

· 综述 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.04.027

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20231227.1743.016\(2023-12-28\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20231227.1743.016(2023-12-28))

# 无痛消化内镜诊疗期间低氧血症的防治进展\*

饶焱, 马青静, 陈元敬, 曾国庆, 段光友, 陈杰<sup>△</sup>  
(重庆医科大学附属第二医院麻醉科, 重庆 400010)

**[摘要]** 消化内镜麻醉管理的目标是有效镇静、镇痛的同时最大程度减少相关不良反应, 确保患者的安全。低氧血症是无痛消化内镜诊疗期间最常见的不良事件, 并且严重的低氧血症会造成心、脑意外事件, 因此如何预防和减少低氧血症的发生是临床研究的热点。该文就预防和减少一般无痛消化内镜诊疗中低氧血症进行综述, 为一般无痛消化内镜麻醉选择合适镇静和通气策略提供参考。

**[关键词]** 消化内镜; 低氧血症; 预防; 药物; 通气; 综述

**[中图分类号]** R57 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)04-0617-06

## Progress in prevention and treatment of hypoxemia during painless gastrointestinal endoscopy\*

RAO Yan, MA Qingjing, CHEN Yuanjing, ZENG Guoqing, DUAN Guangyou, CHEN Jie<sup>△</sup>  
(Department of Anesthesiology, The Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China)

**[Abstract]** The goal of gastrointestinal endoscopy anesthesia management is to effectively calm and relieve pain while minimizing related adverse reactions and ensuring patient safety. Hypoxemia is the most common adverse event during painless gastrointestinal endoscopy, and severe hypoxemia can cause cardiac and brain accidents. Therefore, how to prevent and reduce the occurrence of hypoxemia is a hot topic in clinical research. This article reviews the methods of preventing and reducing hypoxemia in general painless gastrointestinal endoscopy, and provides a reference for the selection of appropriate sedation and ventilation strategies for general painless gastrointestinal endoscopy anesthesia.

**[Key words]** gastrointestinal endoscopy; hypoxemia; prevention; drug; ventilation; review

消化内镜是当前诊断及治疗消化道疾病的重要方法之一。随着舒适化医疗的发展, 无痛消化内镜在国内外广泛开展。深度镇静逐渐成为消化内镜麻醉的首选<sup>[1]</sup>, 然而随着镇静程度的加深, 发生镇静相关不良事件的风险也增加<sup>[2]</sup>。低氧血症是无痛消化内镜诊疗期间最常见的不良事件, 发生率可高达 72.7%<sup>[3]</sup>。其发生通常是短暂的, 但严重的低氧血症也会造成紧急气道建立、检查中断和心、脑意外事件等, 因此预防和减少无痛消化内镜诊疗期间低氧血症发生是保障患者安全的关键措施。

### 1 影响低氧血症发生的因素

无痛消化内镜诊疗期间低氧血症的发生是多种原因共同作用的结果。主要因为镇静药物引起的呼吸抑制和气道阻塞, 其他因素还包括上消化道内镜探头导致的气道阻塞, 以及患者自身因素如生理死腔增加或其他机制引起的氧交换障碍。

低氧血症的主要独立危险因素是高龄、高 BMI、

美国麻醉医师协会(ASA)分级 $\geq 3$ 级, 其他危险因素还包括阻塞性睡眠呼吸暂停综合征、既往疾病(心脏病、糖尿病、高血压、呼吸系统疾病)等<sup>[4]</sup>。由于肺泡表面活性物质减少、肺顺应性降低、气道阻力增加等病理生理改变, 年龄大于 65 岁的老年患者发生低氧血症风险显著增加。有研究表明 BMI $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> 低氧血症发生风险成倍增加, 肥胖(BMI 30~35 kg/m<sup>2</sup>)、重度肥胖(BMI 35~40 kg/m<sup>2</sup>)、病态肥胖(BMI $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup>)患者发生低氧血症的风险是非肥胖患者的 2 倍、3 倍和 9 倍<sup>[5]</sup>。

### 2 术前评估与术中监测

#### 2.1 术前评估

美国胃肠镜学会(ASGE)指出消化内镜检查患者须行麻醉术前评估, 应该询问患者是否有打鼾、喘鸣或睡眠呼吸暂停史, 以及评估患者的气道解剖结构<sup>[6]</sup>。此外由于麻醉药物的影响, 患者气道保护性反射减弱, 应评估患者反流误吸的风险, 视检查紧急程

\* 基金项目: 重庆市教育科学技术青年项目(KJQN202000409)。

<sup>△</sup> 通信作者, E-mail: 305045@hospital.cqmu.edu.cn。

度确定是否延迟检查或采用气管插管进行气道保护。

有研究者将睡眠呼吸暂停筛查工具如 STOP-BANG 问卷<sup>[7]</sup>、Berlin 问卷<sup>[8]</sup>用于预测无痛消化内镜诊疗期间的低氧血症,并展示出较高的灵敏度和特异度。SONG 等<sup>[9]</sup>提出将颈围作为客观指标在预测氧饱和度(SpO<sub>2</sub>)降低方面比上述问卷更准确,坐颈围和躺颈围超过临界值时(男性为 40.5 cm 和 40.3 cm,女性为 35.3 cm 和 35.8 cm)低氧血症发生率增加。

## 2.2 术中氧合和通气监测

有研究发现低通气或呼吸暂停通常先发生于低氧血症,平均时间差为 42.8 s<sup>[10]</sup>,因此通过监测早期识别低通气和呼吸暂停有利于及时采取干预措施,避免发生低氧血症。

SpO<sub>2</sub> 是常规监测指标,但无法早期检测出通气不足和呼吸暂停,并且受到吸氧、高碳酸血症、低体温、低心输出量、体动等因素的影响<sup>[11]</sup>。二氧化碳描记术在监测呼吸活动方面比 SpO<sub>2</sub> 更敏感,能够早期发现并降低消化内镜诊疗期间低氧血症的发生率<sup>[12-13]</sup>。目前常用的二氧化碳水平监测指标是呼吸末二氧化碳监测(EtCO<sub>2</sub>),在上消化道内镜中经口二氧化碳监测比经鼻监测更有效<sup>[14]</sup>。经皮二氧化碳监测是一种非侵入性二氧化碳测量方法,经皮二氧化碳分压(tcpCO<sub>2</sub>)与动脉血二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)具有良好相关性,已有研究者尝试将 tcpCO<sub>2</sub> 用于镇静下消化内镜监测中<sup>[15]</sup>。

综合肺指数(integrated pulmonary index, IPI)是包含二氧化碳描记术和脉搏氧饱和度参数的综合指标,用于反映镇静期间患者的呼吸状态<sup>[16]</sup>。有研究发现在 109 例镇静状态下接受上消化道内窥镜检查的儿科患者中, IPI 提示了所有呼吸暂停发作和缺氧事件,而 SpO<sub>2</sub> 仅提示了缺氧事件<sup>[17]</sup>。但 RIPHAUS 等<sup>[18]</sup>发现在深度镇静超声内镜下, IPI 检测到呼吸抑制反应时间几乎与 SpO<sub>2</sub> 相同,其监测呼吸功能相关损伤的灵敏度并不优于 SpO<sub>2</sub>。因此其监测呼吸抑制是否优于 SpO<sub>2</sub> 还需进一步研究。

## 3 麻醉药物

丙泊酚因为起效快、恢复快、镇静效果好,是目前无痛消化内镜中最常用的药物。但丙泊酚呼吸抑制作用较强,没有镇痛作用且镇静作用消退快,单独接受丙泊酚镇静的患者往往处于深度镇静水平且需持续追加丙泊酚以维持麻醉深度,这会增加患者发生低氧血症的概率。因此研究者们尝试将丙泊酚与多种药物联合使用或者开发新药物来减少药物引发的低氧血症。

### 3.1 联合用药

阿片类药物与丙泊酚联合是临床中常见的用药方式,但阿片类药物较丙泊酚更易发生呼吸抑制,导致患者发生低氧血症的风险增加。超短效阿片类药

物阿芬太尼发生呼吸抑制的血药浓度远高于镇痛所需血药浓度;弱阿片类药物如纳布啡对  $\kappa$  受体完全激动,对  $\mu$  受体部分拮抗,两者导致呼吸抑制的风险较其他阿片类药物更少。有研究发现小剂量阿芬太尼(7、10  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )<sup>[19]</sup>或纳布啡(0.1~0.15  $\text{mg}/\text{kg}$ )<sup>[20]</sup>联合丙泊酚时能起到良好的镇静镇痛作用且亚临床呼吸抑制、低氧血症发生率较丙泊酚单独使用明显降低,能更好地用于消化内镜麻醉。

氯胺酮是 N-甲基-D-天冬氨酸(NMDA)受体拮抗剂,镇痛作用强、呼吸抑制轻且有拟交感作用,可减少低氧血症的发生<sup>[21]</sup>,但会延长患者苏醒时间且精神不良反应增多<sup>[22]</sup>。艾司氯胺酮是氯胺酮的右旋异构体,在减少呼吸抑制、减少腺体分泌、降低精神不良反应等方面表现出优势<sup>[23]</sup>。CHEN 等<sup>[24]</sup>提出 0.4  $\text{mg}/\text{kg}$  的艾司氯胺酮联合丙泊酚时 SpO<sub>2</sub>  $\leq 94\%$  的发生率明显低于 0.1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  舒芬太尼联合丙泊酚且无明显精神不良反应。目前艾司氯胺酮已逐渐应用于无痛消化内镜诊疗中。

利多卡因是一种酰胺类局部麻醉药物和抗心律失常药物,有研究证明与丙泊酚联用时,先静脉注射 1.5  $\text{mg}/\text{kg}$ ,然后持续输注 4  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  或 2  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$  的利多卡因可以降低高危人群如老年患者和肥胖患者低氧血症的发生<sup>[25-26]</sup>。然而一项 meta 分析显示静脉注射利多卡因减少了消化内镜手术中丙泊酚的用量,缩短了恢复时间,但是无法降低低氧血症的发生率<sup>[27]</sup>。后续还需进一步的大规模试验来验证利多卡因的效果。

与丙泊酚联用能减少低氧血症发生的药物还包括依托咪酯和右美托咪定,但与依托咪酯合用时肌阵挛、恶心和呕吐发生率增高<sup>[28]</sup>,与右美托咪定合用时低血压和心动过缓发生率更高且恢复时间更长<sup>[21]</sup>。相对较长的诱导及恢复时间限制了右美托咪定在消化内镜诊疗中的应用。

阿片类药物、艾司氯胺酮、利多卡因分别与丙泊酚联用时可减少丙泊酚用量,从而降低其对呼吸和循环系统的抑制作用。但联合用药的剂量还需要更多临床试验提供循证医学证据。

### 3.2 新型药物

瑞马唑仑是一种新型超短效苯二氮草类镇静药,起效快、代谢快、呼吸抑制轻,比咪达唑仑在无痛消化内镜中应用时恢复时间更短<sup>[29]</sup>。目前已有多项临床研究表明,接受瑞马唑仑镇静的患者低氧血症、低血压、注射痛发生率较丙泊酚更低,术后恢复时间和丙泊酚差距不大甚至更短,并且在老年患者中表现出更明显的优势<sup>[30-31]</sup>。未来瑞马唑仑会更广泛地应用于无痛消化内镜诊疗中。

环泊酚是在丙泊酚的结构基础上引入环丙基,增加了与  $\gamma$ -氨基丁酸 A 型受体(GABAA 受体)的亲合力。环泊酚用于低风险患者(ASA 分级 I~II 级)胃

肠镜检查的Ⅲ期临床试验表明:与丙泊酚相比,环丙酚的注射痛显著降低,呼吸系统并发症包括呼吸抑制、呼吸暂停和低氧血症也更少见。但环丙酚组的患者在结肠镜检查期间恢复时间较长,胃镜检查期间无显著差别<sup>[32]</sup>。环丙酚用于低氧血症高危患者仍需要进一步研究。

### 3.3 其他药物

格隆溴铵为长效季铵类抗胆碱能药物,具有减少腺体分泌的作用,对于心率的影响较轻微。一项格隆溴铵用于上消化道内镜下黏膜剥离术(ESD)的随机对照试验表明:术前使用格隆溴铵可以降低 ESD 期间分泌物诱导的低氧血症和咳嗽的发生率<sup>[33]</sup>。

多沙普仑是一种半衰期短的呼吸兴奋剂。小剂量应用可以通过刺激颈动脉窦的化学感受器来刺激呼吸中枢。目前有学者提出小剂量(50 mg)多沙普仑可有效缓解在静脉注射异丙酚的无痛胃肠镜检查中的低氧血症,尤其是麻醉诱导后的最初 3 min 内,同时其对心率和血压的影响很小<sup>[34]</sup>。

## 4 给氧技术及通气设备

### 4.1 给氧技术

声门上喷射氧合和通气(supraglottic jet oxygenation and ventilation, SJOV)已被证明可以显著降低消化内镜中低氧血症的发生,尤其在高危人群中效果更显著<sup>[35-36]</sup>,但是 SJOV 可能会引起气压伤、口干、咽痛、鼻出血等并发症,并且需要手动喷射呼吸机增加了补充氧气的复杂性。

高流量鼻导管氧疗(high-flow nasal cannula oxygen therapy, HFNC)是使用特定的鼻导管提供高达 60 L/min 的加热、加湿气体,其可快速排出鼻咽腔中的二氧化碳,降低鼻咽阻力,使气体更顺畅地进入下气道,并产生 3~7 cmH<sub>2</sub>O 的气道正压,从而增加呼气末肺活量<sup>[37]</sup>。有研究<sup>[38]</sup>证明 HFNC 可以显著降低消化内镜期间低氧血症的发生率。甚至 LIN 等<sup>[39]</sup>的研究结果显示 HFNC 可以将 ASA 分级 I~II 级患者的缺氧(75% < SpO<sub>2</sub> < 90%, 时间 < 60 s)和严重缺氧(SpO<sub>2</sub> < 75% 或 75% < SpO<sub>2</sub> < 90%, 时间 > 60 s)的发生率降至 0。尽管 HFNC 效果明确,但成本较高可能会限制其在消化内镜中的应用。

双水平气道正压通气(bilevel positive airway pressure, BPAP)主要通过持续正压改善气道通畅性来降低气道阻塞的发生率,并且自主呼吸可以与 BPAP 同步,而不会干扰氧合和通气的效率,但是存在反流误吸的风险。最近,有学者将 BPAP 用于接受无痛胃镜检查的阻塞性睡眠呼吸暂停或超重患者中,与传统鼻导管给氧相比,BPAP 配合鼻罩可显著降低亚临床呼吸抑制、低氧血症和严重低氧血症的发生率<sup>[40]</sup>。

### 4.2 通气设备

#### 4.2.1 非侵入性通气设备

经普通鼻导管给氧可以减少低氧血症的发生,但有效吸氧浓度有封顶效应,供氧效果有限。但是由于其操作简便、成本低廉,目前仍在消化内镜麻醉中广泛使用。

面罩加压给氧通常应用于患者发生低氧血症时的紧急气道管理,此时需要将胃镜拔出,不仅影响操作时间,且反复置入胃镜会加重气道刺激。因此有研究者开发出适用于胃镜的面罩以预防低氧血症的发生,如 Procedural Oxygen Mask<sup>®</sup>(POM<sup>®</sup>)、DEAS 内镜面罩、VBM 内镜面罩、新型内窥镜面罩<sup>[41]</sup>,以上面罩都是在装置中增加了进镜口,同时满足检查和通气,其中部分能提供正压和 EtCO<sub>2</sub> 监测,但是存在操作不便,高压固定损伤患者面部皮肤,高气道压力引起反流误吸等问题。

鼻罩体积小,不影响胃镜操作。SuperNO<sub>2</sub> VA<sup>TM</sup> 是一种新型内窥镜鼻罩,该装置在不需持续正压通气机的情况下,使用 15 L/min 的高流量能产生足够的正压,与传统鼻导管相比可以减少肥胖患者上消化道内镜诊疗期间低氧血症的发生,但长时间使用可能会压迫鼻泪管造成眼部损伤<sup>[42]</sup>。最近一项用小儿普通面罩代替成人鼻罩的研究证明,鼻罩配合 4 L/min 的低氧流量能将低氧血症的发生率从 27.7% 降至 18%,同时减少了需要紧急气道管理的患者比例,提高了麻醉医生和内镜医生的满意度<sup>[43]</sup>。

#### 4.2.2 侵入性通气设备

近年来研究者们研发的新型鼻咽通气道,如新型双腔鼻咽导管<sup>[44]</sup>、魏氏喷射鼻咽通道(WNJT)<sup>[45]</sup>。两者都能解除上呼吸道梗阻,在有效给氧的同时监测 EtCO<sub>2</sub>,可早期发现患者呼吸抑制及通气不足。氧气流量为 5 L/min 时,WNJT 不联合 SJOV 使用就可减少低氧血症的发生<sup>[45]</sup>。但鼻咽通气道有损伤鼻黏膜,造成鼻腔出血的风险。

普通的口咽通气道其通道狭窄,当患者发生低氧血症时,只能拔出胃镜暂停操作后再使用。为了解决这一问题 ZHANG 等<sup>[46]</sup>研发的内镜专用口咽通气道,在胃镜操作同时保证氧供。但是置入新型内镜专用口咽通气道,需要一定的麻醉深度,浅麻醉下口咽通气道放置有可能诱发喉痉挛。

LMA<sup>®</sup> Gastro<sup>TM</sup> 喉罩<sup>[47]</sup>和胃喉管<sup>[48]</sup>是国内外学者研发的内镜专用喉罩。两者都有双通道,在满足通气的同时不影响胃镜操作。上述两种装置都可能致术后咽喉痛,此外 LMA<sup>®</sup> Gastro<sup>TM</sup> 喉罩会增加反流误吸风险,胃喉管的气囊长时间压迫可能会损伤食管黏膜。

### 5 其他方法

通过仰头抬颞法、仰头抬颈法、双手托颌法来开放气道是无痛消化内镜中发生低氧血症时最常用的解决方法,能缓解气道阻塞造成的低氧血症。但行消化内镜诊疗的患者多采用左侧卧位,这可能会降低开

放气道的有效性。

除了上诉常规方法减少无痛消化内镜低氧血症的发生,夏买提阿尔达克等<sup>[49]</sup>提出改良胸部按压、腹部按压及胸腹联合按压的预处理均可使低氧血症的发生率降低,其中预先行胸廓按压的效果最优,但对于有胸廓畸形、胸腹部外伤及手术史的患者应该谨慎使用。

## 6 小 结

随着麻醉和内镜技术的不断发展,无痛消化内镜比例也逐渐提高,如何减少低氧血症的发生一直是研究的热点。在一般消化内镜检查期间,大部分低氧血症可以通过提高氧气流量和开放气道得到缓解,但仍应早期采取措施减少其发生。主要措施包括:(1)麻醉术前评估筛选出高风险患者,制订个体化麻醉方案;(2)术中加强通气监测,早期识别低通气;(3)联合应用多种镇静、镇痛药物;(4)研发呼吸抑制更小的新型药物及更有效的内镜通气设备等。然而上述方法仍无法完全避免低氧血症的发生,当发生严重低氧血症,采用各种无创气道支持后血氧饱和度仍持续降低时,应行紧急气管插管准备。此外在进行高级消化内镜检查如超声胃镜、ERCP 等时,根据内镜操作时间及难度、患者气道特征及一般情况可考虑于气管插管全身麻醉下行相关操作。

目前联合用药的剂量仍未达成共识,各种给氧技术和通气设备可能会对患者造成损伤,同时增加了操作的复杂性和经济成本。为了更有效地减少低氧血症的发生,应明确患者的个体特征,选择合适的监测、药物及通气方法。后续需继续寻找更有效、简便、经济的方法来解决无痛消化内镜诊疗中的低氧血症问题,从而保证患者安全。

## 参考文献

- [1] GOUDRA B. Big sleep: beyond propofol sedation during GI endoscopy[J]. *Dig Dis Sci*, 2019, 64(1):1-3.
- [2] SHARMA V K, NGUYEN C C, CROWELL M D, et al. A national study of cardiopulmonary unplanned events after GI endoscopy[J]. *Gastrointestl Endosc*, 2007, 66(1):27-34.
- [3] PATEL V A, ROMAIN P S, SANCHEZ J, et al. Obstructive sleep apnea increases the risk of cardiopulmonary adverse events associated with ambulatory colonoscopy independent of body mass index[J]. *Dig Dis Sci*, 2017, 62(10):2834-2839.
- [4] LIU H H, YU C. Pre-existing diseases of patients increase susceptibility to hypoxemia during gastrointestinal endoscopy[J]. *PLoS One*, 2012, 7(5):e37614.
- [5] GARCÍA G M, FERNANDEZ M S, SANCHEZ N D, et al. Deep sedation using propofol target-controlled infusion for gastrointestinal endoscopic procedures: a retrospective cohort study[J]. *BMC Anesthesiol*, 2020, 20(1):195.
- [6] EARLY D S, LIGHTDALE J R. Guidelines for sedation and anesthesia in GI endoscopy[J]. *Gastrointest Endosc*, 2018, 87(2):327-337.
- [7] DENG L, LI C L, GE S J, et al. STOP questionnaire to screen for hypoxemia in deep sedation for young and middle-aged colonoscopy[J]. *Dig Endosc*, 2012, 24(4):255-258.
- [8] LIOU S C, HSU C M, CHEN C, et al. Assessment of the Berlin Questionnaire for evaluation of hypoxemia risk in subjects undergoing deep sedation for screening gastrointestinal endoscopy[J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2018, 14:1331-1336.
- [9] SONG H J, KIM J. Validity analysis of neck circumference as a screening test for hypoxia occurrence in patients undergoing sedative endoscopy[J]. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 2022, 10(4):679.
- [10] HAYASHI Y, HOSOE N, TAKABAYASHI K, et al. Efficacy of capnographic and bispectral index monitoring on trans-oral therapeutic endoscopy: a prospective observational study [J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2022, 37(10):2004-2010.
- [11] FU E S, DOWNS J B, SCHWEIGER J W, et al. Supplemental oxygen impairs detection of hypoventilation by pulse oximetry[J]. *Chest*, 2004, 126(5):1552-1558.
- [12] PEVELING-OBERHAG J, MICHAEL F, TAL A, et al. Capnography monitoring of non-anesthesiologist provided sedation during percutaneous endoscopic gastrostomy placement: a prospective, controlled, randomized trial [J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2020, 35(3):401-407.
- [13] ASKAR H, MISCH J, CHEN Z, et al. Capnography monitoring in procedural intravenous sedation: a systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Oral Invest*, 2020, 24(11):3761-3770.
- [14] TENG W N, TING C K, WANG Y T, et al. Oral capnography is more effective than nasal capnography during sedative upper gastrointestinal endoscopy [J]. *J Clin Monit Comput*, 2018, 32(2):321-326.

- [15] LIM A, ALLEN M, LEE S, et al. Transcutaneous carbon dioxide monitoring during procedures requiring sedation and future implications for patients at risk of respiratory depression [J]. *Can J Anaesth*, 2018, 65(9): 1078-1079.
- [16] RONEN M, WEISSBROD R, OVERDYK F J, et al. Smart respiratory monitoring: clinical development and validation of the IPITM (Integrated Pulmonary Index) algorithm [J]. *J Clin Monit Comput*, 2017, 31(2): 435-442.
- [17] GARAH J, ADIV O E, ROSEN I, et al. The value of Integrated Pulmonary Index (IPI) monitoring during endoscopies in children [J]. *J Clin Monit Comput*, 2015, 29(6): 773-778.
- [18] RIPHAUS A, WEHRMANN T, KRONSHAUGE T, et al. Clinical value of the Integrated Pulmonary Index<sup>®</sup> during sedation for interventional upper GI-endoscopy: a randomized, prospective tri-center study [J]. *Dig Liver Dis*, 2017, 49(1): 45-49.
- [19] 刘月, 胡静, 张芳芳, 等. 不同剂量阿芬太尼复合丙泊酚在胃镜检查中的应用 [J]. *临床麻醉学杂志*, 2022, 38(5): 487-491.
- [20] DENG C, WANG X, ZHU Q, et al. Comparison of nalbuphine and sufentanil for colonoscopy: a randomized controlled trial [J]. *PLoS One*, 2017, 12(12): e0188901.
- [21] YIN S, HONG J, SHA T, et al. Efficacy and tolerability of sufentanil, dexmedetomidine, or ketamine added to propofol-based sedation for gastrointestinal endoscopy in elderly patients: a prospective, randomized, controlled trial [J]. *Clin Ther*, 2019, 41(9): 1864-1877.
- [22] SINGH S A, PRAKASH K, SHARMA S, et al. Comparison of propofol alone and in combination with ketamine or fentanyl for sedation in endoscopic ultrasonography [J]. *Korean J Anesthesiol*, 2018, 71(1): 43-47.
- [23] WANG J, HUANG J, YANG S, et al. Pharmacokinetics and safety of esketamine in chinese patients undergoing painless gastroscopy in comparison with ketamine: a randomized, open-label clinical study [J]. *Drug Design Develop Therapy*, 2019, 13: 4135-4144.
- [24] CHEN Y, CHEN J, WANG Q, et al. Safety and tolerability of esketamine in propofol based sedation for endoscopic variceal ligation with or without injection sclerotherapy: randomized controlled trial [J]. *Dig Endosc*, 2023, 35(7): 845-854.
- [25] HU S, WANG M, LI S, et al. Intravenous lidocaine significantly reduces the propofol dose in elderly patients undergoing gastroscopy: a randomized controlled trial [J]. *Drug Des Devel Ther*, 2022, 16: 2695-2705.
- [26] LI X, LV X, JIANG Z, et al. Application of intravenous lidocaine in obese patients undergoing painless colonoscopy: a prospective, randomized, double-blind, controlled study [J]. *Drug Des Devel Ther*, 2020, 14: 3509-3518.
- [27] HUNG K C, YEW M, LIN Y T, et al. Impact of intravenous and topical lidocaine on clinical outcomes in patients receiving propofol for gastrointestinal endoscopic procedures: a meta-analysis of randomised controlled trials [J]. *Br J Anaesth*, 2022, 128(4): 644-654.
- [28] 郭波, 汤伟. 异丙酚和依托咪酯复合瑞芬太尼对老年无痛胃镜患者的呼吸循环系统影响的比较 [J]. *重庆医学*, 2017, 46(5): 628-631.
- [29] REX D K, BHANDARI R, DESTA T, et al. A phase III study evaluating the efficacy and safety of remimazolam (CNS 7056) compared with placebo and midazolam in patients undergoing colonoscopy [J]. *Gastrointest Endosc*, 2018, 88(3): 427-437.
- [30] 葛倩, 赵世凌, 王英伟, 等. 不同剂量瑞马唑仑用于老年患者无痛胃镜诊疗的效果 [J]. *临床麻醉学杂志*, 2022, 38(3): 275-278.
- [31] CHEN S, WANG J, XU X, et al. The efficacy and safety of remimazolam tosylate versus propofol in patients undergoing colonoscopy: a multicentered, randomized, positive-controlled, phase III clinical trial [J]. *Am J Translat Res*, 2020, 12(8): 4594-4603.
- [32] LI J, WANG X, LIU J, et al. Comparison of ciprofol (HSK3486) versus propofol for the induction of deep sedation during gastroscopy and colonoscopy procedures: a multi-centre, non-inferiority, randomized, controlled phase 3 clinical trial [J]. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, 2022, 131(2): 138-148.
- [33] KIM E J, UM M Y, KIM K O, et al. Safety and efficacy of glycopyrrolate as a premedication for endoscopic submucosal dissection: a randomized, double-blind, placebo-controlled study [J]. *Endoscopy*, 2017, 49(10): 949-956.
- [34] GU Z, XIN L, WANG H, et al. Doxapram alleviates low SpO<sub>2</sub> induced by the combination of

- propofol and fentanyl during painless gastrointestinal endoscopy[J]. *BMC anesthiol*, 2019, 19(1):216.
- [35] QIN Y, LI L Z, ZHANG X Q, et al. Supraglottic jet oxygenation and ventilation enhances oxygenation during upper gastrointestinal endoscopy in patients sedated with propofol: a randomized multicentre clinical trial[J]. *Br J Anaesth*, 2017, 119(1):158-166.
- [36] JIANG B, LI Y, CIREN D, et al. Supraglottic jet oxygenation and ventilation decreased hypoxemia during gastrointestinal endoscopy under deep sedation at high altitudes: a randomized clinical trial[J]. *BMC Anesthesiol*, 2022, 22(1):348.
- [37] PAPA ZIAN L, CORLEY A, HESS D, et al. Use of high-flow nasal cannula oxygenation in ICU adults: a narrative review[J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(9):1336-1349.
- [38] HUNG K C, CHANG Y J, CHEN I W, et al. Efficacy of high flow nasal oxygenation against hypoxemia in sedated patients receiving gastrointestinal endoscopic procedures: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Clin Anesth*, 2022, 77:110651.
- [39] LIN Y, ZHANG X, LI L, et al. High-flow nasal cannula oxygen therapy and hypoxia during gastroscopy with propofol sedation: a randomized multicenter clinical trial[J]. *Gastroint Endosc*, 2019, 90(4):591-601.
- [40] WANG S, SHEN N, WANG Y, et al. Bilevel positive airway pressure for gastroscopy with sedation in patients at risk of hypoxemia: a prospective randomized controlled study[J]. *J Clinl Anesth*, 2023, 85:111042.
- [41] CAI G, HUANG Z, ZOU T, et al. Clinical application of a novel endoscopic mask: A randomized controlled trial in aged patients undergoing painless gastroscopy[J]. *Int J Med Sci*, 2017, 14(2):167-172.
- [42] DIMOU F, HUYNH S, DAKIN G, et al. Nasal positive pressure with the Super NO<sub>2</sub> VA™ device decreases sedation-related hypoxemia during pre-bariatric surgery EGD[J]. *Surg Endosc*, 2019, 33(11):3828-3832.
- [43] CHEN D X, YANG H, WU X P, et al. Comparison of a nasal mask and traditional nasal cannula during intravenous anesthesia for gastroscopy procedures: a randomized controlled trial[J]. *Anesth Analg*, 2022, 134(3):615-623.
- [44] KING A B, ALVIS B D, HESTER D, et al. Randomized trial of a novel double lumen nasopharyngeal catheter versus traditional nasal cannula during total intravenous anesthesia for gastrointestinal procedures[J]. *J Clin Anesth*, 2017, 38:52-56.
- [45] SHAO L J Z, ZOU Y, LIU F K, et al. Comparison of two supplemental oxygen methods during gastroscopy with propofol mono-sedation in patients with a normal body mass index[J]. *World J Gastroenterol*, 2020, 26(43):6867-6879.
- [46] ZHANG W, ZHU C, CHEN X, et al. Comparison of the innovative endoscopic oropharyngeal airway and the conventional mouthpiece in elderly outpatients undergoing esophagogastroduodenoscopy under sedation: a prospective and randomized study[J]. *BMC Gastroenterol*, 2022, 22(1):8.
- [47] TERBLANCHE N C S, MIDDLETON C, CH-OILUNDBERG D L, et al. Efficacy of a new dual channel laryngeal mask airway, the LMA® Gastro™ airway, for upper gastrointestinal endoscopy: a prospective observational study[J]. *Br J Anaesth*, 2018, 120(2):353-360.
- [48] GAITINI L A, LAVI A, STERMER E, et al. Gastro-Laryngeal Tube for endoscopic retrograde cholangiopancreatography: a preliminary report[J]. *Anaesthesia*, 2010, 65(11):1114-1118.
- [49] 夏买提阿尔达克, 魏靖茹, 陆天佑, 等. 胸腹按压对无痛胃镜患者丙泊酚镇静引起呼吸抑制的预防[J]. *中山大学学报(医学科学版)*, 2022, 43(4):631-638.

(收稿日期:2023-09-13 修回日期:2023-11-02)

(编辑:石芸)