·临床研究·

超声实时监测颈部食管进气在全身麻醉诱导期的应用

李振平　陈钢　孔敏　袁孝忠

【摘要】 **目的**　通过超声实时监测全身麻醉诱导期颈部食管进气情况并及时调整面罩通气压力，探讨减少胃内进气的效果。**方法**　择期接受全身麻醉的手术患者 60 例，男 33 例，女 27 例，年龄 25~65 岁，BMI 19~28 kg/m^2，ASA Ⅰ或Ⅱ级。随机分为研究组（S 组）和对照组（C 组），每组 30 例。全身麻醉诱导期采用压力控制模式进行面罩通气，两组的起始通气压力为 15 cmH_2O。S 组采用高频超声探头观察颈部食管进气情况，及时降低通气压力，直至未发现食管进气为止；C 组通气压力维持 15 cmH_2O。两组均采用低频超声探头观察并测量麻醉诱导前后胃窦部横截面积（CSA），机械通气 2 min 后进行气管插管，记录通气前后胃窦部 CSA。记录通气结束后胃内进气情况，末次通气时气道峰压（Ppeak）、呼出潮气量（VTe）、呼气末二氧化碳（$P_{ET}CO_2$）和呼气末氧浓度（$C_{ET}O_2$）。**结果**　通气结束后，S 组胃进气发生率明显低于 C 组（P<0.01）。末次通气时 S 组 Ppeak、VTe 、$C_{ET}O_2$ 明显低于 C 组（P<0.01），$P_{ET}CO_2$明显高于 C 组（P<0.01）。通气结束后 S 组 CSA 明显小于 C 组（P<0.01）。**结论**　麻醉诱导期间面罩压力通气时，通过超声实时监测颈部食管进气情况并及时调整面罩通气压力，可明显减少胃内进气的发生率。

【关键词】 全身麻醉；超声；食管；胃进气

Real-time monitoring of cervical esophageal insufflation by ultrasound during induction of general anesthesia

LI Zhenping, CHEN Gang, KONG Min, YUAN Xiaozhong. Department of Anesthesiology, Sir Run Run Shaw Hospital Affiliated to Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310016, China

Corresponding author: CHEN Gang, Email: chengang120@zju.edu.cn

【**Abstract**】 **Objective**　To explore the effect of real-time monitoring of cervical esophageal insufflation during the induction period of general anesthesia by ultrasonography and timely adjustment of mask ventilation pressureon reducing gastric insufflation. **Methods**　Sixty patients, 33 males and 27 females, aged 25-65 years, BMI 19-28 kg/m^2, falling into ASA physical status Ⅰ or Ⅱ, about to undergo elective surgery under general anesthesia, were randomly divided into study group (group S) and control group (group C), with 30 patients in each group. During the induction period of general anesthesia, pressure control mode was used for mask ventilation. The initial ventilation pressure of the two groups was 15 cmH_2O. In group S, high-frequency ultrasound probe was used to observe the cervical esophageal insufflationtimely, and reduce the ventilation pressure accordingly, until no esophageal insufflations was observed. While in group C, the ventilation pressure of face mask was maintained at 15 cmH_2O. The cross sectional area (CSA) of gastric antrum before and after induction of general anesthesia was observed and measured by low-frequency ultrasound probe in both groups. The tracheal intubation was performed 2 min after mechanical ventilation. Gastric insufflation, peak of pressure (Ppeak) at the last time of the pressure ventilation, exhaled tidal volume (VTe), end-expiratory partial pressure of carbon dioxide ($P_{ET}CO_2$), end-expiratory oxygen concentration ($C_{ET}O_2$) and CSA of gastric antrum of each subject were recorded. **Results**　After ventilation, the incidence of gastric insufflation in group S was significantly lower than that in group C (P < 0.01). At the last time of ventilation, the Ppeak, VTe and $C_{ET}O_2$ in group C were significantly higher than those in group S (P < 0.01), while the $P_{ET}CO_2$ in group C was significantly lower than that in group S (P < 0.01). After ventilation, the CSA of gastric antrum in group S was obviously smaller than that in group C (P < 0.01). **Conclusion**　During the induction period of general anesthesia with mask pressure ventilation, the real-time monitoring of cervical esophageal insufflation by ultrasound and timely adjustment of mask ventilation pressure can significantly reduce the incidence of gastric insufflation.

【**Key words**】 General anesthesia; Ultrasound; Esophageal; Gastric insufflation

DOI:10.12089/jca.2020.05.009

基金项目：嘉兴市科技局项目（2018AD32092）

作者单位：310016　杭州市，浙江大学医学院附属邵逸夫医院麻醉科［李振平（现在浙江省嘉兴市第一医院麻醉科）、陈钢］；浙江省嘉兴市第一医院麻醉科（孔敏、袁孝忠）

通信作者：陈钢，Email：chengang120@zju.edu.cn

为了防止气管内插管过程机体出现低氧血症，全身麻醉诱导期间需加压去氮给氧，但面罩通气致胃内进气是反流误吸的一个风险因素[1]。因此，如何减少全身麻醉诱导期胃内进气，是目前麻醉科医师的关注点。本研究通过超声实时监测全身麻醉诱导期颈部食管进气情况并及时调整面罩通气压力，探讨该方法减少胃内进气的效果。

资料与方法

一般资料　经医院伦理委员会批准（LS2018-278），与患者签订知情同意书，选择 2018 年 11 月至 2019 年 2 月行全身麻醉患者，性别不限，年龄 25～65 岁，BMI 19～28 kg/m^2，ASA Ⅰ或Ⅱ级。排除标准：留置胃管，胃胀气，存在明确误吸风险，口咽和颜面部疾病，鼻息肉，舌体肥大，腺样体肥大等面罩通气困难。随机分为研究组（S 组）和对照组（C 组）。

方法　患者均未术前用药，入手术室后，开放静脉通路，以 5 ml · kg^{-1} · h^{-1}速度滴注复方乳酸钠液。监测 NIBP、ECG 和 SpO_2 和肌松监测。麻醉诱导前，S 组采用线阵超声探头定位患者左侧颈部食管，频率为 10 MHz，C 组不定位颈部食管。面罩通气前，两组均采用腹部凸型超声探头观察胃窦部气体情况并测量胃窦部横截面积（cross sectional area，CSA），频率为 4 MHz，具体方法如下：探头扫查剑突下旁矢状平面，以肝左叶、腹主动脉作为体内标志，微调探头，以获得清晰的胃窦部纵切面图像，选择胃窦舒张期的最清晰图像，通过超声的 Trace 键测量其横截面积，测量 3 次，取平均值，即为患者通气前的胃窦部 CSA。经三方核查后进行麻醉诱导。患者普通面罩吸氧 3 min，$FiO_2$100%，氧流量 8 L/min。静脉予丙泊酚 2 mg/kg、舒芬太尼 0.5 μg/kg、罗库溴铵 0.8 mg/kg，待 4 次成串刺激值为 0，置入口咽通气道，由一位麻醉科医师双手“C”型手法进行加压面罩通气，以压力控制模式，RR 12 次/分，I∶E 1∶2，通气压力为 15 cmH_2O，S 组由另外一名麻醉科医师进行超声实时监测患者左侧颈部食管进气情况，如果食管横断面出现明显气体样强回声影，则认为有气体进入食管，则降低通气压力 1 cmH_2O，观察两次通气周期，直至未发现明显气体样强回声。两组患者均面罩通气时间为 2 min，通气结束后行气管插管，再次使用超声观察胃窦部气体情况并测量胃窦部 CSA。胃内进气阳性的判断是以超声下胃窦部出现“彗星尾”样强回声气体声影为准。术毕患者送往复苏室。超声检查测量及调整通气压力均由同一位麻醉科医师来完成，该医师不知情患者的具体分组情况。

观察指标　记录通气结束后胃内进气情况。记录末次通气时 Ppeak、呼出潮气量（VTe）、$P_{ET}CO_2$ 和呼气末氧浓度（$C_{ET}O_2$）。记录通气前后胃窦部 CSA。

统计分析　数据用 SPSS 17.0 统计软件进行分析。正态分布计量资料以均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，组间比较采用 t 检验，组内比较采用重复测量数据方差分析；偏态分布计量资料以中位数（M）和四分位数间距（IQR）表示。胃内进气组间比较采用 χ^2 检验。P<0.05 为差异有统计学意义。

结　果

本研究共纳入患者 60 例。两组患者性别、年龄、体重、BMI 和 ASA 分级差异无统计学意义（表 1）。

S 组胃内进气 5 例（16.7%）；C 组胃内进气 24 例（80.0%）。S 组胃内进气发生率明显低于 C 组（P<0.01）。

末次通气时 S 组 Ppeak、VTe 和 $C_{ET}O_2$ 明显低于 C 组（P<0.01），$P_{ET}CO_2$ 明显高于 C 组（P<0.01）（表 2）。

与通气前比较，C 组通气后胃窦 CSA 明显增大（P<0.01）。通气后 S 组胃窦 CSA 明显小于 C 组（P<0.01）。通气前和通气后 S 组胃窦 CSA 差异无统计学意义（表 3）。

超声观察颈部食管显示面罩加压通气过程，呼气相颈部食管闭合，超声下呈现低回声；吸气相若气体进入食管，超声下呈现强回声气体声影。在加压面罩通气的麻醉诱导期，高频超声实时监测颈部食管进气敏感，并可早期干预（图 1—2）。

表 1　两组患者一般情况的比较

组别	例数	男/女（例）	年龄（岁）	体重（kg）	BMI（kg/m^2）	ASA Ⅰ/Ⅱ级（例）
S 组	30	16/14	47.9±11.1	60.9±6.4	23.2±1.8	18/12
C 组	30	17/13	45.7±12.1	59.8±6.7	22.6±1.5	19/11

表 2　两组患者末次通气时 Ppeak、VTe、$P_{ET}CO_2$ 和 $C_{ET}O_2$ 的比较($\bar{x}\pm s$)

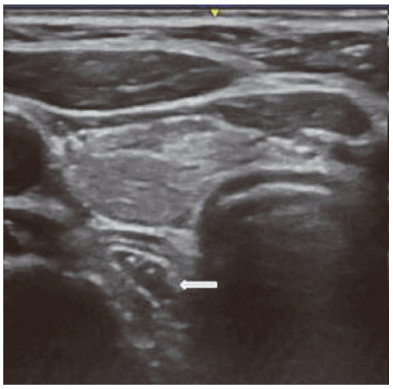
组别	例数	Ppeak（cmH_2O）	VTe(ml/kg)	$P_{ET}CO_2$(mmHg)	$C_{ET}O_2$(%)
S 组	30	9.3±2.1	8.0±0.9	33.3±1.8	82.3±7.9
C 组	30	13.5±1.5[a]	10.9±0.8[a]	29.3±1.5[a]	88.3±8.2[a]

注：与 S 组比较，[a]$P<0.01$

表 3　两组患者通气前后胃窦 CSA 的比较(mm^2, $\bar{x}\pm s$)

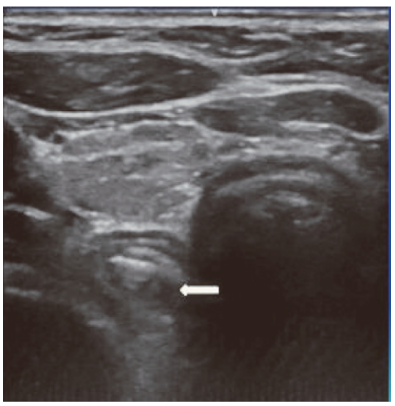
组别	例数	通气前	通气后
S 组	30	299.7±19.7	307.6±15.6
C 组	30	301.9±20.2	365.8±24.7[ab]

注：与 S 组比较，[a]$P<0.01$；与通气前比较，[b]$P<0.01$



注：箭头所指为食管

图 1　呼气相食管闭合时的超声图像



注：箭头所指为食管

图 2　吸气相食管开放的超声图像

讨　论

Bouvet 等[2]首次利用超声实时监测无肌松麻醉诱导时胃窦进气情况，提示超声法比听诊法更敏感。超声在术前评估胃容量等方面的应用越来越广泛[3]。使用超声观察气道方面的研究逐渐增多，Kim 等[4]报道超声可以通过颈部定位喉罩的位置。但对于全身麻醉诱导期，采用超声观察颈部食管进气，来减少胃内进气，麻醉科医师关注较少。

本研究在全身麻醉诱导早期的面罩压力通气过程中，采用高频超声对患者颈部食管进行实时监测，发现吸气相有强回声气体影进入食管时，及时减小机械通气压力，避免过多的气体进入胃内，结果可明显降低胃内进气的发生率，显示超声实时监测颈部食管的方法更加敏感，并且能早期干预，避免胃胀气。这是目前相关研究的新技术，也未见以往的研究报道。

有研究表明，在深度镇静且无肌松条件下，15 cmH_2O压力下行面罩通气，既能保证有效通气，又能降低胃进气的发生率[2]。所以本研究采用面罩通气起始压力为 15 cmH_2O，胃内进气的发生率高达 80%，与 Bouvet 等[2]报道的非肌松条件下面罩压力通气胃内进气发生率比较，本对照组胃内进气的发生率也明显升高。然而，根据超声监测的结果，及时调整通气压力，胃内进气发生率明显降低，提示不同的面罩通气压力所致的胃内进气发生率不一样，与孙震等[5]报道的结果相似。通过超声实时监测颈部食管进气情况并及时调整通气压力后，胃窦 CSA 较通气前增加不明显，说明早期的干预效果明显；同时本研究对胃窦 CSA 的测量采用的是超声的 Trace 键[6-7]，较 Dupont 等[8]采用的模拟计算法更加便捷。其次，全身麻醉诱导期间，影响胃内进气的因素较多，除了过高的通气压力，肌松剂的使用对胃内进气也有明显影响，在相同面罩通气压力条件下，使用肌松剂行全身麻醉诱导的患者胃内进气发生率明显增加[9-10]。

本研究还观察了两组患者面罩压力通气结束时 VTe、$P_{ET}CO_2$ 及 EtO_2，发现保持 15 cmH_2O压力通气的患者，其平均潮气量明显过大，呼出的氧浓度也明显增高；但根据超声监测及时调整通气压力患者的 VTe、EtO_2 的平均值分别是 8.0 ml/kg 与 82.3%，显示去氮给氧及通气效果也很理想。在面

罩压力通气过程,通过超声实时监测发现 Ppeak 平均值在 9.3 cmH_2O,在此峰压水平时,食管进气不明显,提示面罩压力通气过程中,Ppeak 应小于 9.3 cmH_2O,虽然该组胃内进气发生率为 16.7%,可能跟早期偏高的压力通气有关。如果起始通气的 Ppeak 维持在 9.3 cmH_2O左右,实际胃内进气的发生率可能会进一步降低。虽然本研究发现通过超声实时监测颈部食管进气的敏感性较高,但观察的病例样本量偏少,同时这些患者 BMI 均小于 28 kg/m^2,该结论不一定适合肥胖患者。下一步的研究需要扩大病例数量及人群范围。

综上所述,高频超声可以清晰的探查到颈部食管,并且能实时监测麻醉诱导期颈部食管进气情况,灵敏可靠,并及时调整通气压力的方法,可明显降低胃内进气的发生率。超声监测颈部食管进气的技术值得临床推广。

参 考 文 献

[1] Weiler N, Latorre F, Eberle B, et al. Respiratory mechanics, gastric insufflation pressure, and air leakage of the laryngeal mask airway. Anesth Analg, 1997, 84(5): 1025-1028.

[2] Bouvet L, Albert ML, Augris C, et al. Real-time detection of gastric insufflations related to facemask pressure-controlled ventilation using ultrasonography of the antrumand epigastric auscultation in nonparalyzed patients: a prospective, randomized, double-blind study. Anesthesiology, 2014, 120 (2):326-334.

[3] 高红梅, 卢建喜, 倪红伟, 等. 胃窦部超声检查用于评估快速康复术前禁食禁饮方案. 临床麻醉学杂志, 2018, 34(11): 1076-1079.

[4] Kim J, Kim JY, Kim WO. An ultrasound evaluation of laryngeal mask airway position in pediatric patients: an observation study. Anesth Analg, 2015, 120(2):427-432.

[5] 孙震, 卜亚男, 吕晶. 超声评估全麻诱导不同通气压力对幼儿胃胀气的影响. 临床麻醉学杂志, 2016, 32(3): 230-233.

[6] 徐明民, 郁慧杰, 陈峰, 等. 超声评估针刺对危重病患者胃动力影响的研究. 中华诊断学电子杂志, 2017, 5(4): 248-252.

[7] Bouvet L, Mazoit JX, Chassard D, et al. Clinical assessment of the ultrasonographic measurement of antral area for estimating preoperative gastric content and volume. Anesthesiology, 2011, 114(5): 1086-1092.

[8] Dupont G, Gavory J, Lambert P, et al. Ultrasonographic gastric volume before unplanned surgery. Anaesthesia, 2017, 72(9): 1112-1116.

[9] 励春颖, 卢波, 孟波, 等. 罗库溴铵对全麻患者面罩通气时胃内进气的影响. 中华医学杂志, 2015, 95(32): 2616-2619.

[10] 叶海旺, 卢波, 陈骏萍. 不同面罩通气压力对全身麻醉肌松的老年患者面罩通气所致胃内进气的影响. 现代实用医学, 2018, 30(2): 153-155.

(收稿日期:2019-05-15)

·读者·作者·编者·

《临床麻醉学杂志》关于学术不端行为的声明

为维护学术期刊的严肃性和科学性,并向广大读者负责,本刊编辑部重申坚决反对抄袭、剽窃、一稿两投、一稿两用等学术不端行为,并采取以下预防和惩处措施:(1)稿件刊出前所有作者须在校样首页亲笔签名,并加盖公章;稿件文责自负。(2)投稿后 3 个月内未收到稿件处理意见,稿件可能仍在审阅中;作者欲投他刊,请先与编辑部联系撤稿,切勿一稿两投。(3)来稿如有学术不端行为嫌疑时,编辑部在认真收集有关资料和仔细核对后将通知第一作者,作者须对此作出解释。(4)如稿件被证实系一稿两用,本刊将在杂志和网站上刊登撤销该文的声明,并向作者所在单位通报;2 年内拒绝发表该作者的任何来稿。