

• 麻醉专题 •

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.10.002

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20250728.1053.003\(2025-07-29\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20250728.1053.003(2025-07-29))体位角度对日间手术患儿全身麻醉诱导期间
胃进气的影响^{*}陈倪巧¹, 孙小强², 农潇玲¹, 梁智杰¹, 梁家梅¹, 陆以兴³, 经顺中³, 刘安源¹, 林育南^{1Δ}(1. 广西医科大学第一附属医院麻醉科, 南宁 530021; 2. 四川省骨科医院麻醉科, 成都 610041;
3. 广西壮族自治区妇幼保健院麻醉科, 南宁 530003)

[摘要] **目的** 探讨体位角度对日间手术患儿全身麻醉诱导期间胃进气的影响。**方法** 选取 2022 年 12 月至 2023 年 3 月于广西医科大学第一附属医院择期行气管插管全身麻醉的 111 例日间手术患儿为研究对象。共 6 例患儿因超声下胃窦区显影不清而被剔除, 最终 105 例纳入研究。根据随机数字表法分为 D0 组(仰卧位)、D5 组(5°头高脚低位)和 D10 组(10°头高脚低位), 每组 35 例。观察麻醉诱导期间是否存在“彗尾征”影像, 以阳性作为胃进气的判断标准。并在意识消失后面罩通气开始前(T₁)和面罩通气结束后气管插管即刻(T₂)测量胃窦横截面积(CSA), 比较 3 组胃进气发生率, T₁ 和 T₂ 时 CSA 及两时间点差值和生命体征变化情况。**结果** 与 D0 组比较, D5 组、D10 组胃进气发生率明显降低[25.7%(9/35) vs. 20.0%(7/35) vs. 54.0%(19/35)], 差异有统计学意义($P < 0.05$); 但 D5 组与 D10 组比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。3 组 T₁ 时 CSA 比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。3 组 T₂ 时 CSA 比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 且 D10 组小于 D0 组($P < 0.05$)。3 组 CSA 差值比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 且 D5 组、D10 组小于 D0 组, D10 组小于 D5 组($P < 0.05$)。3 组 T₁、T₂ 时平均动脉压(MAP)、心率、脉搏血氧饱和度(SpO₂)和呼气末二氧化碳分压(P_{ET}CO₂)比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$)。共 6 例(5.7%)患儿因 P_{ET}CO₂ 波形不规则或气道峰压异常需短暂调整下颌支撑技术。**结论** 在全身麻醉诱导的日间手术患儿中, 5°头高脚低位即可明显减少胃进气的发生并减小 CSA 的变化, 10°并未带来额外收益。

[关键词] 胃进气; 儿童; 全身麻醉; 体位; 面罩通气; 胃窦横截面积**[中图法分类号]** R614.2**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2025)10-2246-06Effect of position angle on gastric insufflation during induction of general
anesthesia in pediatric patients undergoing day surgery^{*}CHEN Niqiao¹, SUN Xiaoqiang², NONG Xiaoling¹, LIANG Zhijie¹, LIANG Jiamei¹,
LU Yixing³, JING Shunzhong³, LIU Anyuan¹, LIN Yunan^{1Δ}

(1. Department of Anaesthesiology, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning, Guangxi 530021, China; 2. Department of Anaesthesiology, Sichuan Province Orthopedic Hospital, Chengdu, Sichuan 610041, China; 3. Department of Anaesthesiology, Maternity and Child Health Care of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning, Guangxi 530003, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the effect of body position angle on gastric insufflation during the induction of general anesthesia in pediatric patients undergoing day surgery. **Methods** A total of 111 children scheduled for elective tracheal intubation under general anesthesia at the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University from December 2022 to March 2023 were selected as study subjects. Six children were excluded due to unclear sonographic visualization of the gastric antrum, resulting in 105 children ultimately included in the study. The children were divided into three groups using a random number table method: Group D0 (supine position), Group D5 (5° head-up position), and Group D10 (10° head-up position), with 35 children in each group. The presence of a “comet-tail artifact” on ultrasound was used as the criterion for determining gastric insufflation during anesthesia induction. The gastric antrum cross-sectional area (CSA) of the gastric antrum was measured before mask ventilation after loss of consciousness (T₁) and immediately after tracheal intubation following mask ventilation (T₂). The incidence of gastric insufflation, changes in CSA and their

^{*} 基金项目: 国家自然科学基金项目(82260237)。 ^Δ 通信作者, E-mail: 277464077@qq.com。

differences, and vital sign changes at T_1 and T_2 , were compared among the three groups. **Results** Compared with Group D0, the incidence of gastric insufflation was significantly lower in Groups D5 and D10 [25.7%(9/35) *vs.* 20.0%(7/35) *vs.* 54.0%(19/35)], and the difference was statistically significant ($P<0.05$). However, there was no significant difference between Group D5 and Group D10 ($P>0.05$). No significant difference was observed in CSA at T_1 among the three groups ($P>0.05$). At T_2 , a statistically significant difference in CSA was found among the three groups ($P<0.05$), with Group D10 showing a smaller CSA than Group D0 ($P<0.05$). The difference in CSA changes was statistically significant among the three groups ($P<0.05$), with Groups D5 and D10 exhibiting smaller changes than Group D0, and Group D10 showing a smaller change than Group D5 ($P<0.05$). No significant differences were observed in mean artery pressure (MAP), heart rate, pulse oxygen saturation (SpO_2) and pressure of end-tidal carbon dioxide ($P_{ET}CO_2$) at T_1 and T_2 among the three groups ($P>0.05$). A total of 6 children (5.7%) required brief adjustments in jaw support due to irregular $P_{ET}CO_2$ waveforms or abnormal peak airway pressure. **Conclusion** In pediatric patients undergoing day surgery under general anesthesia, a 5° head-up position during induction significantly reduces the incidence of gastric insufflation and minimizes changes in gastric antral CSA, while a 10° head-up position does not provide additional benefits.

[**Key words**] gastric insufflation; child; general anesthesia; body position; mask ventilation; gastric antrum cross-sectional area

在全身麻醉期间实施正压面罩通气时,胃内气体进入可能导致胃内压力不同程度升高。一旦胃内压超过食管下括约肌的张力,胃内容物反流与误吸的风险将增加^[1]。在严重情况下,大量气体进入胃内甚至可能引发胃食管穿孔等严重并发症^[2-3]。由于患儿生理性抗反流机制尚未发育完善,加之哭闹、躁动等因素进一步促使气体进入胃内,其麻醉期间发生反流误吸的风险可达成人的 2~4 倍^[4]。因此在患儿麻醉诱导过程中,有效控制胃内气体进入对提升围手术期安全性具有重要意义。近年来,国内外研究从多个技术角度探讨了减少胃进气的策略,包括环状软骨压迫^[5-6]、通气模式与压力参数调整^[7-9]及面罩通气技术改良^[10-11]等。然而,既往关于体位因素对胃进气影响的系统研究相对较少。因此,本研究应用超声技术定量评估麻醉诱导期间不同体位下胃窦横截面积(cross-sectional area, CSA)的时序变化,旨在探讨头高位与平卧位对胃进气影响的差异,以期为临床选择最优麻醉诱导体位提供循证依据,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2022 年 12 月至 2023 年 3 月于广西医科大学第一附属医院择期行气管插管全身麻醉的 111 例日间手术患儿为研究对象。纳入标准:(1)年龄 1~12 岁;(2)美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级为 I~II 级;(3)BMI<24.0 kg/m²;(4)无面罩通气困难。排除标准:(1)诱导前 5 min 哭闹时间超过 2 min;(2)预计存在面罩通气或气道管理困难;(3)首次胃超声检查时因胃内气体干扰致显影不佳;(4)存在反流误吸风险因素;(5)术中出现突发性反流误吸等紧急情况;(6)对麻醉药物过敏。共 6 例患儿因超声下胃窦区显影不清而被剔除,最终 105 例纳入研究。根据随机数字表法分为 D0 组(仰卧位)、D5 组(5°头高脚低位)和 D10 组(10°头高脚低位),每组 35 例。3 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。本研究已通过广西医科大学第一附属医院伦理委员会批准(审批号:2022-K061-01),并于中国临床试验注册中心注册(注册号:ChiCTR2200066500),患儿监护人均知情同意。

表 1 3 组一般资料比较

项目	D0 组($n=35$)	D5 组($n=35$)	D10 组($n=35$)	$\chi^2/H/F$	P
男/女(n/n)	27/8	27/8	25/10	0.409	0.815
年龄[$M(Q_1, Q_3)$, 岁]	6(2, 8)	3(3, 6)	3(3, 6)	0.799	0.671
身高($\bar{x}\pm s$, m)	1.09±0.23	1.07±0.20	1.05±0.20	0.225	0.799
体重[$M(Q_1, Q_3)$, kg]	19(10, 24)	16(13, 24)	16(13, 22)	0.095	0.954
BMI[$M(Q_1, Q_3)$, kg/m ²]	15.2(14.0, 17.3)	15.5(14.2, 16.7)	15.3(13.9, 17.3)	0.018	0.991

1.2 方法

1.2.1 样本量估算

预试验结果显示,D0 组、D5 组和 D10 组胃进气发生率分别为 55%、25%和 20%。基于这些数据,结合 3 组检查成功率,设定检验水准 $\alpha=0.05$,检验效能 $1-\beta=0.8$ 。利用 PASS15.0 软件进行估算,得出本试验所需最小样本量为 99 例。考虑到 10%的脱落率,最终确定样本量为 111 例。

1.2.2 麻醉方法

所有患儿术前严格禁食 8 h,禁饮 2 h,入手术室前在监护人陪同下开放静脉通道,并静脉注射咪达唑仑 0.1 mg/kg ,入手术室后常规监测平均动脉压(mean artery pressure, MAP)、心率和脉搏血氧饱和度(pulse oxygen saturation, SpO_2)。根据分组要求调整手术台角度。麻醉诱导时,依次静脉注射芬太尼 0.002 mg/kg 和丙泊酚 2 mg/kg 。待患儿意识丧失后,静脉注射罗库溴铵 0.15 mg/kg 。自主呼吸停止,立即开始面罩通气。面罩通气期间采用压力控制通气模式,参数设置:通气压力 $15 \text{ cmH}_2\text{O}$,新鲜气体流量 3 L/min ,吸入氧浓度 100%。根据患儿年龄调整呼吸频率为 $18\sim 25 \text{ 次/min}$,吸呼比 $1.0:1.5$ 。采用 V-E 技术进行双侧下颌支撑以维持气道通畅。持续监测呼气末二氧化碳波形和气道峰压,若出现呼气末二氧化碳波形不规则或气道峰压异常,提示气道开放不足,需及时调整下颌支撑技术。麻醉维持阶段,持续静脉输注丙泊酚($6\sim 12 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$)和瑞芬太尼($0.1\sim 0.4 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$),并根据术中情况调整输注速率。必要时调整呼吸参数,维持呼气末二氧化碳分压(pressure of end-tidal carbon dioxide, P_{ETCO_2})在 $35\sim 45 \text{ mmHg}$,并确保气道峰压 $< 30 \text{ mmHg}$ 。手术结束前 15 min,静脉注射芬太尼 0.002 mg/kg 和昂丹司琼 0.2 mg/kg ,以预防术后疼痛和恶心呕吐。术毕,患儿转入麻醉恢复室继续观察。

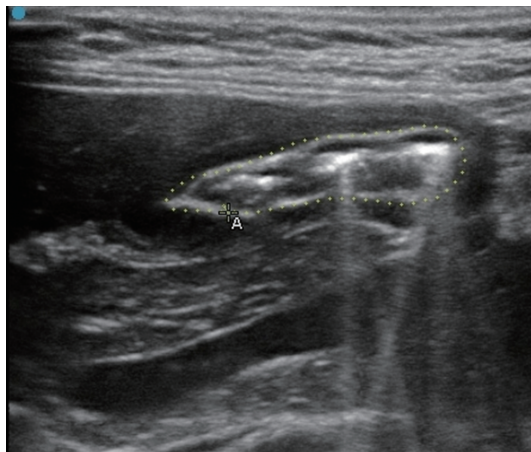
1.2.3 胃窦超声检查

由另一位经过专业胃超声培训的麻醉医生使用便携式彩色多普勒超声系统(美国 SonoSite 公司)进行胃窦超声检查。考虑患儿的生理特点(体型纤细、腹壁薄、脂肪含量低),选用高频线性阵列探头($5\sim 12 \text{ MHz}$)。超声探头置于剑突下方,沿矢状面定位,并向外侧移动以获得胃窦的清晰图像。理想的胃窦图像应同时显示腹主动脉、肝左叶和肠系膜上动脉^[12],见图 1。记录面罩通气全过程是否存在“彗尾征”影像,作为胃进气的临床判定标准^[13],见图 2。分别于意识消失后面罩通气开始前(T_1)和面罩通气结束后气管插管即刻(T_2),采用超声系统的自由手绘测量技术测量 CSA^[14],每个时间点拍摄 3 张图像,3 张图像之间间隔约 5 s,确保拍摄位置的稳定性。超声探头在拍摄过程中保持固定,避免因位置移动导致的测量误差。取 3 次测量的平均值作为最终值。



A:胃窦;Ao:主动脉;L:肝脏;P:胰腺;SMA:肠系膜上动脉。

图 1 标准胃窦部图像



A:胃窦。

图 2 彗尾征

1.2.4 观察指标

(1)胃进气发生率。观察麻醉诱导期间是否存在“彗尾征”影像,以阳性作为胃进气的判断标准。(2)面罩通气前后 CSA。记录 T_1 和 T_2 时 CSA 并计算其差值,其中 T_1 时 CSA 用于评估气道管理前胃窦的基础尺寸, T_2 时 CSA 用于识别通过程中胃窦尺寸的变化,而差值则为胃窦尺寸变化的定量评估指标,可用于量化胃进气的程度。(3)面罩通气前后生命体征。记录通气前后 MAP、心率、 SpO_2 和 P_{ETCO_2} ,以评估患儿围术期的生理状态及通气对整体稳态的影响。

1.3 统计学处理

采用 SPSS25.0 软件进行数据分析,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,比较采用单因素方差分析;不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,比较采用非参数检验;计数资料以例数或百分比表示,比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组麻醉诱导期间胃进气发生率比较

与 D0 组比较,D5 组、D10 组胃进气发生率明显降低 $[25.7\%(9/35) \text{ vs. } 20.0\%(7/35) \text{ vs. } 54.3\%(19/35)]$,差异有统计学意义($P=0.005$);但 D5 组

与 D10 组比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。

2.2 3 组面罩通气前后 CSA 比较

3 组 T_1 时 CSA 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。3 组 T_2 时 CSA 比较,差异有统计学意义($P<0.05$),且 D10 组小于 D0 组($P<0.05$)。3 组 CSA 差值比较,差异有统计学意义($P<0.05$),且 D5 组、D10 组

小于 D0 组,D10 组小于 D5 组($P<0.05$),见表 2。

2.3 3 组面罩通气前后生命体征比较

3 组 T_1 、 T_2 时 MAP、心率、 SpO_2 和 $P_{ET}CO_2$ 比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 3。共 6 例(5.7%)患儿因 $P_{ET}CO_2$ 波形不规则或气道峰压异常短暂调整了下颌支撑技术。

表 2 3 组 T_1 和 T_2 时 CSA 比较

项目	D0 组($n=35$)	D5 组($n=35$)	D10 组($n=35$)	F/H	P
$T_1(\bar{x}\pm s,cm^2)$	0.93±0.39	0.89±0.39	0.91±0.36	0.109	0.897
$T_2(\bar{x}\pm s,cm^2)$	1.42±0.61	1.11±0.46	1.05±0.36 ^a	5.611	0.005
差值 $[M(Q_1,Q_3),cm^2]$	0.47(0.17,0.77)	0.22(0.12,0.27) ^a	0.10(0.05,0.21) ^{ab}	24.083	<0.001

^a: $P<0.05$,与 D0 组比较;^b: $P<0.05$,与 D5 组比较。

表 3 3 组 T_1 和 T_2 时生命体征比较($\bar{x}\pm s$)

项目	D0 组($n=35$)	D5 组($n=35$)	D10 组($n=35$)	F	P
T_1					
MAP(mmHg)	74.23±11.78	71.00±12.03	70.34±11.09	1.118	0.331
心率(次/min)	96.83±20.21	94.66±17.16	99.06±17.95	0.496	0.610
$SpO_2(\%)$	98.46±1.12	98.31±1.26	98.63±1.03	0.668	0.515
$P_{ET}CO_2$ (mmHg)	29.37±6.59	28.51±4.98	31.69±6.00	2.741	0.071
T_2					
MAP(mmHg)	63.54±12.43	63.83±11.41	65.97±18.81	0.290	0.749
心率(次/min)	96.51±20.14	95.43±20.23	99.60±19.63	0.410	0.665
$SpO_2(\%)$	99.63±0.55	99.74±0.51	99.74±0.44	0.609	0.546
$P_{ET}CO_2$ (mmHg)	39.57±6.84	40.74±5.89	41.57±7.59	0.763	0.469

3 讨 论

误吸是麻醉期间一种罕见但后果极为严重的并发症,可导致吸入性肺炎、气体交换障碍,甚至进展为急性呼吸窘迫综合征,引起持续性低氧血症,常需强力的呼吸支持,且患者预后较差。研究显示,麻醉期间误吸相关死亡率可达 6%^[15],提示麻醉医生必须高度重视此类风险。胃进气作为误吸的重要诱因之一,会引起腹部膨胀、膈肌受压及通气功能下降,同时胃内压力升高可能促使胃内容物反流进入气管,进一步增加误吸风险。

本研究结果显示,与 D0 组比较,D5 组、D10 组胃进气发生率明显降低[25.7%(9/35) vs. 20.0%(7/35) vs. 54.0%(19/35)],差异有统计学意义($P<0.05$);但 D5 组与 D10 组比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。3 组 T_1 时 CSA 比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。3 组 T_2 时 CSA 比较,差异有统计学意义($P<0.05$),且 D10 组低于 D0 组($P<0.05$)。3 组 CSA 差值比较,差异有统计学意义($P<0.05$),且 D5 组、D10 组小于 D0 组,D10 组小于 D5 组($P<0.05$)。此外,D0 组多数患儿在通气后出现明显“彗尾征”,提示气体进入胃部。上述结果表明,头高位可

有效减少胃进气,从而降低麻醉诱导期间相关呼吸系统风险。

本研究所有麻醉操作遵循标准化流程。尽管在面罩通气期间采用 V-E 手法优化气道管理,仍有 6 例(5.7%)患儿因呼气末二氧化碳波形不规则或气道峰压异常需短暂调整下颌支撑技术,该比例与文献报道的小儿麻醉中 4%~8%的气道干预率^[10]相符。上述调整均在 10 s 内完成,未造成通气中断,也未对胃进气结果产生明显影响,提示下颌托举技术的微调并未成为胃进气的混杂因素,体位效应独立于气道操作。

多项研究指出,体位调整有助于改善通气并减少胃食管反流^[16-17]。本研究结果与之一致,进一步支持头高位对胃进气的保护作用。如 MATSUNAMI 等^[18]报道头高位可增加潮气量并减少胃内气体积聚;还有研究指出该体位可增加功能残气量^[19-21],可能与膈肌下移和肺顺应性增加有关,从而引导气体更多进入气道而非食管。本研究结果显示,5°和 10°头高脚低位胃进气率明显低于仰卧位,与上述结论相符。此外,不同研究在通气参数方面存在差异。有研究显示,通气压力为 14、16 cmH₂O 时,胃进气发生率分别为 50%、64%^[22];而本研究设定仰卧位通气压力为 15

cmH₂O,胃进气率为 54.3%,与之相符。

然而,患者群体的差异可能导致研究结果的异质性。儿童与成人在解剖和生理方面的不同(如胸壁柔软、气道直径小等)可能影响胃进气的发生率。值得注意的是,有研究表明儿童年龄与胃进气发生率呈负相关,年龄越小越容易发生胃进气,尤其是 1 岁以下的婴儿^[23]。因此,本研究排除了 1 岁以下的患儿。头高位减少胃进气的机制可能与重力矢量改变有关,该体位使胃内容物远离胃食管连接处,从而减少正压通气期间气体进入胃部的机会。

本研究分别于意识消失时和气管插管后即刻测量 CSA,并通过计算二者差值评估胃进气程度。尽管与其他研究在测量时间点和方法上可能有所不同,但 CSA 增大反映胃进气的趋势是一致的。在类似研究中,CSA 扩张被视为胃内气体进入的标志^[24],与本研究 D0 组通气后 CSA 明显增加、提示胃进气发生率较高的结果一致。

关于头高位对心血管系统的影响,研究发现随着角度增加,心输出量可能下降,心率则代偿性增快^[25]。儿童自主神经系统敏感性较高,此效应更为明显。头高位导致血液重新分布至下肢,降低心脏前负荷,进而减少心输出量;机体通过增快心率以维持足够灌注。尽管存在这些血流动力学变化,头高位仍通过提高肺顺应性和改善气体交换,维持了正常的 SpO₂ 和 P_{ET}CO₂ 水平。D5 和 D10 组在呼吸与心血管效应之间的平衡,进一步支持在儿童麻醉诱导阶段选择适宜头高位角度的重要性。

尽管 5°与 10°头高脚低位均能明显减少胃进气,但两组胃进气发生率比较差异无统计学意义($P > 0.05$),提示 5°头高脚低位可能已接近最优角度,进一步增大角度所带来的改善幅度有限,呈现出类似“天花板效应”的现象。其原因可能与 10°头高脚低位可能引起更明显的血流动力学改变(如心输出量降低)^[26],从而部分抵消其体位优势有关。此外,考虑儿童特殊的解剖生理特点(如体型小、食管短、食管括约肌压力阈值低),5°头高脚低位可能已足以抵抗本研究设定的 15 cmH₂O 通气压力,因此更高角度未能带来额外获益。基于上述发现,建议临床实践中将 5°作为优化体位,在保证操作便捷的同时获取最佳效果,并降低低血压等心血管不良反应风险。但对于特殊高危患儿(如肥胖、胃排空延迟等),可酌情考虑采用 10°头高脚低位。

综上所述,头高位可有效降低麻醉诱导期间胃进气的发生率。未来研究可继续探索更优的头高位角度,如纳入中间角度(如 7.5°)或更高角度(如 15°),以在儿童独特生理特征基础上,最大化呼吸与心血管获益。本研究亦存在一定局限性:首先,未全程监测肌松程度,因而无法评估个体对肌松药物的反应差异,而肌松不足可能增加胃进气风险;其次,CSA 采用自

由追踪法沿浆膜层勾勒,但部分患儿胃进气可能影响浆膜层显影,从而降低测量准确性;此外,自由追踪法本身的主观性也可能引入测量误差。尽管如此,本研究结果明确显示,与仰卧位相比,5°头高位可明显减少小儿麻醉诱导期间的胃进气,而增加至 10°并未带来进一步改善。基于操作安全性与便捷性考虑,建议将 5°头高脚低位作为标准体位,但对特殊人群(如合并胃食管反流者)应进行个体化评估。

参考文献

- [1] SCHMITZ A, KUHN F, HOFMANN J, et al. Incidence of adverse respiratory events after adjustment of clear fluid fasting recommendations to 1 h: a prospective, observational, multi-institutional cohort study[J]. *Br J Anaesth*, 2024, 132(1):66-75.
- [2] PASPATIS G A, ARVANITAKIS M, DUMONCEAU J, et al. Diagnosis and management of iatrogenic endoscopic perforations: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Position Statement: update 2020 [J]. *Endoscopy*, 2020, 52(9):792-810.
- [3] YAMASAKI T, SAKATA Y, SUEKANE T, et al. Perforation of a gastric tear during esophageal endoscopic submucosal dissection under general anesthesia [J]. *Clin Endosc*, 2021, 54(6):916-919.
- [4] HUSSAIN S Y, PANJIAR P, JAIN D, et al. Current practice of rapid sequence induction (RSI) in pediatric anesthesia: a survey from India [J]. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*, 2023, 39(1):88-97.
- [5] KIM H, CHANG J, WON D, et al. Effectiveness of cricoid and paratracheal pressures in occluding the upper esophagus through induction of anesthesia and videolaryngoscopy: a randomized, crossover study [J]. *Anesth Analg*, 2022, 135(5):1064-1072.
- [6] BAO C, CAO H, SHEN Z, et al. Comparison of volume-controlled ventilation, pressure-controlled ventilation and pressure-controlled ventilation-volume guaranteed in infants and young children in the prone position: a prospective randomized study [J]. *J Clin Anesth*, 2024, 95: 111440.
- [7] GAMAL M, MOSTAFA M, FARRAG Y, et al. Evaluation of adequacy of ventilation and gastric insufflation at three levels of inspiratory

- pressure for facemask ventilation during induction of anaesthesia; a randomised controlled trial[J]. *Anaesth Crit Care Pain Med*, 2022, 41(5):101132.
- [8] 胡玉莹,刘越,时明丽,等.不同面罩通气模式对小儿麻醉诱导期间气道峰压和胃进气的影响分析[J]. *中国实用医药*, 2023(8):47-50.
- [9] 冯志东,田苗苗,玄春月,等.不同面罩通气模式对全麻下行扁桃体腺样体切除术患儿血流动力学及胃进气的影响研究[J]. *中国现代药物应用*, 2024, 18(21):57-60.
- [10] JOFFE A M, HETZEL S, LIEW E C. A two-handed jaw-thrust technique is superior to the one-handed “EC-clamp” technique for mask ventilation in the apneic unconscious person[J]. *Anesthesiology*, 2010, 113(4):873-879.
- [11] 重庆市中西医结合学会麻醉学专委会.经鼻湿化高流量通气技术在围手术期气道管理中应用的重庆专家共识[J]. *重庆医学*, 2023, 52(14):2081-2088, 2100.
- [12] EVAÏN J, DURAND Z, DILWORTH K, et al. Assessing gastric contents in children before general anesthesia for acute extremity fracture: an ultrasound observational cohort study[J]. *J Clin Anesth*, 2022, 77:110598.
- [13] BOUVET L, ALBERT M, AUGRIS C, et al. Real-time detection of gastric insufflation related to facemask pressure-controlled ventilation using ultrasonography of the antrum and epigastric auscultation in nonparalyzed patients: a prospective, randomized, double-blind study[J]. *Anesthesiology*, 2014, 120(2):326-334.
- [14] ÁVILA H A R, ALMANZA C J E, BARREIRO C Y F. Inter-observer and intra-observer variability in ultrasound assessment of gastric content and volume in critically ill patients receiving enteral nutrition[J]. *Ultrasound J*, 2023, 15(1):14.
- [15] LIENHART A, AUROY Y, PÉQUIGNOT F, et al. Survey of anesthesia-related mortality in France[J]. *Anesthesiology*, 2006, 105(6):1087-1097.
- [16] ITAGAKI T, OTO J, BURNS S M, et al. The effect of head rotation on efficiency of face mask ventilation in anaesthetised apnoeic adults: a randomised, crossover study[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2017, 34(7):432-440.
- [17] 闫声明,王义凯,刘伟,等.不同头位对患儿全身麻醉诱导面罩通气期间气道压和胃进气的影响[J]. *江苏医药*, 2025, 51(2):146-149.
- [18] MATSUNAMI S, KOMASAWA N, KONISHI Y, et al. Head elevation and lateral head rotation effect on facemask ventilation efficiency: randomized crossover trials[J]. *Am J Emerg Med*, 2017, 35(11):1709-1712.
- [19] COUTURE E J, PROVENCHER S, SOMMA J, et al. Effect of position and positive pressure ventilation on functional residual capacity in morbidly obese patients: a randomized trial[J]. *Can J Anaesth*, 2018, 65(5):522-528.
- [20] CHANG J, SEOL T, HWANG J. Body position and the effectiveness of mask ventilation in anaesthetised paralysed obese patients: a randomised cross-over study[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2021, 38(8):825-830.
- [21] 梁柏勇,程丽萍,杨小舟,等.头高 20°斜坡体位对全身麻醉诱导期胃进气及恢复期呼吸功能的影响[J]. *山东医药*, 2024, 64(28):86-88.
- [22] QIAN X, HU Q, ZHAO H, et al. Determination of the optimal inspiratory pressure providing adequate ventilation while minimizing gastric insufflation using real-time ultrasonography in Chinese children: a prospective, randomized, double-blind study[J]. *BMC Anesthesiol*, 2017, 17(1):126.
- [23] LAGARDE S, SEMJEN F, NOUETTE-GAULAIN K, et al. Facemask pressure-controlled ventilation in children: what is the pressure limit? [J]. *Anesth Analg*, 2010, 110(6):1676-1679.
- [24] ZHOU X, HUANG X, ZHOU Z, et al. Effect of transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange on gastric insufflation during anaesthesia induction: a randomised controlled trial and multivariate analysis[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2023, 40(7):521-528.
- [25] BARI V, GELPI F, CAIRO B, et al. Impact of surgical aortic valve replacement and transcatheter aortic valve implantation on cardiovascular and cerebrovascular controls: a pilot study[J]. *Physiol Rep*, 2024, 12(17):e70028.
- [26] WHITTLE R S, KELLER N, HALL E A, et al. Gravitational dose-response curves for acute cardiovascular hemodynamics and autonomic responses in a tilt paradigm[J]. *J Am Heart Assoc*, 2022, 11(14):e024175.