DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20263071

·论著·

基于高效维护精细化管理的软式内镜一用一测漏实践研究:感染防控与成本效益分析

李贤煌[1],张　勋[1],马久红[1],黄　茜[1],胡　丹[1],陈　辉[2],涂鑫耀[1]
(1. 南昌大学第一附属医院消化内科,消化疾病江西省重点实验室,江西省消化系统疾病临床研究中心,消化病医院,江西 南昌　330006;2. 南昌大学第一附属医院消毒供应中心,江西 南昌　330006)

[摘　要] **目的**　探讨软式内镜“一用一测漏”在感染防控与成本效益中的作用。**方法**　回顾性分析某三级甲等医院消化内镜中心 2016—2024 年内镜维修数据,比较实施高效维护精细化管理(奥林巴斯软式内镜“一用一测漏”)实施前(2016 年 1 月—2016 年 12 月)、实施期(2017 年 1 月—2017 年 12 月)和实施后(2018 年 12 月—2024 年 12 月)三个阶段内镜大修发生率、大修渗漏占比、大修维修费用、维修合同定价消费率、微生物学监测不合格率及成本效益比等指标。**结果**　比较实施前后数据,每万例次诊疗量的内镜大修发生率从高效维护活动实施前 8.08%、实施期 7.37% 降至实施后 4.53%,大修渗漏占比从实施前 73.61%、实施期 71.23% 降至实施后 44.87%,A 级和 C 级大修总费用从实施前 387.709 万元、实施期 373.274 万元降至实施后 312.499 万元,维修合同定价消费率从实施前 199.95%、实施期 177.09% 降至实施后 106.00%。微生物学监测不合格率从实施前 9.09%、实施期 7.07% 降至实施后 3.02%,三组(实施前、实施期、实施后)内镜监测不合格率比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。成本效益分析显示,实施前后成本效益比(CBR)为 7.73∶1。**结论**　高效维护精细化管理下的软式内镜“一用一测漏”制度,能有效延长内镜使用寿命,降低感染风险和成本支出,兼具显著临床和经济价值,并提升内镜设备使用效率,保障患者安全,助力医疗机构实现长期经济效益和可持续管理。

[关　键　词] 软式内镜;一用一测漏;高效维护精细化管理;感染控制;成本效益
[中图分类号] R181.3+2

Practice of “single leakage detection for single use” of flexible endoscopes based on efficient maintenance refined management: infection control and cost-benefit analysis

LI Xianhuang[1], *ZHANG Xun*[1], *MA Jiuhong*[1], *HUANG Xi*[1], *HU Dan*[1], *CHEN Hui*[2], *TU Xinyao*[1](1. *Department of Gastroenterology, Jiangxi Provincial Key Laboratory of Digestive Diseases, Jiangxi Clinical Research Center for Gastroenterology, Digestive Disease Hospital, The First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang* 330006, *China*; 2. *Central Sterile Supply Department, The First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang* 330006, *China*)

[**Abstract**] **Objective**　To explore the role of “single leakage detection for single use” in infection prevention and cost-benefit of flexible endoscope. **Methods**　Endoscope maintenance data of digestive endoscopy center in a tertiary first-class hospital from 2016 to 2024 were analyzed retrospectively. Several indicators before (January-December 2016), during (January-December 2017), and after (December 2018-December 2024) implementing efficient maintenance refined management (“single leakage detection for single use” for Olympus flexible endoscope) were

[收稿日期]　2025－09－30
[基金项目]　江西省卫生健康委科技计划项目(202510224)
[作者简介]　李贤煌(1997－),女(汉族),江西省井冈山市人,主管护师,主要从事消化内镜护理与感染控制相关研究。
[通信作者]　张勋　　E-mail:zhangxunsuifeng@126.com

compared, these indicators included endoscope major repair rate, the proportion of major repair for leakage, the cost of major repair, the consumption rate of maintenance contract pricing, the unqualified rate of microbiological monitoring, and the cost-benefit ratio, *et al*. **Results** The data before and after implementation were compared, the occurrence rate of endoscope major repair per 10 000 cases of diagnosis and treatment decreased from 8.08% before the implementation of efficient maintenance activities and 7.37% during the implementation period to 4.53% after implementation. The proportion of major repair on leakage decreased from 73.61% before implementation and 71.23% during implementation to 44.87% after implementation. The total cost of level-A and level-C major repair decreased from 3.877 09 million Yuan before implementation and 3.732 74 million Yuan during implementation to 3.124 99 million Yuan after implementation. The consumption rate of maintenance contract pricing decreased from 199.95% before implementation and 177.09% during implementation to 106.00% after implementation. The unqualified rate of microbiological monitoring decreased from 9.09% before implementation and 7.07% during implementation to 3.02% after implementation. There was a statistically significant difference in the unqualified monitoring rate of endoscope among the three groups (before, during, and after implementation) ($P<0.05$). The cost-benefit analysis showed that the cost-benefit ratio (CBR) before and after implementation was 7.73 ∶ 1. **Conclusion** The "single leakage detection for single use" system for flexible endoscopes under efficient maintenance refined management can effectively extend the service life of endoscopes, reduce infection risks and cost expenditures, and has significant clinical and economic value, it improves the efficiency of endoscope device use, ensures patient safety, and can assist medical institutions in achieving long-term economic benefits and sustainable management.

[**Key words**] flexible endoscope; single leakage detection for single use; efficient maintenance refined management; infection control; cost-benefit

随着内镜技术的快速发展,软式内镜(以下简称"内镜")已成为消化道疾病诊疗中不可或缺的工具[1]。然而,因其可重复使用且结构复杂,易引发医院感染。尽管一次性使用内镜逐步推进[2-4],受成本、性能和环境可持续性等因素影响[5-6],可重复使用内镜仍是临床首选。研究[7-8]表明,内镜清洗消毒不彻底是相关感染的主要原因。近年来,多个国家多重耐药菌感染事件与内镜渗漏未及时检测处理密切相关,尤其在缺乏有效测漏时[9]。因此,医疗机构亟需更可靠的内镜维护与感染控制方案,以保障患者安全并确保内镜长期有效使用。

测漏是指确认内镜的表层和管道是否完整的检测,是保持内镜安全性和功能性的重要过程[10]。通过测漏可识别内镜渗漏情况,及早发现并修复潜在问题,防止故障恶化,降低维修费用并延长设备寿命。同时,测漏能避免因渗漏导致的清洗消毒不彻底,降低医院交叉感染风险。然而,传统内镜测漏多采用定期或故障后检测,难以充分保障使用安全。"一用一测漏"制度规定每次使用后必须进行测漏,以便及时发现细微损伤,防止损伤扩大引发严重维修问题[2]。如何通过科学管理延长可重复使用内镜的寿命并确保其安全,已成为内镜中心管理的重要课题。

高效维护精细化管理是指通过数据驱动和主动干预,最大化设备可靠性、延长资产寿命并降低运维成本[11]。本研究将该管理模式应用于某三级甲等医院消化内镜中心,推行软式内镜"一用一测漏"制度,并系统比较制度实施前后内镜维修状况及感染控制成效的差异。主要目标为:(1)分析"一用一测漏"对内镜维修频次及成本的作用;(2)评估其对内镜微生物采样合格率的改善效果;(3)从成本效益视角分析该制度的经济价值;(4)归纳实施过程中的关键成功要素与面临的挑战。

1 对象与方法

1.1 研究对象 本研究采用回顾性队列研究方法,选取 2016 年 1 月—2024 年 12 月某三级甲等医院消化内镜中心常规使用的 198 条奥林巴斯内镜。见表 1。研究按时间分为三组:2016 年 1—12 月为高效维护措施实施前,2017 年 1—12 月为实施期,2018 年 1 月—2024 年 12 月为实施后。排除标准:(1)研究期间新购置且在保修期内的内镜(即购置后一年内的设备);(2)研究期间报废的内镜;(3)研究期间停用的内镜(不含因维修停用的设备)。

表 1 198 条奥林巴斯内镜的基本情况

Table 1 Basic information of 198 Olympus endoscopes

内镜类型	型号	条数(条)	占比(%)
胃镜	GIF-Q260J	47	23.74
	GIF-HQ290	52	26.26
	GIF-H290	12	6.06
肠镜	CF-Q260AI	27	13.64
	PCF-260JI	6	3.03
	CF-H290I	41	20.71
十二指肠镜	TJF-260V	8	4.04
	JF-260V	2	1.01
超声内镜	GF-UCT260	2	1.01
	GF-UE260	1	0.50

1.2 方法

1.2.1 高效维护精细化管理实施方法 自 2017 年起,本中心将高效维护精细化管理理念应用于软式内镜测漏流程,围绕流程标准化、信息可视化、环境规范化和质量可控化,建立“一用一测漏”质量管理体系,主要措施包括:(1)可视化看板管理。在清洗消毒室配置电子看板,实时显示内镜编号、使用频次、测漏执行状态及结果,通过颜色预警标识异常,助力及时介入,加强内镜完整性和感染风险监控。(2)标准化操作与培训。基于奥林巴斯标准流程,制定《一用一测漏操作规程》,统一测漏准备、操作步骤、异常处置和记录规范。测漏人员需经培训考核合格方可上岗,并定期接受再培训和技能考核,质量控制小组每月审查记录完整性和异常上报情况。(3)“6S”管理规范测漏环境。依据“6S”管理要求,对测漏及清洗消毒区域实施定置管理,规范设备摆放,保持操作环境整洁,增强人员规范操作意识,降低环境污染和操作误差风险。(4)PDCA 循环推动持续改进。以大修发生率、渗漏占比、维修费用和微生物采样不合格率等为质量指标,每季度进行数据分析,制定并落实改进措施,评估成效并制度化,实现测漏流程持续优化和质量稳步提升。

1.2.2 内镜测漏方法 配备 2 名经专业培训的内镜清洗消毒员,专门负责每日所有内镜使用后的测漏工作。测漏采用标准奥林巴斯内镜水测法,具体操作包括:(1)安装测漏装置;(2)将内镜完全浸入水中;(3)向内镜内注入空气,使压力达到推荐的 25 kPa;(4)将整条内镜浸入水中,仔细观察至少 3 min,观察有无气泡冒出;(5)记录测漏结果。

1.2.3 内镜再处理方法 2016—2024 年,本中心依据 WS 507—2016《软式内镜清洗消毒技术规范》[12],严格执行“预处理 - 测漏 - 清洗 - 漂洗 - 消毒 - 终末漂洗 - 干燥 - 储存”的再处理步骤。

1.2.4 微生物学监测方法 参照 GB 15982—2012《医院消毒卫生标准》[13],对内镜进行采样和微生物培养。消毒后内镜,采用含相应中和剂的 50 mL 无菌洗脱液冲洗管腔以采集标本。取 2 mL 洗脱液分别接种至 2 个琼脂平板(每平板 1 mL),剩余洗脱液经 0.45 μm 滤膜过滤后,将滤膜贴于琼脂平板培养。所有平板置于(36 ± 1)℃恒温培养箱培养 48 h 后计数菌落,菌落总数≤20 CFU/件判定为合格,>20 CFU/件为不合格。内镜采样频率为每月 1 次,确保 1 年内全覆盖。

1.3 数据收集 收集以下数据:(1)内镜维修记录,涵盖大修次数、大修发生率、大修渗漏占比以及维修费用等;(2)内镜微生物学监测结果;(3)测漏成本投入及节约金额。内镜维修按故障严重程度和复杂性分为五个等级,其中大修包含 A、B、C 三级。具体分级标准为:A 级大修涉及内镜核心部件(如像素/CCD 模块、光学镜头、内镜先端、物镜、弯曲管、插入管等),需拆解后进行复杂修复或更换,费用高昂;B 级大修针对物镜、内镜先端、弯曲管、钳子管等部件的修复,操作复杂且费用较高;C 级大修聚焦基础部件(如弯曲管、橡皮、插入管等)的修复,费用较低。D 级与 E 级维修则以小部件及简单修复为主,费用低廉且对内镜使用影响较小。

1.4 相关指标计算 每万例次诊疗量的内镜大修发生率 = [内镜大修次数/内镜数量 × 诊疗量(万例)] × 100%,内镜渗漏大修占比 = (内镜大修渗漏次数/内镜大修次数) × 100%。合同消费率 = (同期内实际发生的维修费用/合同总金额) × 100%,反映实际维修费用与合同金额之间的差距。合同定价消费率 = (维修费用/合同预算费用) × 100%,反映合同定价与实际维修费用之间的差异,评估合同费用标准是否合理。成本效益比(CBR) = 总收益/总成本,用于评估项目的经济效益。

1.5 统计分析 应用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。计数资料采用例数和百分比表示,组间比较采用 Fisher 确切概率检验,$P \leqslant 0.05$ 为差异有统计学意义;多组间两两比较采用 *Bonferroni* 法,$P < 0.016\,7$ 为差异有统计学意义。成本效益分析使用 CBR 进行计算。

2　结果

2.1　实施前后内镜维修情况　2016—2024 年实施高效维护精细化管理，即“一用一测漏”制度后，每万例次诊疗量的内镜大修发生率从实施前 8.08%、实施期 7.37%降至实施后年均 4.53%，大修渗漏占比从实施前 73.61%、实施期 71.23%降至实施后年均 44.87%。见表 2 和图 1。大修中 A 级修理次数分别从实施前 20 次，实施期 20 次，减少到实施后年均 12 次，而 C 级修理次数分布从实施前 52 次，实施期 53 次，增加互实施后平均 74 次；A 级和 C 级大修总费用从实施前 387.709 万元、实施期 373.274 万元，降至实施后 312.499 万元，其中 A 级大修的费用从实施前 221.132 万元、实施期 212.842 万元，降至实施后 116.688 万元。见图 1 和表 3。维修合同定价消费率从实施前 199.95%、实施期 177.09%降至实施后 106.00%，维修合同消费率从实施前 500.00%、实施期 397.80%降至实施后 280.00%。见图 1～2。

表 2　高效维护精细化管理实施前后内镜维修基本情况

Table 2　Basic situation of endoscope maintenance before and after the implementation of efficient maintenance refined management

年份	诊疗量(万例)	内镜数量(条)	内镜大修次数(次)	内镜大修发生率(%)	内镜大修渗漏次数(次)	内镜大修渗漏占比(%)
2016 年	9.0	99	72	8.08	53	73.61
2017 年	10.0	99	73	7.37	52	71.23
2018 年	10.2	99	67	6.63	31	46.27
2019 年	10.6	99	38	3.62	21	55.26
2020 年	11.0	152	73	4.37	47	64.38
2021 年	12.0	172	107	5.18	59	55.14
2022 年	13.0	176	91	3.98	33	38.26
2023 年	14.8	198	114	3.89	36	31.58
2024 年	15.5	198	114	3.71	44	38.60

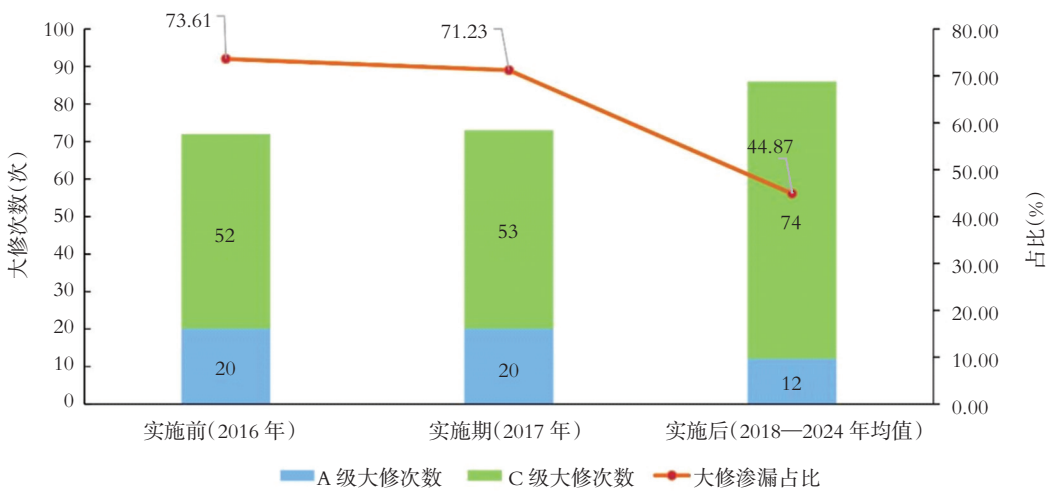


图 1　高效维护精细化管理实施前后内镜大修次数和内镜大修渗漏占比情况

Figure 1　The number of endoscope major repair and the proportion of major repair for endoscope leakage before and after the implementation of efficient maintenance refined management

表 3　高效维护精细化管理实施前后内镜 A 级和 C 级大修维修费用情况

Table 3　Cost of level-A and level-C endoscope major repair before and after the implementation of efficient maintenance refined management

组别	大修等级	大修次数(次)	维修费用(万元)	单次维修费用($\bar{x}\pm s$,万元)
实施前	A 级	20	221.132	11.057±7.930
	C 级	52	166.577	3.203±0.542
实施期	A 级	20	212.842	10.642±7.996
	C 级	53	160.432	3.027±0.554
实施后	A 级	12	116.688	9.724±1.816
	C 级	74	195.811	2.646±0.923

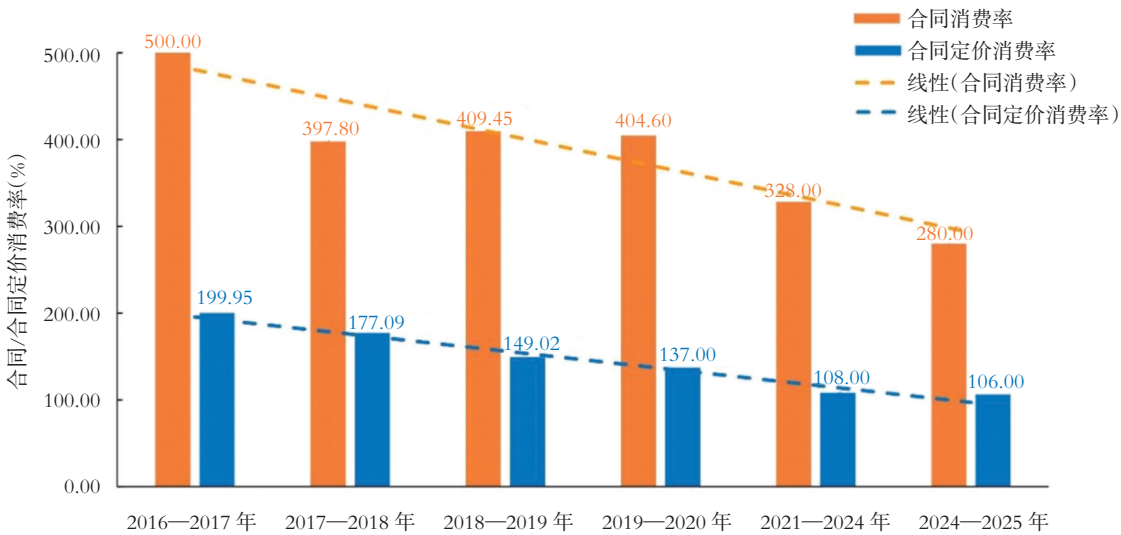


图 2　内镜维修合同消费率情况

Figure 2　Consumption rate of digestive endoscope maintenance contracts

2.2　实施前后微生物学监测结果　微生物学监测结果显示,高效维护精细化管理实施前内镜检测不合格 9 条(9.09%),实施期间为 7 条(7.07%),实施后降至 3 条(3.02%),见表 4。三组(实施前、实施期、实施后)内镜监测不合格率比较,差异具有统计学意义($P<0.05$),其中实施前后差异有统计学意义($P=0.006$)。

表 4　高效维护精细化管理实施前后内镜微生物学监测结果

Table 4　Endoscope microbiological monitoring results before and after the implementation of efficient maintenance refined management

组别	采样数(条)	不合格数(条)	不合格率(%)
实施前	99	9	9.09
实施期	99	7	7.07
实施后	1 094	33	3.02

2.3　成本效益分析　实施高效维护精细化管理后,年均新增测漏人力成本 6.0 万元,设备维护与耗材成本年均增加 0.216 万元,总成本达 6.216 万元;同时,维修合同金额年均节省 8.330 万元,合同期内实际修理费用年均节省 39.708 万元,总收益为 48.038 万元,据此计算出 CBR 为 7.73∶1,即每投入 1 元测漏成本,可节省 7.73 元综合成本。

3　讨论

测漏检测是保障内镜安全性和功能的重要步骤。内镜使用中若微小损伤未被及时发现和修复,可能发展为严重结构故障,进而显著增加维修成本[14]。本研究显示,实施“一用一测漏”制度后,尽管大修总次数有所上升,但随着内镜诊疗量增长,内镜的大修发生率和大修维修费用呈下降趋势。这表明,通过规范及时的渗漏检测,在故障早期介入处

理，能阻止损伤进一步扩大，从而有效降低大修发生率及维修成本。江明尹等[2]研究指出，漏水是内镜最常见的故障之一，约占所有内镜故障的 65.75%，多与测漏检测不及时或操作不规范有关，导致潜在渗漏隐患未被及时发现；进一步研究发现，内镜 83.3% 的 A 级故障和 88.1% 的 C 级故障与测漏检测不到位或未按规范操作密切相关。本研究中 A 级和 C 级修理数量的变化趋势与上述研究结果一致，说明漏水是内镜大修的关键影响因素。因此，实施“一用一测漏”制度，可及时发现内镜微小渗漏和早期损伤，减少不必要大修，延长使用寿命，降低总体维修成本，同时提升内镜使用安全性和可靠性，为医疗机构内镜维修与质量管理提供切实可行的管理策略。

测漏检测对感染控制至关重要，尤其针对内镜的钳子管道和水气管道等狭长腔道，此类结构易产生微裂隙。内镜渗漏是导致清洗消毒失败的重要原因[15]，渗漏会使污染物侵入内镜内部，清洗刷无法触及，从而形成微生物残留，为生物膜形成创造条件。生物膜由细菌及其分泌的胞外聚合物组成，能有效抵抗清洗和消毒，形成细菌持续繁殖的保护屏障[16]。研究[17-18]表明，生物膜一旦形成，将持续污染内镜清洗消毒，成为交叉感染的潜在源头。因此，“一用一测漏”的实施能在内镜出现微小裂口时及时发现，阻止渗漏液体扩散，降低微生物的积聚与传播风险，防止生物膜形成[19-20]。对于十二指肠镜等复杂内镜，若渗漏未及时检测并修复，可能引发细菌残留，甚至导致多重耐药菌传播[9, 21]。由此可见，渗漏检测是预防感染控制失效，保障内镜安全使用的核心步骤。

本研究成本效益分析显示，“一用一测漏”制度具有显著经济优势。尽管需增加测漏人力和设备投入，但这些成本被维修费用减少和内镜周转效率提升等抵消，整体呈现净正效益。结果显示 CBR 为 7.73∶1，体现良好投资回报。相较于全面使用一次性内镜的方案，该制度环境成本更低。研究[22-23]指出，医疗废物处理是内镜中心面临的重大挑战，而一次性内镜会显著增加医疗废物量[6]。“一用一测漏”制度在保障安全的同时，有效避免了大量一次性器械带来的环境压力。

高效维护精细化管理为“一用一测漏”制度的成功实施提供了保障。通过可视化看板、标准化流程和“6S”管理，实现了测漏工作的规范化与可持续性，尤其是专人负责制度的建立，确保了测漏工作的专业性和连续性[24-25]。但本研究尚存一定不足：(1)作为单中心研究，其结果仅体现该机构现有标准操作，后续可开展多中心研究以验证普适性；(2)未对不同种类内镜（如胃镜、肠镜、十二指肠镜）单独分析。未来研究可扩大样本规模，延长观察周期，更全面评估各类内镜的维修及感染控制成效。

综上所述，推行高效的“一用一测漏”精细化管理制度，能有效降低内镜大修发生率，提升微生物学监测合格率，进而降低感染风险及减少成本开支，具有显著的临床与经济效益，值得推广应用。同时，建议医疗机构在执行中强化高效维护的精细化管理，重点落实标准化流程与专人负责制，以保障测漏工作质量及可持续性。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

[1] Liu JP, Qiu YF, Liu YL, et al. The reliability and quality of videos as guidance for gastrointestinal endoscopy: cross-sectional study[J]. J Med Internet Res, 2025, 27: e58855.

[2] 江明尹, 王道雄, 李强, 等. 基于真实世界数据的消化内镜故障维修分析[J]. 医疗卫生装备, 2022, 43(5): 60-64.
Jiang MY, Wang DX, Li Q, et al. Comprehensive analysis of gastrointestinal endoscope maintenance based on real world data[J]. Chinese Medical Equipment Journal, 2022, 43(5): 60-64.

[3] Römmele C, Ayoub M, Wanzl J, et al. Clinical evaluation of a novel single-use therapeutic gastroscope: a pilot feasibility study[J]. Endoscopy, 2025, 57(4): 339-344.

[4] Ren XZ, Zhou WJ, Jin MY, et al. Human visual transduction mechanism-inspired adaptive enhancement network during endoscopy[J/OL]. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics. (2025-08-01)[2025-09-20]. https://doi.org/10.1109/JBHI.2025.3594213.

[5] Sharif K, de Santiago ER, David P, et al. Ecogastroenterology: cultivating sustainable clinical excellence in an environmentally conscious landscape[J]. Lancet Gastroenterol Hepatol, 2024, 9(6): 550-563.

[6] Namburar S, von Renteln D, Damianos J, et al. Estimating the environmental impact of disposable endoscopic equipment and endoscopes[J]. Gut, 2022, 71(7): 1326-1331.

[7] Anwardeen Ziaudeen SZ, Yeo CS, Yeo DXW. Validity of the efficacy of the spray flushing cleaning method in flexible endoscope reprocessing[J]. World J Gastroenterol, 2025, 31(11): 101743.

[8] Leeb-Zatorska B, Van den Nest M, Ebner J, et al. Tolerance of *Pseudomonas oleovorans* biofilms to disinfectants commonly used in endoscope reprocessing? [J]. Biofilm, 2024, 8:

100221.

[9] Kwakman JA, Bexkens ML, Bruno MJ, et al. Persistent contamination of a duodenoscope working channel in a non-clinical simulated ERCP setting[J]. Endoscopy, 2022, 54(11): 1085-1090.

[10] 中国医学装备协会. 非一次性使用消化内镜再处理操作规程: T/CAME 35-2021[S]. 北京: 中国医学装备协会, 2021.
China Association of Medical Equipment. Protocol of non-disposable use gastrointestinal endoscope reprocess: T/CAME 35-2021[S]. Beijing: China Association of Medical Equipment, 2021.

[11] 何金. 浅析精细化管理在医院医疗设备维护保养中的应用[J]. 中国设备工程, 2025(10): 59-61.
He J. Analysis on the application of refined management in the maintenance of hospital medical equipment[J]. China Plant Engineering, 2025(10): 59-61.

[12] 刘运喜, 邢玉斌, 巩玉秀. 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 YX, Xing YB, Gong YX. Regulation for cleaning and disinfection technique of flexible endoscope: WS 507-2016[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2017, 16(6): 587-592.

[13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 医院消毒卫生标准: GB 15982—2012[S]. 北京, 2012.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, China National Standardization Administration Committee. Hygienic Standard for Hospital Disinfection: GB 15982-2012[S]. Beijing, 2012.

[14] 黄小坪, 郭展熊. 降低胃肠镜故障率与减少维修费用的管理方法探讨[J]. 中国医疗设备, 2016, 31(11): 172-173, 179.
Huang XP, Guo ZX. Discussion on a management method for reduction of the failure rate and maintenance cost of the gastrointestinal endoscope[J]. China Medical Devices, 2016, 31(11): 172-173, 179.

[15] Mehta AC, Muscarella LF. Bronchoscope-related "superbug" infections[J]. Chest, 2020, 157(2): 454-469.

[16] Li YZ, Xiao P, Wang YL, et al. Mechanisms and control measures of mature biofilm resistance to antimicrobial agents in the clinical context[J]. ACS Omega, 2020, 5(36): 22684-22690.

[17] Speer T, Alfa M, Jones D, et al. WGO guideline-endoscope disinfection update[J]. J Clin Gastroenterol, 2023, 57(1): 1-9.

[18] Rutala WA, Weber DJ. Gastrointestinal endoscopes: a need to shift from disinfection to sterilization? [J]. JAMA, 2014, 312(14): 1405-1406.

[19] Shang RD, Liu J, Luo Z, et al. Effect of an automated flexible endoscope channel brushing system on improving reprocessing quality: a randomized controlled study[J]. Endoscopy, 2023, 55(7): 636-642.

[20] 周梦娇, 李贤煌, 毕正琴, 等. 钳子管道内刮痕对软式内镜再处理质量的影响[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20(10): 928-932.
Zhou MJ, Li XH, Bi ZQ, et al. Impact of scratches in the endoscopic forceps channel on the quality of endoscopic reprocessing[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2021, 20(10): 928-932.

[21] Trindade AJ, Copland A, Bhatt A, et al. Single-use duodenoscopes and duodenoscopes with disposable end caps[J]. Gastrointest Endosc, 2021, 93(5): 997-1005.

[22] Menini M, Crisciotti C, Hassan C, et al. Reducing the environmental impact of gastrointestinal endoscopy: a prospective study on waste management through waste segregation and staff education[J]. Endoscopy, 2026, 58(1): 64-69.

[23] Harne PS, Harne V, Rehman A, et al. First step to environmentally sustainable endoscopy practice: a prospective study of minimizing multiple device use during screening colonoscopy at a large tertiary center[J]. Endoscopy, 2025, 57(5): 500-503.

[24] Rauwers AW, Voor In't Holt AF, Buijs JG, et al. Assessment of postmanual cleaning adenosine triphosphate tests to prevent the use of contaminated duodenoscopes and linear echoendoscopes: the DETECT study[J]. Gastrointest Endosc, 2022, 96(2): 282-290.e5.

[25] Haas B, James S, Parker AE, et al. Comparison of quantification methods for an endoscope lumen biofilm model[J]. Biofilm, 2023, 6: 100163.

(本文编辑:文细毛)

本文引用格式:李贤煌,张勋,马久红,等. 基于高效维护精细化管理的软式内镜一用一测漏实践研究:感染防控与成本效益分析[J]. 中国感染控制杂志,2026,25(6):883-889. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20263071.

Cite this article as: LI Xianhuang, ZHANG Xun, MA Jiuhong, et al. Practice of "single leakage detection for single use" of flexible endoscopes based on efficient maintenance refined management: infection control and cost-benefit analysis[J]. Chin J Infect Control, 2026, 25(6): 883-889. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20263071.