

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671-9638. 20222932

· 论 著 ·

## 一起干燥用压缩空气引起的肠镜二次污染案例报告

聂渝莉, 张巧禹, 徐秀莉, 陈建森

(福建医科大学附属协和医院医院感染管理科, 福建 福州 350001)

**[摘要]** **目的** 分析消毒后肠镜菌落数超标原因, 进一步提高软式内镜的再处理水平。**方法** 分析 2021 年 8 月某院消化内镜中心进行的第 3 季度常规环境卫生学监测资料, 查找引起消毒后肠镜二次污染的原因, 进行整改。**结果** 监测的 4 条胃镜、2 份纯化水、2 份使用中消毒剂、3 份环境物体表面和 2 份医务人员卫生手消毒标本均合格; 而 4 条肠镜可见大量细菌生长, 染菌量分别为 252、315、273、268 CFU/件, 均检出放射根瘤菌、藤黄微球菌、少动鞘氨醇单胞菌。对引起肠镜监测不合格的可能风险因素进行识别, 进一步对气源喷枪喷出的气体、空气过滤器内部及过滤器出口端送气管道进行采样, 检出大量的上述微生物。在更换空压机、空气过滤器及气路管道后, 气源喷枪气体中细菌数量明显减少。对 4 条不合格的肠镜重新清洗、消毒、干燥, 并进行染菌量检测, 结果均合格。**结论** 消化内镜清洗工作站气路污染是此次消毒后肠镜管腔内部菌落数超标的主要原因。建议应将气路维护及生物学监测纳入相应指南中, 减少由此引起的医院感染。

**[关键词]** 消化内镜; 气路; 压缩空气; 污染

**[中图分类号]** R472.1

## Enteroscope secondary contamination caused by compressed air for drying: one case report

NIE Yu-li, ZHANG Qiao-yu, XU Xiu-li, CHEN Jian-sen (Department of Healthcare-associated Infection Management, Fujian Medical University Union Hospital, Fuzhou 350001, China)

**[Abstract]** **Objective** To analyze the causes of exceeding standard of colony count of endoscope after disinfection, and further improve the reprocessing level of flexible endoscope. **Methods** Data of the third quarter routine environmental hygiene monitoring of digestive endoscopy center of a hospital conducted in August 2021 were analyzed, causes of secondary contamination of endoscope after disinfection were found out and rectified. **Results** The monitored four gastroscopes, two specimens of purified water, two specimens of in-use disinfectants, three specimens of environmental object surfaces and two specimens of hygienic hand disinfection of health care workers were all qualified; however, a large number of bacteria were detected from four enteroscopies, bacterial colony number were 252, 315, 273, and 268 CFU/piece respectively, all specimens were detected *Rhizobium radiobacter*, *Micrococcus luteus*, and *Sphingomonas paucimobilis*. Possible risk factors leading to the failure of endoscope monitoring were identified, specimens of air from air spray gun, inside of air filter and air line of filter outlet were detected further, a large number of the above microorganisms were found out. After the replacement of air compressor, air filter and air line, the number of bacteria in air from air spray gun decreased obviously. The 4 unqualified enteroscopes were cleaned, disinfected and dried again, bacterial contamination was detected, all were all qualified. **Conclusion** Contamination of air line of the digestive endoscope cleaning workstation is the main cause for the excessive number of bacteria in the lumen of endoscope after disinfection. It is suggested that air line maintenance and biological monitoring should be included in the corresponding guidelines, so as to reduce healthcare-associated infection.

[收稿日期] 2022-05-24

[作者简介] 聂渝莉(1970-), 女(汉族), 重庆市人, 主治医师, 主要从事医院感染管理研究。

[通信作者] 陈建森 E-mail: cjsphd@163.com

[Key words] digestive endoscope; air line; compressed air; contamination

消化内镜的发明和临床应用是近代胃肠病学发展史上的重大突破。目前,消化内镜从初期的单纯诊断逐渐发展到融诊断与治疗于一体的微创介入技术。各种新型功能的消化内镜显著提高了消化系统疾病的诊疗水平<sup>[1-2]</sup>。内镜诊疗在我国发展迅速,2012 年的一项研究<sup>[3]</sup>显示,我国超过 1 000 张床位的大型医院平均每年内镜诊疗量超过 5 000 人次。然而,近几年欧洲及美国陆续报道了因实施内镜逆行胰胆管造影术所导致的感染案例,软式内镜高水平消毒能否满足诊疗要求,是目前亟待解决的问题<sup>[4-5]</sup>。国内外权威机构陆续制定了软式内镜清洗与消毒指南,旨在进一步规范和完善消化内镜清洗与消毒流程及质量控制程序。然而,研究<sup>[4-6]</sup>发现,即使经过采用指南推荐的清洗与消毒流程严格处理后,消化内镜依然存在菌落数超标的现象,部分甚至引起严重的医院感染暴发事件。提示现有的清洗、消毒流程和质量控制程序依然不够完善,可能存在引起感染的风险<sup>[7-8]</sup>。据中国疾病预防控制中心一项调查<sup>[9]</sup>显示,我国十二指肠镜消毒后微生物学检测合格率仅为 37%。由于内镜检查多为门诊操作,患者即使被感染也不易追溯,以及医院感染监测敏感性较低等因素,尽管目前我国尚未报道因内镜再处理不合格引起的医院感染暴发事件,但也应该提高警惕。本文从环境卫生学常规监测发现一起再处理后肠镜细菌菌落数超标事件,进一步对消化内镜再处理的各个环节进行逐一排查,查找原因,为避免软式内镜再处理不合格的情况提供依据。

## 1 资料与方法

1.1 资料来源 2021 年 8 月某院医院感染管理科对消化内镜中心进行的第 3 季度常规环境卫生学监测资料,监测对象包括清洗与消毒后的肠镜、使用中的消毒剂、内镜清洗纯化水、内镜清洗工作站气源喷枪喷出气体、气路管道内表面。

### 1.2 采样及检验方法

1.2.1 肠镜采样及实验室检测 依据《医院消毒卫生标准》GB 15982—2012 的采样方法,采样部位为内镜内腔面。使用含有相应中和剂的采样液 50 mL 从待检测内镜活检口注入,从出口收集所有采样液,及时送检。取收集的洗脱液 1.0 mL,加入直径 9 cm 无菌平皿中,倒入 40~45℃熔化的营养琼

脂 15~20 mL,轻轻震荡混匀后待凝固;剩余洗脱液过滤浓缩,滤膜孔径大小为 0.45 μm,采用无菌操作将滤膜取下贴于营养琼脂平板上。接种后平板于 35℃恒温培养 48 h 后进行菌落计数。本季度常规监测共采集 8 条消化内镜,其中肠镜和胃镜各 4 条。

1.2.2 使用中消毒剂采样及实验室检测 监测的消毒剂为邻苯二甲醛、过氧乙酸,依据 GB 15982—2012 的采样方法,用无菌注射器吸取 1 mL 内镜消毒剂,注入含 9 mL 相应中和剂试管中并及时送检。用无菌吸管吸取一定稀释比例的中和后混合液 1.0 mL 接种平皿,将冷至 40~45℃的熔化营养琼脂培养基每皿倾注 15~20 mL,35℃恒温箱培养 72 h,计数菌落数。

1.2.3 纯化水采样及实验室检测 依据 GB 15982—2012,取 50 mL 纯化水及时送检。取收集的洗脱液 1.0 mL,加入直径 9 cm 无菌平皿,倒入溶化的 40~45℃ R2A 培养基 15~20 mL,待凝固;剩余纯化水用 0.45 μm 滤膜过滤浓缩,将滤膜反贴于 R2A 平板上,20℃恒温培养 168 h(7 d),进行菌落计数。

1.2.4 气源喷枪采样及实验室检测 采用涂抹法及直接对培养皿喷气的方法。涂抹法:将喷枪拆卸,采用无菌棉拭子(生理盐水浸润)旋转涂抹喷枪的外表面和内部。剪去操作者手接触部分,将棉拭子置于 10 mL 生理盐水中,取 1.0 mL 加入直径 9 cm 无菌平皿,倒入溶化的 40~45℃营养琼脂 15~20 mL,35℃恒温培养 48 h,进行菌落计数。喷气法:将气源喷枪空气喷出 15 s,再将气源喷枪对准培养皿表面喷气 15 s,将培养皿及时送检。

1.2.5 送气管道采样及实验室检测 监测部位为管道内腔面,使用生理盐水 50 mL 从取下的送气管道一端注入,用 100 mL 无菌瓶从另一端收集所有采样液,及时送检。送气管道实验室检测方法参照内镜实验室检测方法。

1.2.6 空气过滤器采样及实验室检测 监测部位为空气过滤器内表面,将空气过滤器拆卸,采用无菌棉拭子(生理盐水浸润)旋转涂抹空气过滤器内表面。剪去操作者手接触部分,将棉拭子置于 10 mL 生理盐水中,取 1.0 mL 加入直径 9 cm 无菌平皿,倒入溶化的 40~45℃营养琼脂 15~20 mL,35℃恒温培养 48 h,进行菌落计数。

1.3 判断标准 依据《医院消毒卫生标准》GB

15982—2012, 消化内镜属于中度危险性医疗器材, 消毒后内镜细菌总数应 $\leq 20$  CFU/件(CFU/g 或 CFU/100 cm<sup>2</sup>), 不得检出致病性微生物。使用中消毒剂应无菌生长。依据《生活饮用水标准》GB 5749—2006, 纯化水中细菌总数应 $\leq 10$  CFU/100 mL。

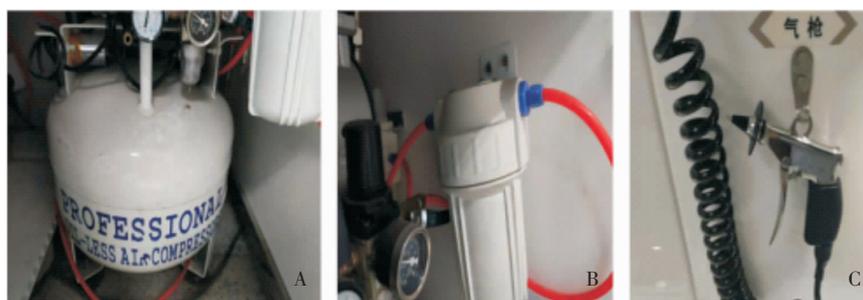
## 2 结果

2.1 环境卫生学监测样本合格情况 结果发现, 4条胃镜、2份纯化水、2份使用中消毒剂、3份环境物体表面和2份医务人员卫生手消毒标本监测结果均合格; 而4条肠镜(2条为机器清洗, 2条为人工清洗)可见大量细菌生长, 染菌量分别为252、315、273、268 CFU/件, 均检出放射根瘤菌、藤黄微球菌、少动鞘氨醇单胞菌。

2.2 原因分析 医院感染专职人员及消化内镜中心负责人员对引起肠镜监测不合格的可能风险因素进行识别。该院消化内镜洗消中心采取胃镜、肠镜分开清洗与消毒工作模式, 胃镜与肠镜采用独立清洗工作站及清洗消毒机, 但清洗消毒工作人员、纯化

水系统未分开, 消毒剂与清洗液均采用同一品牌、同一批次产品。此次检查发现抽取的4条胃镜均合格, 而4条肠镜均不合格, 且检出细菌为环境中常见菌, 初步判定肠镜清洗消毒不合格原因为内镜在清洗消毒过程中发生二次污染, 尤其是肠镜清洗消毒设备故障可能是引起污染的最主要原因。

根据问题发生的可能性, 邀请设备工程师对纯化水系统、肠镜清洗消毒机和肠镜组内镜清洗工作站进行严格排查。在对肠镜组内镜清洗工作站进行全面检查时, 发现净化空气的过滤器内积水严重, 遂对肠镜组内镜清洗工作站5支气源喷枪喷出的气体进行生物学检测, 均检出大量细菌, 且以放射根瘤菌、藤黄微球菌和少动鞘氨醇单胞菌为主。进一步对空气过滤器内部及进出过滤器的管道内部进行生物学检测, 结果显示空气过滤器内部及过滤器输出端内部也存在大量细菌, 同样以放射根瘤菌、藤黄微球菌和少动鞘氨醇单胞菌为主。而空气过滤器输入端细菌数仅1 CFU。空压机及空气过滤器示意图见图1。气路更换前肠镜清洗工作站气体及气路管道染菌量检测结果见表1。



注: A 为空压机; B 为空气过滤器; C 为气源喷枪。

图1 空压机及空气过滤器示意图

Figure 1 Schematic diagram of air compressor and air filter

表1 气路更换前肠镜清洗工作站气体及气路管道染菌量检测结果

Table 1 Detection results of bacterial contamination in air and air line of enteroscope cleaning workstation before replacement of air line

监测内容	取样点	染菌量(CFU/件)	主要细菌种类
气源喷枪 1	气体	136	放射根瘤菌、藤黄微球菌、少动鞘氨醇单胞菌, 短杆芽孢菌、产左聚糖微杆菌
气源喷枪 2	气体	139	放射根瘤菌、藤黄微球菌、少动鞘氨醇单胞菌, 产左聚糖微杆菌
气源喷枪 3	气体	84	放射根瘤菌、少动鞘氨醇单胞菌、藤黄微球菌
气源喷枪 4	气体	62	放射根瘤菌、少动鞘氨醇单胞菌、藤黄微球菌、分散泛菌
气源喷枪 5	气体	73	放射根瘤菌、少动鞘氨醇单胞菌、藤黄微球菌
空压机过滤器	内表面	$1.56 \times 10^6$	放射根瘤菌、少动鞘氨醇单胞菌、藤黄微球菌
过滤器输入端	管道内表面	1	藤黄微球菌
过滤器输出端	管道内表面	$4.9 \times 10^3$	放射根瘤菌、少动鞘氨醇单胞菌、藤黄微球菌

2.3 采取措施与效果评价 消化内镜中心负责人第一时间通知内镜清洗工作站工程师,对空压机、空气过滤器及气路管道予以更换。对更换后气源喷枪气体及肠镜染菌量重新检测。结果显示,气源喷枪气体中细菌数量显著减少。对 4 条不合格的肠镜重新清洗、消毒、干燥,并进行染菌量检测,结果显示均合格。见表 2。

表 2 气路更换后肠镜清洗工作站气体及气路管道染菌量检测结果

Table 2 Detection results of bacterial contamination in air and air line of endoscope cleaning workstation after replacement of air line

监测内容	取样点	染菌量 (CFU/件)	主要细菌种类
气源喷枪 1	气体	8	表皮葡萄球菌
气源喷枪 2	气体	6	藤黄微球菌
气源喷枪 3	气体	5	表皮葡萄球菌,分散泛菌
气源喷枪 4	气体	6	藤黄微球菌
气源喷枪 5	气体	2	表皮葡萄球菌
肠镜 1	管道内表面	6	表皮葡萄球菌
肠镜 2	管道内表面	3	表皮葡萄球菌
肠镜 3	管道内表面	0	-
肠镜 4	管道内表面	0	-

### 3 讨论

内镜污染事件屡见不鲜。一项由 Seoane-Vazquez 等<sup>[10]</sup>报道的 Meta 分析显示,在 1974—2004 年的三十年间,美国共有 10 989 例患者暴露于污染的内镜操作中,其中 740 例患者因此感染。自 2015 年起,美国数家医疗机构陆续发生由内镜污染引起的“超级细菌”医院感染暴发事件。国内虽然尚无报道因内镜污染引起的感染事件,但仍然需引起注意。

为了提高消化内镜的清洗消毒质量,降低感染暴露的风险,我国在 2004 年制定了内镜清洗与消毒技术规范,2016 年进行更新。然而临床实践中仍不时发现消化内镜再处理后菌落数超标的现象,提示现有清洗、消毒流程和质量控制程序不够完善,存在引起感染的风险<sup>[11-13]</sup>。造成此类现象发生的原因很多,例如:①清洗与消毒后,受到冲洗水的污染,出现细菌数超标的情况;②清洗与消毒后,软式内镜

贮存不当引发二次污染的发生;③清洗设备管路复杂隐蔽,缺乏有效消毒措施,导致消毒后内镜发生二次污染等。

近几年兴起的内镜清洗工作站均配备有气源喷枪,用于消毒环节结束后管道内残余消毒剂的清除,以及终末漂洗后内镜的内部干燥。但目前尚未有关于气路气体污染引起消毒后内镜二次污染的报道。本次监测发现抽样检查的 4 条肠镜染菌量均严重超标,其原因是由于空气过滤器导致的压缩空气的严重污染。空气进入空气压缩机,经过压缩、冷却、干燥后储存在储气罐中,当启动气源喷枪时,空气从储气罐中通过空气过滤器,过滤后的洁净空气再通过气路管道进入各个气源喷枪。该院内镜清洗消毒中心所使用的空气过滤器的滤芯主要由超细玻璃纤维纸构成,其孔径大小为 0.1  $\mu\text{m}$ ,起泡点为 0.13 Mpa,理论上可过滤绝大多数细菌(0.5~5  $\mu\text{m}$ )。湿度能够提高空气过滤器的过滤效率,同时能使气压差在原来起泡点的基础上增加约 90 Pa,但当气压突破起泡点压差时,气体将大量突破已经湿润的滤膜<sup>[14]</sup>。本研究中,由于空压机故障,经过压缩的湿润空气无法有效干燥,致使使用中的过滤器内部积水严重,导致环境中常见细菌定植在滤芯表面,此时的滤芯非但不能起到阻隔细菌的作用,反而成为细菌繁殖的温床,空压机的巨大压力差(0.2~0.8 Mpa)使得含有大量细菌的空气从滤芯表面源源不断输送到气源喷枪,最终引起肠镜管腔内部的二次污染。放射根瘤菌、少动鞘氨醇单胞菌以及藤黄微球菌都是环境中常见的条件致病菌,一般不致病,但当细菌数量过多,且人体免疫力低下时易造成机会性感染<sup>[15-17]</sup>。进行胃肠镜检查的患者虽多为门诊体检患者,但其中也有部分免疫力低下患者,因此应当引起重视。

内镜清洗工作站的设置是为了更加规范及方便地对软/硬式内镜进行使用后再处理,但其内部水路及气路管道复杂,存在微生物污染风险。我国于 2016 年颁布的《内镜清洗工作站》YY 0992—2016 要求气源压力范围在 0.2~0.8 Mpa,空气过滤器能过滤直径 $\geq 0.3 \mu\text{m}$ 的微粒,对消毒后漂洗用纯化水要求微生物 $< 10 \text{ CFU}/100 \text{ mL}$ ,但该规范未对压缩空气的染菌量限值作出规定。为降低软式内镜再处理后的细菌污染风险,提高软式内镜再处理质量,针对本研究中发现的问题,提出以下 3 点改进措施:①请工程师定期对空压机进行维护;②增加空气过滤器滤芯更换频次;③医院感染管理科工作人员将气源喷枪气体纳入监测范围,定期监测,以便及时发现

气源喷枪污染。

本研究确定引起肠镜二次污染的原因是用于终末干燥的压缩气体污染所致。目前国内外尚无关于压缩气体引起软式内镜二次污染的报道,也无相关技术指南提出针对气路的定期监测和维护的要求。因此,尽快制定医用压缩空气统一、全面的指导性规范,将气路维护及生物学监测纳入相应规范中,将有助于提高对压缩空气的管理,减少由此引起的医院感染,进一步提高医疗质量。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

## [参 考 文 献]

- [1] Hervé RC. Endoscopy in the twenty-first century: minimally invasive state-of-the-art medical technology or a future main vector of hospital-acquired infections? [J]. J Hosp Infect, 2017, 97(4): 329-330.
- [2] 张慧, 薛艳, 周丽雅, 等. 北京某三级甲等医院 35 年间主要上消化道疾病及幽门螺杆菌感染的演变[J]. 中华内科杂志, 2016, 55(6): 440-444.
- Zhang H, Xue Y, Zhou LY, et al. The changes of main upper gastrointestinal diseases and *Helicobacter pylori* infection status in the past thirty five years[J]. Chinese Journal of Internal Medicine, 2016, 55(6): 440-444.
- [3] Zhang XL, Lu ZS, Tang P, et al. Current application situation of gastrointestinal endoscopy in China[J]. World J Gastroenterol, 2013, 19(19): 2950-2955.
- [4] Rauwers AW, Voor In't Holt AF, Buijs JG, et al. High prevalence rate of digestive tract bacteria in duodenoscopes: a nationwide study[J]. Gut, 2018, 67(9): 1637-1645.
- [5] Kola A, Piening B, Pape UF, et al. An outbreak of carbapenem-resistant OXA-48-producing *Klebsiella pneumoniae* associated to duodenoscopy[J]. Antimicrob Resist Infect Control, 2015, 4: 8.
- [6] Day LW, Kwok K, Visrodia K, et al. American Society for Gastrointestinal Endoscopy Infection Control Summit: updates, challenges, and the future of infection control in GI endoscopy[J]. Gastrointest Endosc, 2021, 93(1): 1-10.
- [7] 何荣攀, 李贤煌, 毕正琴, 等. 37 所医院消化内镜超声探头清洗消毒现况调查[J]. 中国感染控制杂志, 2020, 19(12): 1059-1063.
- He RP, Li XH, Bi ZQ, et al. Cleaning and disinfection of ultrasound probes of digestive endoscopes in 37 hospitals[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2020, 19(12): 1059-1063.
- [8] 张丽华, 陈秀荣, 尹晓华, 等. 消化内镜医院感染相关因素及不同清洗消毒方法对灭菌效果的影响[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(24): 5715-5718.

Zhang LH, Chen XR, Yin XH, et al. Risk factors of endoscopic nosocomial infections and the effect of different cleaning and disinfection methods on sterilization[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2017, 27(24): 5715-5718.

- [9] 马慧, 张婕, 李涛, 等. 十二指肠镜消毒后微生物污染调查[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(12): 2853-2856.
- Ma H, Zhang J, Li T, et al. Investigation on bacterial contamination of disinfected duodenoscopes[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2017, 27(12): 2853-2856.
- [10] Seoane-Vazquez E, Rodriguez-Monguio R, Visaria J, et al. Exogenous endoscopy-related infections, pseudo-infections, and toxic reactions: clinical and economic burden[J]. Curr Med Res Opin, 2006, 22(10): 2007-2021.
- [11] Walker JT, Bak A, Marsden G, et al. Final rinse water quality for flexible endoscopy to minimize the risk of post-endoscopic infection. Report from healthcare infection society working party[J]. J Hosp Infect, 2022, 124: 79-96.
- [12] 刘文龙, 田贺峰, 朱炫瑞, 等. 软式消化内镜干燥方法的研究进展[J]. 中国感染控制杂志, 2022, 21(6): 604-609.
- Liu WL, Tian HF, Zhu XR, et al. Research progress on drying of flexible digestive endoscope[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2022, 21(6): 604-609.
- [13] Pasquale L, Maurano A, Cengia G, et al. Infection prevention in endoscopy practice: comparative evaluation of re-usable vs single-use endoscopic valves[J]. Infect Prev Pract, 2021, 3(2): 100123.
- [14] Xu B, Yu X, Wu Y, et al. Experimental investigation of air pressure affecting filtration performance of fibrous filter sheet[J]. Environ Technol, 2017, 38(5): 558-565.
- [15] Bavaro DF, Mariani MF, Stea ED, et al. *Sphingomonas paucimobilis* outbreak in a dialysis room: case report and literature review of an emerging healthcare associated infection[J]. Am J Infect Control, 2020, 48(10): 1267-1269.
- [16] Mutlu M, Bayramoglu G, Yilmaz G, et al. Outbreak of *Sphingomonas paucimobilis* septicemia in a neonatal intensive care unit[J]. Indian Pediatr, 2011, 48(9): 723-725.
- [17] Erol Cipe F, Doğu F, Sucuoğlu D, et al. Asymptomatic catheter related *Rhizobium radiobacter* infection in a haploidentical hemapoetic stem cell recipient[J]. J Infect Dev Ctries, 2010, 4(8): 530-532.

(本文编辑:陈玉华)

本文引用格式: 聂渝莉, 张巧禹, 徐秀莉, 等. 一起干燥用压缩空气引起的肠镜二次污染案例报告[J]. 中国感染控制杂志, 2022, 21(9): 911-915. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20222932.

Cite this article as: NIE Yu-li, ZHANG Qiao-yu, XU Xiu-li, et al. Enteroscope secondary contamination caused by compressed air for drying: one case report[J]. Chin J Infect Control, 2022, 21(9): 911-915. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20222932.