压程度就越低。因此,根据电子纤维咽喉镜下2种处理措施所显露的解剖结构和状态,制定2种评估指标,即咽喉部气管导管是否从声门后联合环杓关节部位抬高及气管导管对环杓关节的挤压程度。LPC充气后,可观察到气管导管明显抬高,与咽后壁脱离接触,可见同侧的披裂软骨、杓间切迹、环后隙和对侧披裂软骨呈现生理形态,则确定对环杓关节挤压程度为I度,提示LPC解除气管导管对环杓关节的挤压;若气管导管抬高,可见同侧的披裂软骨、杓间切迹和环后隙,但可见披裂软骨被气管导管挤向外侧轻度移位,则确定对环杓关节挤压程度为II度,提示LPC充气有效减轻气管导管对环杓关节的挤压;气管导管未抬高,与咽后壁紧密接触,未见杓间切迹和环后隙,同侧披裂软骨被挤压向外侧严重移位,则确定对环杓关节挤压程度为III度,提示此时气管导管对环杓关节造成严重挤压。本研究结果显示:4种不同头颈部体位组患者干预处理使气管导管从声门后联合环杓关节部位抬高,且抬高程度达到I-II度的总例数均较对照处理明显增多,表明LPC充气后可减轻、甚至解除气管导管对环杓关节的挤压,使环杓关节免受气管导管的摩擦性及压力性损伤,LPC对4种不同头颈部体位下的环杓关节均具有保护效应。

本试验中个别LPC充气处理后咽喉部气管导管对环杓关节挤压程度仍为III度,原因可能如下:第一,当气管导管同轴转位致其LPC移位,未能放置于咽后壁与气管导管之间时,气管导管则无法抬高,仍可对环杓关节造成挤压。第二,当气管导管偏粗时,即使LPC充气后能抬高气管导管,但因导管在喉口处活动度小,仍可对环杓关节造成一

定程度的挤压,使杓状软骨从正常解剖位置移位。而部分LPC未充气时气管导管对环杓关节的挤压程度也为I-II度,并未对环杓关节造成较严重的挤压,分析其原因可能是气管导管型号较小,较细的气管导管对环杓关节产生较小的压力^[25]。SHEN等^[26]认为:使用直径更小的气管导管可以降低环杓关节脱位发生率。而偏大型号的气管导管会使环杓关节脱位更频繁发生,可能与其易造成杓状软骨内侧受压坏死有关^[2, 27]。第三,由于个体差异使不同患者的舌体和口咽腔空间大小不同,对于舌体大、口咽腔空间较小及BMI偏大患者,目前LPC的形状和尺寸并不能使此类患者在插管期间的气管导管本体抬高达到满意的位置,对其环杓关节仍可造成不同强度的硬接触。

本研究存在一定的局限性。首先,本试验设计的评估指标为首次应用,其评估标准对判断环杓关节脱位的预测性有待于进一步验证;其次,附带LPC的气管导管最终能否有效预防环杓关节脱位仍需多中心、大样本随机对照试验进行验证。

综上所述,气管导管的LPC在充气后可有效使各种头颈部体位患者咽喉部气管导管从声门后联合环杓关节部位抬高,并较高程度解除或减轻气管导管对环杓关节高强度的挤压损伤和机械性摩擦损伤,气管导管设置LPC预防环杓关节脱位的原理具有科学性,其机制具有可实现性,可为气管插管预防环杓关节脱位提供帮助。

利益冲突声明:

所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献声明:

张霄参与研究设计、研究实施、数据采集和分析及论文撰写,纪茗馨参与病例收集、患者临床处理和临床效果评估,单诗芮参与数据整理和分析,张家豪和隋林聿参与研究对象获取,孙旭芳参与研究设计和论文审阅。

[参考文献]

- [1] 耿志宇,高为华,王东信.全身麻醉气管插管患者术后声带运动不良的临床结局[J].北京大学学报(医学版),2021,53(2):337-340.
- [2] KOMORN R M, SMITH C P, ERWIN J R. Acute laryngeal injury with short-term endotracheal anesthesia[J]. Laryngoscope, 1973, 83(5): 683-690.
- [3] JANG E A, YOO K Y, LEE S, et al. Head-neck movement may predispose to the development of arytenoid dislocation in the intubated patient: a 5-year

- retrospective single-center study[J]. *BMC Anesthesiol*, 2021, 21(1): 198.
- [4] FROSOLINI A, MARIONI G, MAIOLINO L, et al. Current management of arytenoid sub-luxation and dislocation[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2020, 277(11): 2977-2986.
- [5] WU L, SHEN L, ZHANG Y L, et al. Association between the use of a stylet in endotracheal intubation and postoperative arytenoid dislocation: a case-control study[J]. *BMC Anesthesiol*, 2018, 18(1): 59.
- [6] TSURU S, WAKIMOTO M, IRITAKENISHI T, et al. Cardiovascular operation: a significant risk factor of arytenoid cartilage dislocation/subluxation after anesthesia[J]. *Ann Card Anaesth*, 2017, 20(3): 309-312.
- [7] YAN W Q, DONG W H, CHEN Z. Prolonged tracheal intubation in the ICU as a possible risk factor for arytenoid dislocation after liver transplant surgery: a retrospective case-control study [J]. *Ann Transplant*, 2023, 28: e940727.
- [8] TAN P H, HUNG K C, HSIEH S W, et al. Large-bore calibrating orogastric tube and arytenoid dislocation: a retrospective study [J]. *Br J Anaesth*, 2016, 116(2): 296-298.
- [9] YAMANAKA H, HAYASHI Y, WATANABE Y, et al. Prolonged hoarseness and arytenoid cartilage dislocation after tracheal intubation [J]. *Br J Anaesth*, 2009, 103(3): 452-455.
- [10] 吴林格尔, 申乐, 黄宇光. 气管插管后环杓关节脱位的危险因素与诊疗进展[J]. *中华麻醉学杂志*, 2019, 39(6): 644-646.
- [11] RUBIN A D, HAWKSHAW M J, MOYER C A, et al. Arytenoid cartilage dislocation: a 20-year experience[J]. *J Voice*, 2005, 19(4): 687-701.
- [12] 中华医学会麻醉学分会. 术后环杓关节脱位防治专家共识[J]. *临床麻醉学杂志*, 2020, 36(7): 705-707.
- [13] SIM Y H, CHOI J H, KIM M K. Arytenoid cartilage dislocation after reversed total shoulder replacement surgery in the beach chair position: a case report [J]. *Korean J Anesthesiol*, 2016, 69(4): 382-385.
- [14] 王铁全, 李逸飞, 王志华. 全麻术后环杓关节脱位预后因素的初步分析[J]. *中国微创外科杂志*, 2022, 22(6): 477-480.
- [15] PAULSEN F P, RUDERT H H, TILLMANN B N. New insights into the pathomechanism of postintubation arytenoid subluxation[J]. *Anesthesiology*, 1999, 91(3): 659-666.
- [16] CLOSE L G, MERKEL M, WATSON B, et al. Cricoarytenoid subluxation, computed tomography, and electromyography findings[J]. *Head Neck Surg*, 1987, 9(6): 341-348.
- [17] DUDLEY J P, MANCUSO A A, FONKALSRUDE E W. Arytenoid dislocation and computed tomography [J]. *Arch Otolaryngol*, 1984, 110(7): 483-484.
- [18] SENOGLU N, OKSUZ H, UGUR N, et al. Arytenoid dislocation related to an uneventful endotracheal intubation: a case report[J]. *Cases J*, 2008, 1(1): 251.
- [19] OH T K, YUN J Y, RYU C H, et al. Arytenoid dislocation after uneventful endotracheal intubation: a case report[J]. *Korean J Anesthesiol*, 2016, 69(1): 93-96.
- [20] TALMI Y P, WOLF M, BAR-ZIV J, et al. Postintubation arytenoid subluxation [J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 1996, 105(5): 384-390.
- [21] NORIHITO SUZUKI H S. Clinical study of the incidence of arytenoid cartilage dislocation for the patients after general anesthesia with tracheal intubation[J]. *J Anesth Clin Res*, 2013, 4(10): 1-5.
- [22] PAULSEN F P, JUNGSMANN K, TILLMANN B N. The cricoarytenoid joint capsule and its relevance to endotracheal intubation[J]. *Anesth Analg*, 2000, 90(1): 180-185.
- [23] FRIEDMAN A D, KOBLER J B, LANDAU-ZEMER T, et al. High-force simulated intubation fails to dislocate cricoarytenoid joint in *ex vivo* human larynges[J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 2012, 121(11): 746-753.
- [24] 龙送开, 黄改军, 郭渊源, 等. 闭合性气管离断伤麻醉处理1例[J]. *中南大学学报(医学版)*, 2024, 49(9): 1538-1542.
- [25] WEYMULLER E A J, BISHOP M J, FINK B R, et al. Quantification of intralaryngeal pressure exerted by endotracheal tubes [J]. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 1983, 92(5 Pt 1): 444-447.
- [26] SHEN L, WANG W T, YU X R, et al. Evaluation of risk factors for arytenoid dislocation after endotracheal intubation: a retrospective case-control study [J]. *Chin Med Sci J*, 2014, 29(4): 221-224.
- [27] RANDESTAD A, LINDHOLM C E, FABIAN P. Dimensions of the cricoid cartilage and the trachea [J]. *Laryngoscope*, 2000, 110(11): 1957-1961.