

·论著·

# 新型内镜口鼻屏蔽罩在上消化道内镜检查中减少气溶胶传播的研究

王俊雄<sup>1,2</sup> 次仁伦珠<sup>2</sup> 次央<sup>2</sup> 德吉<sup>2</sup> 支章<sup>2</sup> 尼玛莎珍<sup>2</sup> 次旦央宗<sup>2</sup> 巴桑卓玛<sup>2</sup>  
伊比然恨<sup>2</sup> 李鹏<sup>1</sup> 张澍田<sup>1</sup>

<sup>1</sup>首都医科大学附属北京友谊医院消化内科 国家消化系统疾病临床医学研究中心 消化健康全国重点实验室 北京市消化疾病中心 消化疾病癌前病变北京市重点实验室, 北京 100050; <sup>2</sup>拉萨市人民医院消化内科, 拉萨 850000

通信作者: 张澍田, Email: zhangshutian@ccmu.edu.cn

**【摘要】** 目的 评估内镜口鼻屏蔽罩在减少上消化道内镜检查中气溶胶传播的效果。方法 纳入2023年12月至2024年2月在拉萨市人民医院行无痛上消化道内镜检查的患者,应用SAS 9.4统计软件,按1:1的比例生成随机编码,将患者随机分为内镜口鼻屏蔽罩组和对照组。使用六通道(0.3、0.5、1.0、2.5、5.0、10.0 μm)颗粒计数器测量气溶胶颗粒。主要结局是内镜检查前后医师面部位置气溶胶颗粒水平的变化,次要结局是口鼻屏蔽罩的安全性。结果 研究纳入100例患者,两组各50例,两组基线特征相似。口鼻屏蔽罩组及对照组操作时间分别为(7.8±3.9)min和(8.1±4.2)min,差异无统计学意义( $t=0.500, P=0.615$ )。内镜口鼻屏蔽罩组在0.3 μm[(57.87±19.26)×10<sup>4</sup>/L比(203.32±18.33)×10<sup>4</sup>/L,  $t=4.295, P<0.001$ ]、0.5 μm[(19.36±3.60)×10<sup>4</sup>/L比(64.61±12.67)×10<sup>4</sup>/L,  $t=4.949, P<0.001$ ]、1.0 μm[(15.31±4.42)×10<sup>4</sup>/L比(54.11±9.12)×10<sup>4</sup>/L,  $t=4.507, P<0.001$ ]、2.5 μm[(7.38±2.90)×10<sup>4</sup>/L比(23.33±5.17)×10<sup>4</sup>/L,  $t=3.723, P<0.001$ ]粒径增加的气溶胶颗粒数显著少于对照组。两组在常见不良反应(咳嗽、呃逆、低氧饱和度等)方面差异均无统计学意义( $P<0.05$ )。结论 使用内镜口鼻屏蔽罩安全,不延长操作时间,并能有效减少气溶胶生成,有助于降低内镜中心的气溶胶暴露风险。

**【关键词】** 气溶胶; 职业暴露; 上消化道内镜; 内镜口鼻屏蔽罩

基金项目: 西藏自治区自然科学基金组团式医学援藏项目[XZ2023ZR-ZY27(Z)]

## Reduction of aerosol transmission in upper gastrointestinal endoscopy by using a novel endoscopic oronasal shield

Wang Junxiong<sup>1,2</sup>, Cirenlunzhu<sup>2</sup>, Ciyang<sup>2</sup>, Deji<sup>2</sup>, Zhizhang<sup>2</sup>, Nimashazhen<sup>2</sup>, Cidanyangzong<sup>2</sup>, Basangzhuoma<sup>2</sup>, Yibiranhen<sup>2</sup>, Li Peng<sup>1</sup>, Zhang Shutian<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Gastroenterology, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, National Clinical Research Center for Digestive Diseases, State Key Laboratory of Digestive Health, Beijing Digestive Disease Center, Beijing Key Laboratory of Digestive Diseases and Precancerous Lesions, Beijing 100050, China;

<sup>2</sup>Department of Gastroenterology, Lhasa People's Hospital, Lhasa 850000, China

Corresponding author: Zhang shutian, Email: zhangshutian@ccmu.edu.cn

**【Abstract】** **Objective** To evaluate the effectiveness of a novel endoscopic oronasal shields in reducing aerosol transmission during upper gastrointestinal endoscopy. **Methods** Patients undergoing sedated upper gastrointestinal endoscopy at Lhasa People's Hospital (December 2023-February 2024) were randomized 1:1 via SAS 9.4 to shield or control groups. A six-channel particle counter (0.3, 0.5, 1.0, 2.5, 5.0, 10.0 μm) measured aerosol particles. The primary outcome was pre-/post-procedure aerosol variation at

DOI: 10.3760/ema.j.cn321463-20241216-00575

收稿日期 2024-12-16 本文编辑 朱悦

引用本文: 王俊雄, 次仁伦珠, 次央, 等. 新型内镜口鼻屏蔽罩在上消化道内镜检查中减少气溶胶传播的研究[J]. 中华消化内镜杂志, XXXX, XX(XX): 1-5. DOI: 10.3760/ema.j.cn321463-20241216-00575.



the endoscopist's facial position. The secondary outcome was device safety. **Results** The study enrolled 100 patients (50 per group) with comparable baseline characteristics. Procedure duration showed no significant difference (7.8±3.9 min VS 8.1±4.2 min,  $t=0.500$ ,  $P=0.615$ ). The oronasal shield group demonstrated significantly reduced aerosol increases at 0.3  $\mu\text{m}$  [(57.87±19.26)×10<sup>4</sup>/L VS (203.32±18.33)×10<sup>4</sup>/L,  $t=4.295$ ,  $P<0.001$ ], 0.5  $\mu\text{m}$  [(19.36±3.60)×10<sup>4</sup>/L VS (64.61±12.67)×10<sup>4</sup>/L,  $t=4.949$ ,  $P<0.001$ ], 1.0  $\mu\text{m}$  [(15.31±4.42)×10<sup>4</sup>/L VS (54.11±9.12)×10<sup>4</sup>/L,  $t=4.507$ ,  $P<0.001$ ], and 2.5  $\mu\text{m}$  [(7.38±2.90)×10<sup>4</sup>/L VS (23.33±5.17)×10<sup>4</sup>/L,  $t=3.723$ ,  $P<0.001$ ]. Adverse event rates (cough, hiccups, hypoxemia, etc.) showed no significant differences ( $P>0.05$ ). **Conclusion** Endoscopic oronasal shields safely reduce aerosol generation without prolonging procedure time, potentially mitigating exposure risks in endoscopy centers.

**【Key words】** Aerosols; Occupational exposure; Upper gastrointestinal endoscopy; Endoscopic oronasal shield

**Fund program:** Group Medical Aid Project of the Natural Science Foundation of Xizang Autonomous Region [XZ2023ZR-ZY27(Z)]

气溶胶是呼吸道病原体的主要传播媒介之一,直径<5  $\mu\text{m}$ ,与空气混合形成小的颗粒物,可以长时间悬浮在空气之中,病原体可以在气溶胶和物体表面上存活数小时并具有传染性<sup>[1]</sup>。上消化道内镜检查是一种导致气溶胶扩散的手术操作<sup>[2-4]</sup>。内镜操作时有可能通过呕吐反射、咳嗽或从口咽流出的液体释放气溶胶,在1 m范围内存在通过气溶胶和飞沫进行人际传播的高危风险。如何在内镜检查的同时建立有效的隔离屏障,从源头上尽量减少喷溅和气溶胶形成,是我们一直在思考和探索的问题。国外有部分报道丙烯酸面罩、液滴防护面罩等内镜检查前患者佩戴的防护面罩,但是这些设计要么价格昂贵,不易复制,要么操作不便,患者亦感不适<sup>[5-9]</sup>。为了尽可能减少上消化道内镜检查过程中产生飞沫喷溅的风险,我们的消化内镜团队研发了一款简易“内镜口鼻屏蔽罩”尝试应用于临床,初步验证可减少上消化道内镜操作时周围空气中气溶胶颗粒增加的数量,减轻医护人员和患者的气溶胶暴露风险。

## 资料与方法

### 一、研究设计

这是一项单中心、随机、对照研究,旨在评估内镜口鼻屏蔽罩的疗效与安全性。拉萨市人民医院伦理委员会审查并批准了研究方案(伦理编号 SYLL21230075)。

2023年12月至2024年2月于拉萨市人民医院内镜中心行无痛上消化道内镜操作的患者作为研究对象,随机分为内镜口鼻屏蔽罩组和常规对照组。入选标准:①年龄18~75岁;②在我院接受上消化道内镜检查,患者同意参与本研究并签署知情

同意书;③胃镜检查前血压、脉搏、血氧正常者。排除标准:①存在内镜操作禁忌;②既往存在慢性肺病史;③有上消化道手术史;④恶性肿瘤、严重心肾功能不全、哺乳及妊娠期;⑤行动不便及不能配合者。

样本量计算:根据前期的预实验中内镜口鼻屏蔽罩组和常规对照组操作前后气溶胶颗粒的变化计算效应量 $d=0.74$ 。根据以下公式:

$$n_{\text{每组}} = 2 \left( \frac{Z_{\alpha/2} + Z_{\beta}}{d} \right)^2$$

用公式代入, $\alpha=0.05$ , $\beta=0.1$ 时则每组需要39例。考虑数据的高变异性和非参数检验的需求,增加10%缓冲,再算上脱落率,最终推荐100例患者入组。

### 二、内镜口鼻屏蔽罩的制作

用110 mm×5 mm×275 mm的3M N95医用颗粒物防护口罩,在口罩内侧下1/2贴上防水膜;处于折叠状态下口罩的垂直与下水平折痕处开出一个10 mm的水平狭缝(内镜孔)。患者行内镜检查前换用该特殊的内镜口罩,进行上消化道内镜检查和治疗时镜身通过内镜口罩的狭缝依次进入口腔、食管、胃、十二指肠(图1)。

### 三、研究过程

借助SAS 9.4统计软件,按1:1的比例生成随机编码,筛选合格的受试者,根据入组时间,从小到大分配随机号。随机分为内镜口鼻屏蔽罩组和常规对照组。内镜口鼻屏蔽罩组在内镜操作过程中佩戴内镜口鼻屏蔽罩;对照组正常上消化道内镜诊治。收集信息:①病史:包括任何当前或既往疾病。②人口统计资料:个人信息,如姓名、性别、年龄等。③内镜检查情况:内镜检查过程中的相关信息。④空气中气溶胶计数变化:采用便携式六通道激光

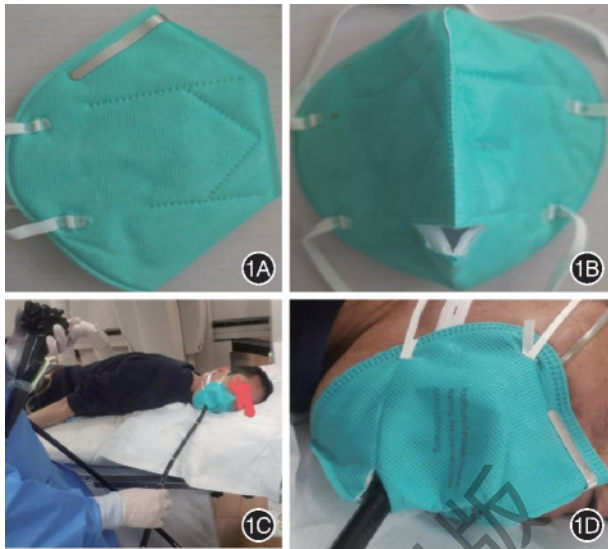


图1 应用于上消化道内镜检查防止气溶胶播散的内镜口罩屏蔽罩 1A:正常N95口罩;1B:N95口罩下水平折痕处开出一个10 mm的水平狭缝;1C:研究参与者佩戴内镜口罩屏蔽罩进行内镜操作;1D:近景展示内镜穿过狭缝进行操作

粒子计数器(HYC-900, Nohawk, 中国天津)置于内镜医师位置,在操作前基线测量和操作中实时监测不同大小粒子(0.3、0.5、1.0、2.5、5.0、10.0  $\mu\text{m}$ )的浓度变化,记录各粒径颗粒数的变化值(操作期间增加值=操作中浓度-操作前浓度)。

⑤不良反应:患者是否出现呛咳、体动以及氧饱和度下降等不良反应。

#### 四、观察指标

1. 两组患者上消化道内镜操作前及操作中检测的气溶胶计数。

2. 患者耐受程度:记录患者操作过程中有无呛咳、氧饱和度降低、体动等不良反应。

3. 麻醉风险:检查中患者有无出现需要再次追加麻醉给药。

4. 需要紧急气道管理的患者:定义为无法通过增加氧气流量来纠正低氧血症,需要下颌推力操作或中断内镜操作以进行面罩辅助通气。

#### 五、统计分析

使用SPSS 27.0软件,计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间差异进行独立样本 $t$ 检验。计数资料采用例(%)表示,采用卡方检验分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、研究对象的基线特征

本研究共招募112例患者,其中10例失访、

2例临床资料不完善,予以排除。共有100例患者被纳入本研究,每组各有50例患者。大多数患者为女性(57例,57.0%),体重指数为 $(22.0\pm 4.0)\text{kg}/\text{m}^2$ ,平均年龄为43.8岁(年龄范围21~75岁)。纳入人群的常见既往病史为高血压、糖尿病。两组之间的人口统计数据差异无统计学意义(表1)。最常见的内镜适应证为上腹不适,慢性胃炎是两组中最常见的内镜发现。内镜医师面部与患者口腔之间的距离为 $(67.4\pm 4.7)\text{cm}$ 。两组在内镜操作时间及内镜医师面部与患者口腔之间的距离方面差异无统计学意义,见表2。

表1 内镜口罩屏蔽罩组与对照组患者的人口学特征对比

人口学特征	内镜口罩屏蔽罩组( $n=50$ )	对照组( $n=50$ )	统计量	$P$ 值
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$ )	45.1 $\pm$ 13.4	42.6 $\pm$ 12.4	$t=1.029$	0.488
女性[例(%)]	28(56.0)	29(58.0)	$\chi^2=0.041$	0.840
身高(cm, $\bar{x}\pm s$ )	160.2 $\pm$ 7.8	159.4 $\pm$ 9.0	$t=0.273$	0.602
体重(kg, $\bar{x}\pm s$ )	54.2 $\pm$ 10.5	55.3 $\pm$ 10.9	$t=0.797$	0.457
体重指数( $\text{kg}/\text{m}^2$ , $\bar{x}\pm s$ )	21.4 $\pm$ 4.1	22.6 $\pm$ 3.8	$t=0.870$	0.533
既往病史[例(%)]				
高血压	38(76.0)	35(70.0)	$\chi^2=0.457$	0.610
糖尿病	12(24.0)	9(18.0)	$\chi^2=0.543$	0.288
肝硬化	6(12.0)	5(10.0)	$\chi^2=0.102$	0.638
冠心病	4(8.0)	5(10.0)	$\chi^2=0.122$	0.823

表2 内镜口罩屏蔽罩组与对照组患者的内镜指征及内镜下发现对比

内镜指征及发现	内镜口罩屏蔽罩组( $n=50$ )	对照组( $n=50$ )	统计量	$P$ 值
内镜指征[例(%)]			$\chi^2=3.027$	0.553
上腹不适	39(78.0)	47(94.0)		
消化不良	16(32.0)	18(36.0)		
反酸	9(18.0)	9(18.0)		
消瘦待查	9(18.0)	8(16.0)		
消化道出血	0(0.0)	3(6.0)		
内镜下发现[例(%)]			$\chi^2=2.070$	0.840
慢性胃炎	50(100.0)	50(100.0)		
消化道溃疡	5(10.0)	7(14.0)		
反流性食管炎	9(18.0)	9(18.0)		
食管胃底静脉曲张	2(4.0)	1(2.0)		
肿瘤	3(6.0)	4(8.0)		
其他	12(24.0)	7(14.0)		
操作时间(min, $\bar{x}\pm s$ )	7.8 $\pm$ 3.9	8.1 $\pm$ 4.2	$t=0.500$	0.615
医师离患者距离(cm, $\bar{x}\pm s$ )	67.4 $\pm$ 4.7	67.1 $\pm$ 5.1	$t=0.372$	0.677

### 二、上消化道内镜操作前后气溶胶颗粒变化

实验结果显示,内镜口鼻屏蔽罩组在不同粒径增加的气溶胶颗粒数量均低于对照组。具体而言,对于 0.3、0.5、1.0 和 2.5  $\mu\text{m}$  粒径的颗粒增加数量,两组差异有统计学意义;两组中 5.0 和 10.0  $\mu\text{m}$  的较大颗粒气溶胶略有增加,但差异无统计学意义(表 3)。以上数据表明,内镜口鼻屏蔽罩能有效减少内镜操作过程中产生的气溶胶传播。

### 三、两组之间不良反应的比较

内镜检查期间 22 例患者(22.0%)出现咳嗽反射,26 例(26.0%)出现了麻醉状态体动,并有 7 例患者需要追加麻醉药物。两组患者均没有发生需要紧急气道管理的不良事件。两组患者在上消化道内镜检查期间的不良反应发生率比较差异无统计学意义(表 4)。

## 讨 论

消化内镜医护人员在检查和治疗过程中,始终需要在开放的呼吸道情况下操作,诊治过程中极易诱发患者咳嗽、呃逆、过度体动,导致呼吸道气溶胶的形成率明显增加<sup>[10]</sup>。患者行无痛内镜检查时,咳嗽、呃逆、过度体动等反应明显减少,但即使在麻醉状态,氧气雾化可产生气溶胶;插拔内镜时的咽部刺激,内镜操作本身的抽吸、注气,患者不受控制反射如咳嗽、呃逆,麻醉药物导致的呼吸道抑制、分泌物增加等也会导致气溶胶的产生与播散<sup>[11-12]</sup>。为了减少个体间的内镜操作反应差异,验证内镜口鼻屏蔽罩在无痛上消化道内镜操作过程中气溶胶防护的有效性和安全性,我们设计了本研究。本研究的结果显示,使用内镜口鼻屏蔽罩在上消化道内镜检查中显著减少了 0.3、0.5、1.0 和 2.5  $\mu\text{m}$  气溶胶颗

粒的增加,与对照组相比,减少幅度超过 80%,这一结果具有统计学意义。这表明内镜口鼻屏蔽罩在减少气溶胶传播方面是有效的,尤其是在减少较小颗粒气溶胶的传播上效果显著。这些小颗粒气溶胶可传播包括新型冠状病毒、流感病毒、呼吸道合胞病毒、结核分枝杆菌和细菌等病原体。这些较小的颗粒因在空气中的悬浮时间长,传播距离远,更易导致呼吸道病原体的传播<sup>[13]</sup>。

在临床实践中,内镜操作过程中的气溶胶传播是一个重要的职业暴露问题。医务人员进行上消化道内镜检查时,由于近距离操作,面临着较高的感染风险,需要加强防护<sup>[14]</sup>。国外有部分报道丙烯酸面罩、气溶胶防护面罩、口外抽吸装置<sup>[15]</sup>、薄膜屏障<sup>[16]</sup>等内镜检查前患者佩戴的防护面罩,与这些装置相比,本研究使用的内镜口鼻屏蔽罩成本低,屏蔽罩的使用并未增加操作难度或延长操作时间,这表明该屏蔽罩在实际应用中是可行的,且不会对内镜操作流程产生负面影响。

此外,本研究还观察了内镜口鼻屏蔽罩的安全性,包括患者耐受程度和麻醉风险。结果显示,两组患者在不良反应发生率上差异无统计学意义,说明内镜口鼻屏蔽罩的使用并未增加患者的不适感或其他并发症的风险。这一发现对于临床应用尤为重要,因为它不仅减少了医务人员的职业暴露风险,同时也保证了患者的安全和舒适。

尽管本研究取得了积极的结果,但仍存在一些局限性。首先,样本量相对较小,可能影响结果的外推性。其次,本研究仅在拉萨市人民医院进行,可能存在地域特异性,需要在更广泛的地区和人群中进一步验证。

综上所述,内镜口鼻屏蔽罩作为一种新型防护工具,在减少上消化道内镜检查中气溶胶传播方面

表 3 内镜操作过程中不同大小气溶胶颗粒增加的数量( $\times 10^4/L$ )

组别	例数	0.3 $\mu\text{m}$	0.5 $\mu\text{m}$	1.0 $\mu\text{m}$	2.5 $\mu\text{m}$	5.0 $\mu\text{m}$	10.0 $\mu\text{m}$
内镜口鼻屏蔽罩组	50	57.87 $\pm$ 19.26	19.36 $\pm$ 3.60	15.31 $\pm$ 4.42	7.38 $\pm$ 2.90	5.60 $\pm$ 1.71	1.32 $\pm$ 0.8
对照组	50	203.32 $\pm$ 18.33	64.61 $\pm$ 12.67	54.11 $\pm$ 9.12	23.33 $\pm$ 5.17	7.60 $\pm$ 2.16	2.00 $\pm$ 0.92
<i>t</i> 值		4.295	4.949	4.507	3.723	1.849	1.181
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.067	0.240

表 4 两组患者在内镜操作过程中各种不良反应对比[例(%)]

组别	例数	咳嗽	呃逆	低氧饱和度	体动	追加麻醉药
内镜口鼻屏蔽罩组	50	10(20.0)	5(10.0)	1(2.0)	12(24.0)	4(8.0)
对照组	50	12(24.0)	4(8.0)	2(4.0)	14(28.0)	3(6.0)
$\chi^2$ 值		0.233	0.122	0.344	0.208	0.154
<i>P</i> 值		0.629	0.727	0.558	0.648	0.695

显示出了良好的效果和较高的安全性。未来的研究应进一步探索在不同环境下的应用效果,并评估在临床实践中的经济效益,以期为内镜操作提供更加安全、有效的防护措施。

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 王俊雄:研究设计、统计分析、论文撰写;次仁伦珠、次央、德吉、支章、尼玛莎珍、次旦央宗:数据收集、内镜操作;巴桑卓玛、伊比然根:研究设计、数据收集、内镜操作;李鹏、张澍田:科研指导、研究设计、论文审阅

### 参 考 文 献

- [1] Wang CC, Prather KA, Sznitman J, et al. Airborne transmission of respiratory viruses[J]. *Science*, 2021, 373(6558):eabd9149. DOI: 10.1126/science.abd9149.
- [2] Tran K, Cimon K, Severn M, et al. Aerosol-generating procedures and risk of transmission of acute respiratory infections: a systematic review[J]. *CADTH Technol Overv*, 2013,3(1):e3201.
- [3] Klompas M, Baker M, Rhee C. What is an aerosol-generating procedure? [J]. *JAMA Surg*, 2021, 156(2): 113-114. DOI: 10.1001/jamasurg.2020.6643.
- [4] Jackson T, Deibert D, Wyatt G, et al. Classification of aerosol-generating procedures: a rapid systematic review[J]. *BMJ Open Respir Res*, 2020, 7(1): e000730. DOI: 10.1136/bmjresp-2020-000730.
- [5] Chaikajornwat J, Pittayanon R, Ananchuensook P, et al. The comparison of aerosol exposures to endoscopy personnel performing diagnostic upper gastrointestinal endoscopy in patients with and without head box: a randomized control trial [J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2023, 38(2): 233-240. DOI: 10.1111/jgh.16082.
- [6] Aponte Martín DM, Corso C, Fuentes C, et al. Use of a new face shield for patients of the endoscopy unit to avoid aerosol exchange in the COVID-19 era[J]. *VideoGIE*, 2020, 5(11): 522-524. DOI: 10.1016/j.vgie.2020.05.033.
- [7] Sabbagh L, Huertas M, Preciado J, et al. New protection barrier for endoscopic procedures in the era of pandemic COVID-19[J]. *VideoGIE*, 2020,5(12):614-617. DOI: 10.1016/j.vgie.2020.05.006.
- [8] Lazaridis N, Skamnelos A, Murino A, et al. "Double-surgical-mask-with-slit" method: reducing exposure to aerosol generation at upper gastrointestinal endoscopy during the COVID-19 pandemic[J]. *Endoscopy*, 2020, 52(10): 928-929. DOI: 10.1055/a-1198-5471.
- [9] Kikuchi D, Ariyoshi D, Suzuki Y, et al. Possibility of new shielding device for upper gastrointestinal endoscopy[J]. *Endosc Int Open*, 2021, 9(10): E1536-E1541. DOI: 10.1055/a-1523-8959.
- [10] Phillips F, Crowley J, Warburton S, et al. Aerosol and droplet generation in upper and lower GI endoscopy: whole procedure and event-based analysis[J]. *Gastrointest Endosc*, 2022, 96(4): 603-611.e0. DOI: 10.1016/j.gie.2022.05.018.
- [11] Nampoolsuksan C, Chinswangwatanakul V, Methasate A, et al. Management of aerosol generation during upper gastrointestinal endoscopy[J]. *Clin Endosc*, 2022, 55(5): 588-593. DOI: 10.5946/ce.2022.062.
- [12] Gregson F, Shrimpton AJ, Hamilton F, et al. Identification of the source events for aerosol generation during oesophago-gastro-duodenoscopy[J]. *Gut*, 2022, 71(5): 871-878. DOI: 10.1136/gutjnl-2021-324588.
- [13] Leung N. Transmissibility and transmission of respiratory viruses[J]. *Nat Rev Microbiol*, 2021, 19(8): 528-545. DOI: 10.1038/s41579-021-00535-6.
- [14] Mathew S, Philip M. Personal protective equipment during endoscopy[J]. *J Dig Endosc*, 2020, 11(1):45-52. DOI: 10.1055/s-0040-1712344.
- [15] Fujihara S, Kobara H, Nishiyama N, et al. Does an extraoral suction device reduce aerosol generation and prevent droplet exposure to the examiner during esophagogastroduodenoscopy? [J]. *J Clin Med*, 2023, 12(7):2574. DOI: 10.3390/jcm12072574.
- [16] Imagawa A, Kobara H, Nishiyama N, et al. The use of Endo barrier for prevention of COVID-19 infection enables upper gastrointestinal endoscopy with high patient satisfaction in private clinic[J]. *DEN Open*, 2023, 3(1): e204. DOI: 10.1002/deo2.204.