DOI: 10.12235/E20260071
文章编号：1007-1989（2026）08-0086-05

不同规格支气管镜管道干燥时间探讨

李敏，王缃兰，吴熳，葛姝彤，武晨东，许锋
（武汉大学人民医院 内镜中心，湖北 武汉 430060）

摘要：目的 探讨不同规格支气管镜管道干燥所需的注气时长。**方法** 两种不同规格的支气管镜，诊疗后经手工清洗消毒流程处理，用0.4 MPa压力的压力气枪，分别向活检管道及吸引管道注气，注气结束后用氯化钴试纸与内镜管道充分接触后，根据试纸颜色的变化，来判定支气管镜管道是否干燥。第一组分别向活检管道和吸引管道注气10 s，重复30次实验，而后注气时间逐组递增10 s，直至30次试验均判定为内镜管道干燥，实验结束。**结果** 活检管道直径为2.0 mm的支气管镜，分别向活检管道和吸引管道内注气30 s，内镜管道可实现干燥；活检管道直径为3.0 mm的支气管镜，分别向活检管道和吸引管道内注气40 s，内镜管道可实现干燥。**结论** 建议对不同规格的支气管镜采取不同的注气时间，活检管道直径为2.0 mm的支气管镜注气时间为30 s，活检管道直径为3.0 mm的支气管镜注气时间为40 s。

关键词： 支气管镜；管道直径；干燥；注气时间；氯化钴试纸；吸引管道；活检管道
中图分类号： R472.1；R608

Study on air-inflation duration for complete drying of the lumen of bronchoscopes with different specifications

Li Min, Wang Xianglan, Wu Man, Ge Shutong, Wu Chendong, Xu Feng
(Endoscopy Center, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan , Hubei 430060, China)

Abstract: Objective This study aimed to investigate the required air-injection duration for drying bronchoscope channels of different specifications. **Methods** Two types of bronchoscopes were manually cleaned and disinfected after clinical use. A pressure air gun at 0.4 MPa was used to inject air into the biopsy channel and the suction channel separately. After air injection, cobalt chloride test paper was fully contacted with the inner lumen, and drying was determined based on the color change of the paper. In the first group, air was injected into both channels for 10 seconds, with 30 repeated tests. The injection time was then increased by 10 seconds per group until all 30 tests indicated dry channels. **Results** For a bronchoscope with a biopsy channel diameter of 2.0 mm, air injection for 30 seconds into each channel achieved drying. For a bronchoscope with a biopsy channel diameter of 3.0 mm, air injection for 40 seconds was required. **Conclusion** Different air-injection times are recommended for bronchoscopes of different specifications: 30 seconds for those with a 2.0 mm biopsy channel and 40 seconds for those with a 3.0 mm biopsy channel.

Keywords: bronchoscope; channel diameter; drying; air-injection time; cobalt chloride test paper; suction channel; biopsy channel

支气管镜的设计较为复杂，且内部管道狭长，在使用过程中，会受到微生物的严重污染[1]。即使经过完整的清洗消毒流程，亦有58%的支气管镜中发现微生物生长[2]。支气管镜相关的医院感染事件时有报

收稿日期：2026-02-11

道[3–5]。鉴于此，规范支气管镜清洗消毒流程，提高支气管镜清洗消毒合格率，尤为重要。支气管镜清洗消毒规范遵从《软式内镜清洗消毒技术规范 WS 507–2016》（以下简称《WS 507–2016》）[6]，包括：预处理、清洗、漂洗、消毒、终末漂洗、干燥和储存七个步骤。其中，干燥是内镜清洗消毒的关键环节，对保障内镜清洗消毒质量，具有重要意义，干燥不彻底，会导致内镜清洗消毒失败[7]。各国指南或规范[6, 8–11]均强调，在软式内镜储存前，应进行彻底干燥，但没有干燥操作的具体细节，如：未对压缩空气压力和注气时长等做出具体规定。《WS 507–2016》[6]中干燥流程为：使用压力气枪，将洁净压缩空气向所有管道注气至少 30 s，至其完全干燥。然而，大量研究[12–14]证明，30 s 的注气时间不足以干燥消化内镜的活检管道。支气管镜结构有别于消化内镜，然而鲜少有研究探索支气管镜管道的干燥时间。本研究旨在探索不同型号的支气管镜管道达到完全干燥所需的注气时间，从而为临床支气管镜管道干燥提供依据。

1　材料与方法

1.1　实验材料

1.1.1　支气管镜　选用本院内镜中心两种型号奥林巴斯支气管镜，包括 BF–1TQ290（活检管道内径为 3.0 mm）与 BF–Q290（活检管道内径为 2.0 mm），插入部有效长度均为 600.0 mm。

1.1.2　其他实验材料　一次性使用活体取样钳（生产厂家：常州市久虹医疗器械有限公司，型号：JHY–FB–18–105–O–O），压力气枪（压力稳定在 0.4 MPa），氯化钴试纸（生产厂家：杭州试三科技有限公司），秒表计时器，热风机，温湿度仪，无菌手套。

1.2　方法

1.2.1　干燥操作　将诊疗后的支气管镜，经过手工清洗消毒流程处理：预处理、清洗、漂洗、消毒、终末漂洗。清洗液使用麦瑞斯无香型全效多酶清洗剂灌流 3 min，消毒剂使用朗索邻苯二甲醛消毒液浸泡灌流 5 min，终末漂洗采用纯化水向活检管道和吸引管道灌流 2 min，直至无消毒剂残留，用流动的纯化水冲洗支气管镜的外表面，处理后的两种型号支气管镜，均放置在铺有无菌中单干燥台上进行干燥。用 0.4 MPa 压力的压力气枪，第一组分别向活检管道和吸引管道注气 10 s，重复 30 次实验，而后注气时间逐组递增 10 s，直至 30 次试验均判定为内镜管道干燥，实验结束。

1.2.2　氯化钴试纸处理　实验前从氯化钴试纸原装盒按照需要取出适量试纸，并装在无菌盘内，实验中每次取出 1 片。对于活检管道内径为 3.0 mm 的支气管镜，将试纸裁剪成 0.5 cm × 1.0 cm 长条形；对于活检管道内径为 2.0 mm 的支气管镜，将试纸裁剪成 0.4 cm × 1.0 cm 长条形，用热风机将粉色的试纸吹成蓝色。

1.2.3　干燥效果检测　用一次性活检钳夹住氯化钴试纸，将试纸对折后，经支气管镜活检管道入口插入，向前螺旋式推送，直至试纸到达先端部（未完全推出），再从先端部螺旋式拉回，直至试纸到达活检管道入口（未完全拉出），最后，将试纸再向先端部螺旋式推送，直至试纸完全推出先端部活检管道出口。使试纸在支气管镜活检管道内壁来回全程接触 3 次，观察氯化钴试纸颜色变化。再将氯化钴试纸从吸引管道入口插入，用同样方法使试纸在吸引管道内壁来回全程接触 3 次，观察氯化钴试纸颜色变化。

1.3　观察指标

支气管镜的活检管道与吸引管道内放置的氯化钴试纸均不变色（保持蓝色）为“干燥”，若任一管道的试纸全部或部分变为粉色，则判定为“不干燥”。见图 1。

1.4　质量控制

1.4.1　实验材料一致性　为保障检测结果的可靠性与可比性，本次干燥效果检测，严格控制实验相关条件及材料的一致性。检测均在洗消间旁同一空置房间内进行，该房间温度统一保持在 25 ~ 30 ℃，湿度维持在 20% ~ 30%，确保检测环境条件一致。所用氯化钴试纸规格统一，且依托预实验证实此温湿度下试纸可保持 5 min 不变色。干燥效果的检测及结果的判定，严格控制在 2 min 内完成，避免因试纸在环境中自然变色而影响实验结果的判定。

1.4.2　实验人员一致性　本次实验全程由同一名经过系统专业培训的实验人员，完成所有支气管镜干燥效果检测相关操作。该人员提前熟练掌握支气管镜转运、氯化钴试纸使用、温湿度核对、结果观察及记录等全流程操作规范，明确各环节操作标准，实验期间无更换操作人员且无他人协助操作的情况。



A：干燥；B、C、D和E：不干燥。

图1 干燥情况参考图

Fig.1 Reference diagram of the drying condition

1.5 统计学方法

选用SPSS 26.0统计学软件分析数据。计数资料以例或百分率（%）表示。不同干燥时间组支气管镜管道干燥合格率的比较为R×C列联表资料，由于部分单元格理论频数<5，不满足Pearson χ^2检验的应用条件，故采用Fisher-Freeman-Halton精确检验进行组间整体比较。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 活检管道内径为3.0 mm的支气管镜管道干燥时间

不同干燥时间的3.0 mm内径支气管镜合格率分别为：10 s组80.0%（24/30），20 s组76.7%（23/30），30 s组96.7%（29/30），40 s组100.0%（30/30）。因本4×2列联表中50.0%单元格的理论频数小于5（最小理论频数为3.5），不满足Pearson χ^2检验的适用条件，故采用Fisher-Freeman-Halton精确检验进行组间整体比较，结果显示：不同干燥时间的支气管镜合格率比较，差异有统计学意义（$P=0.005$）。见表1。

2.2 活检管道内径为2.0 mm的支气管镜管道干燥时间

不同干燥时间的2.0 mm内径支气管镜合格率分别为：10 s组80.0%（24/30），20 s组90.0%（27/30），30 s组100.0%（30/30）。因本3×2列联表中50.0%单元格的理论频数小于5（最小理论频数为3），不满足Pearson χ^2检验的适用条件，故采用Fisher-Freeman-Halton精确检验进行组间整体比较，结果显示：不同干燥时间的支气管镜合格率比较，差异有统计学意义（$P=0.034$）。

表1 3.0 mm内径支气管镜干燥时间比较

Table 1 Comparison of drying time for the 3.0 mm diameter bronchoscope

组别	合格条数/条	不合格条数/条	合格率/%
10 s（$n=30$）	24	6	80.0
20 s（$n=30$）	23	7	76.7
30 s（$n=30$）	29	1	96.7
40 s（$n=30$）	30	0	100.0
P值			0.005

表2 2.0 mm内径支气管镜干燥时间比较

Table 2 Comparison of drying time for the 2.0 mm diameter bronchoscope

组别	合格条数/条	不合格条数/条	合格率/%
10 s（$n=30$）	24	6	80.0
20 s（$n=30$）	27	3	90.0
30 s（$n=30$）	30	0	100.0
P值			0.034

3 讨论

虽然软式内镜干燥的重要性已经得到共识，但由于指南或专家共识中缺少对干燥细节的明确规定，故在临床实际工作中，软式内镜的干燥情况并不乐观。尽管采取了干燥策略，仍有42.0%～95.0%的软式内镜管道内残留水分[15-16]。近年来，软式内镜管道干燥时间为研究热点，但均聚焦在消化内镜[12-14]。现有消化内镜管道干燥研究也大多聚焦在活检管道，水气管道及附送水管道由于其管道过细，活检钳无法伸入其

中，导致干燥效果的观察尤为困难。近年来，有学者[17-19]利用“透明镜”模型探讨消化内镜水气管道和附送水管道的干燥时间，结果表明，消化内镜水气管道和附送水管道的干燥时间远长于活检管道。支气管镜管道结构较消化内镜管道结构稍简单，只有活检管道和吸引管道，没有水气管道和附送水管道。本研究用活检钳夹取氯化钴试纸，分别置入活检管道和吸引管道内，通过试纸颜色变化来判断管道干燥情况，探讨不同规格支气管镜管道干燥时间，以期为临床上支气管镜管道干燥时间提供确切依据。

本研究选择3.0和2.0 mm两种不同活检管道内径的支气管镜，对比了不同干燥时长下的干燥合格率差异，结果显示，两种型号的支气管镜的干燥合格率尚可，但达到100.0%合格所需的干燥时长存在差异。对于2.0 mm内径支气管镜，10 s组和20 s组干燥时长的合格率分别为80.0%和90.0%，当干燥时间延长至30 s时，合格率即可达到100.0%，组间比较，差异有统计学意义（$P=0.034$）；而对于3.0 mm内径支气管镜，10 s组、20 s组和30 s组的合格率分别为80.0%、76.7%和96.7%，直至干燥时间延长至40 s时，合格率才达到100.0%，组间比较，差异有统计学意义（$P=0.005$）。上述结果提示：支气管镜的内径规格是影响干燥效果的关键因素之一，临床工作中需根据内镜管道内径，针对性设置干燥参数，而非采用“一刀切”的统一时长。虽然支气管镜和消化内镜都属于软式内镜，但其活检管道的干燥时间却并不一致。蔡薇等[12]研究表明，用0.2 MPa压力的气体吹注胃镜的活检管道，需2 min才能彻底干燥活检管道。这种差异可能有两方面的原因：其一，与支气管镜和胃镜的管道结构及长度不同有关，支气管镜插入部有效长度为600.0 mm，而胃镜插入部有效长度为1 000.0 mm，盛婷婷等[13]研究表明，有效长度越长的软式内镜，其管道干燥时间越长；其二，与气体压力不同有关，蔡薇等[12]的研究中，气枪压力为0.2 MPa，而本研究气枪压力为0.4 MPa，Hu等[20]研究表明，气体的压力越大，软式内镜管道干燥时间越短。2023版《内镜清洗工作站：YY/T 0992–2023》[21]要求气源压力范围在0.2～0.8 MPa，奥林巴斯内镜产品说明书[22]要求气体压力不超过0.5 MPa，故本中心在兼顾效率和安全性后，将奥林巴斯支气管镜吹注气体压力设置为0.4 MPa。

综上所述，建议在对支气管镜进行清洗消毒时，若气体压力能稳定在0.4 MPa，应将活检管道内径为3.0 mm的支气管镜管道干燥时间设置为40 s；而活检管道内径为2.0 mm的支气管镜，应将管道干燥时间设置为30 s。对于一些气泵容量不足，不能将气体压力稳定在0.4 MPa的医院，可适当延长管道注气时间，未来的研究应探讨在不同气体压力下，彻底干燥不同型号的支气管镜管道所需的注气时间，以期更好地为临床实际工作提供依据。

参 考 文 献：

[1] Botana-rial M, Leiro-fernández V, Núñez-delgado M, et al. A pseudo-outbreak of pseudomonas putida and stenotrophomonas maltophilia in a bronchoscopy unit[J]. Respiration, 2016, 92(4): 274-278.

[2] Beilenhoff U, Neumann C S, Rey J F, et al. Esge-Esgena guideline for quality assurance in reprocessing: microbiological surveillance testing in endoscopy[J]. Endoscopy, 2007, 39(2): 175-181.

[3] Kovaleva J, Peters F T, Van Der Mei H C, et al . Transmission of infection by flexible gastrointestinal endoscopy and bronchoscopy[J]. Clin Microbiol Rev, 2013, 26(2): 231-254.

[4] 周惠芳, 申永春, 杨翠, 等. 呼吸与危重症医学科疑似纤维支气管镜污染导致脓肿分枝杆菌医院感染假暴发的调查与控制[J]. 中国感染控制杂志, 2024, 23(9): 1167-1172.
Zhou Huifang, Shen Yongchun, Yang Cui, et al. Investigation and control of a pseudo-outbreak of Mycobacterium abscessus nosocomial infection suspected to be caused by contaminated fiberoptic bronchoscopes in the department of respiratory and critical care medicine[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2024, 23(9): 1167-1172.

[5] Travis H S, Russell R V, Kovaleva J, et al. Cross-contamination rate of reusable flexible bronchoscopes: a systematic literature review and Meta-analysis[J]. J Infect Prev, 2023, 24(3): 95-102.

[6] 刘运喜, 邢玉斌, 巩玉秀, 等. 软式内镜清洗消毒技术规范WS 507—2016[J]. 中国感染控制杂志, 2017, 16(6): 587-592.
Liu Yunxi, Xing Yubin, Gong Yuxiu, et al. Regulation for cleaning and disinfection technique of flexible endoscope[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2017, 16(6): 587-592.

[7] Muscarella L F. Use of ethylene-oxide gas sterilisation to terminate multidrug-resistant bacterial outbreaks linked to duodenoscopes[J]. BMJ Open Gastroenterol, 2019, 6(1): e000282.

[8] Society of Gastroenterology Nurses and Associates, Inc. Standards of infection control in reprocessing of flexible gastrointestinal endoscopes[J]. Gastroenterol Nurs, 2000, 23(4): 172-179.

[9] Day L W, Muthusamy V R, Collins J, et al. Multisociety guideline

on reprocessing flexible GI endoscopes and accessories[J]. Gastrointest Endosc, 2021, 93(1): 11-33.

[10] Cheung D Y, Jang B I, Kim S W, et al. Multidisciplinary and multisociety practice guideline on reprocessing flexible gastrointestinal endoscopes and endoscopic accessories[J]. Clin Endosc, 2020, 53(3): 276-285.

[11] Devereaux B M, Athan E, Brown R R, et al. Australian infection control in endoscopy consensus statements on carbapenemase-producing Enterobacteriaceae[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2019, 34(4): 650-658.

[12] 蔡薇, 石雪平, 李雯, 等. 不同吹气时间对软式内镜活检管道干燥效果对比研究[J]. 中国消毒学杂志, 2023, 40(5): 392-395.
Cai Wei, Shi Xueping, Li Wen, et al. Comparative study on the drying effect of different air-blowing durations on biopsy channels of flexible endoscopes[J]. Chinese Journal of Disinfection, 2023, 40(5): 392-395.

[13] 盛婷婷, 陈丽娜, 刘文龙, 等. 精准注气时间在软式内镜管道干燥效果评价中的应用[J]. 中华医院感染学杂志, 2024, 34(20): 3157-3160.
Sheng Tingting, Chen Lina, Liu Wenlong, et al. Application of precise gas injection time in the evaluation of drying effect of soft endoscopic lumens[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2024, 34(20): 3157-3160.

[14] 朱海霞, 林贵德, 韩石珍, 等. 软式内镜活检管腔干燥方法及时间研究[J]. 护理学杂志, 2024, 39(17): 58-60.
Zhu Haixia, Lin Guide, Han Shizhen, et al. Study on strategy and time for dryness of suction biopsy channel of flexible endoscope[J]. Journal of Nursing Science, 2024, 39(17): 58-60.

[15] Ofstead C L, Wetzler H P, Eiland J E, et al. Assessing residual contamination and damage inside flexible endoscopes over time[J]. Am J Infect Control, 2016, 44(12): 1675-1677.

[16] Ofstead C L, Heymann O L, Quick M R,et al. Residual moisture and waterborne pathogens inside flexible endoscopes: evidence from a multisite study of endoscope drying effectiveness[J]. Am J Infect Control, 2018, 46(6): 689-696.

[17] Nerandzic M, Antloga K, Litto C, et al. Efficacy of flexible endoscope drying using novel endoscope test articles that allow direct visualization of the internal channel systems[J]. Am J Infect Control, 2021, 49(5): 614-621.

[18] Yassin M, Clifford A, Dixon H, et al. How effective are the alcohol flush and drying cycles of automated endoscope reprocessors? Stripped endoscope mode[J]. Am J Infect Control, 2023, 51(5): 527-532.

[19] 王缃兰, 骆孜, 王青, 等. 灌流管在消化内镜管道干燥中的应用研究[J]. 中国内镜杂志, 2025, 31(9): 76-80.
Wang Xianglan, Luo Zi, Wang Qing, et al. Application of perfusion tube in the drying of digestive endoscope channels[J]. China Journal of Endoscopy, 2025, 31(9): 76-80.

[20] Hu Wenqian, Li Jinying, Zhou Chenying, et al. Impact of different pressures on the drying time of flexible endoscopes[J]. J Hosp Infect, 2025, 161: 37-43.

[21] 国家药品监督管理局. 内镜清洗工作站: YY/T 0992—2023[S]. 北京: 中国标准出版社, 2023.
National Medical Products Administration. Endoscopic cleaning workstation: YY/T 0992—2023[S]. Beijing: Standards Press of China, 2023.

[22] 刘文龙, 朱炫瑞, 田贺峰, 等. 吉林省 67 家医院软式内镜干燥现状调查[J]. 中国消毒学杂志, 2023, 40(5): 370-375.
Liu Wenlong, Zhu Xuanrui, Tian Hefeng, et al. Investigation on drying status of flexible endoscopes in 67 hospitals in Jilin province[J]. Chinese Journal of Disinfection, 2023, 40(5): 370-375.

（彭薇 编辑）

本文引用格式：

李敏, 王缃兰, 吴熳, 等. 不同规格支气管镜管道干燥时间探讨[J]. 中国内镜杂志, 2026, 32(8): 86-90.

Li Min, Wang Xianglan, Wu Man, et al. Study on air-inflation duration for complete drying of the lumen of bronchoscopes with different specifications[J]. China Journal of Endoscopy, 2026, 32(8): 86-90.