

结肠镜标准化插入流程的循证基础与培训转化

灵 灵¹, 庞 健^{2*}, 王腾祺², 田永静², 郭靖宇², 孙 晨²

¹内蒙古科技大学包头医学院研究生院, 内蒙古 包头

²巴彦淖尔市医院胃肠外科, 内蒙古 巴彦淖尔

收稿日期: 2026年7月4日; 录用日期: 2026年7月28日; 发布日期: 2026年8月7日

摘 要

结肠镜插入质量直接影响盲肠到达、患者耐受性及撤镜观察条件, 是结肠镜质量控制的重要基础。本文围绕结肠镜标准化插入流程, 综述轴保持与短缩、水辅助插入、少气/吸引、腹压与体位调整、透明帽辅助及困难插镜处理等策略的循证依据, 并分析其在流程构建、质量评价和培训转化中的应用价值。现有证据显示, 多项单一技术可在特定场景下改善插入效率、疼痛体验或辅助操作需求, 但研究多受病例选择、操作者经验、技术定义和评价终点差异影响, 尚不足以证明某一完整标准化流程的普遍有效性。标准化流程的主要价值在于将分散经验转化为可执行、可评价且可推广的操作路径。未来仍需开展多中心真实世界研究, 进一步明确流程构成、评价指标及培训转化效果。

关键词

结肠镜, 插入技术, 标准化流程, 质量控制, 培训转化

Evidence-Based Foundations and Training Implementation of Standardized Colonoscope Insertion Protocols

Ling Ling¹, Jian Pang^{2*}, Tengqi Wang², Yongjing Tian², Jingyu Wu², Chen Sun²

¹Graduate School, Baotou Medical College, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou Inner Mongolia

²Department of Gastrointestinal Surgery, Bayannur Hospital, Bayannur Inner Mongolia

Received: July 4, 2026; accepted: July 28, 2026; published: August 7, 2026

*通讯作者。

文章引用: 灵灵, 庞健, 王腾祺, 田永静, 郭靖宇, 孙晨. 结肠镜标准化插入流程的循证基础与培训转化[J]. 临床医学进展, 2026, 16(8): 600-608. DOI: 10.12677/acm.2026.1682831

Abstract

The quality of colonoscope insertion directly influences cecal intubation, patient tolerability, and subsequent withdrawal-phase mucosal inspection, and is therefore a key component of colonoscopy quality control. This review summarizes the evidence for major insertion optimization strategies, including axis maintenance and loop reduction, water-assisted insertion, luminal management through minimal insufflation and suction, abdominal compression, patient repositioning, cap-assisted insertion, and management of difficult colonoscopy. It further discusses the rationale for developing a standardized insertion protocol and its value in quality assessment and training implementation. Current evidence indicates that individual techniques may improve insertion efficiency and patient comfort, or reduce the need for auxiliary maneuvers in selected settings. However, heterogeneity in case selection, operator experience, technical definitions, and outcome measures limits direct extrapolation to the overall effectiveness of a complete standardized protocol. The primary value of a standardized protocol lies in consolidating scattered experience-based skills into an executable, assessable, and generalizable structured pathway. Further multicenter real-world studies are needed to define its components, evaluation metrics, and training outcomes.

Keywords

Colonoscopy, Insertion Technique, Standardized Protocol, Quality Control, Training Implementation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

结肠镜是结直肠癌筛查和诊治的重要手段，其检查质量直接影响盲肠到达、病变检出和患者体验[1][2]。插入阶段是高质量结肠镜检查的基础环节，受病例解剖特点、操作者技术、肠道准备、患者耐受性及辅助策略等多因素影响[3][4]。近年来，轴保持与短缩、水辅助插入、腔道管理、腹压辅助、体位调整及透明帽等技术不断受到关注，但相关证据多集中于单项措施[5][6]，还难以替代对完整插入路径的系统构建。本文围绕结肠镜标准化插入流程的循证基础、质量控制价值及培训转化意义进行综述，以期为临床操作规范化和培训评价提供参考。

2. 结肠镜插入技术的影响因素与优化策略

2.1. 结肠镜插入技术的主要影响因素

结肠镜插入质量受病例基线、操作者能力和检查条件等多因素共同影响，并不完全取决于单一操作技巧[7][8]。病例与解剖因素构成插入难度分层的基础，高龄、女性、身体质量指数(body mass index, BMI)、肠道准备不足、结肠冗长、迂曲、锐角弯曲及袢形成等均可增加插入难度[9]。因此，插入策略选择应以主要受阻机制和病例复杂度判断为前提，而不宜将困难插镜简单归因于操作者手法不足。

操作者技术因素是插入质量中最重要的可干预因素。镜身推进与直线化、袢形成识别与解除、腔道辨认及主动性问题处理，是有效插入的基础环节。能力评估和学习曲线研究提示，结肠镜操作能力并非随操作例数线性提高，而需要通过持续训练、结构化评价和反馈逐步形成[10][11]。因此，操作者因素不

仅决定当前插入质量，也直接影响后续培训和质量改进路径。

肠道准备、镇静状态和团队配合虽不属于插入技术本身，但会影响腔道辨认、患者耐受性和操作连续性[3]。对这些因素进行规范管理，有助于减少不必要的推进和辅助操作，是构建标准化插入流程的现实前提。

2.2. 结肠镜插入优化策略的循证基础

结肠镜插入优化并非单纯追求加快进镜速度，而是需要围绕减少袢形成、控制肠腔过度扩张、改善患者耐受性和提高盲肠到达效率等目标展开。不同策略的证据强度和适用场景并不相同，更适合纳入分层化、组合化的插入路径，而不宜孤立或固定化使用。

轴保持与短缩是插入阶段的基础技术原则，主要通过减少镜身冗余、限制袢形成来维持推进力的有效传递。困难插镜管理和成功盲肠插管相关文献均强调，及时识别袢形成、适度回撤短缩、减少过度充气和维持镜身相对伸直，是提高插入效率、减轻不适和降低反复试探的重要基础。这一原则并非固定的动作清单，而是为后续腔道管理和辅助策略提供稳定的控镜基础。

水辅助插入是现有证据较为集中的优化方向，主要包括水浸法和水交换法[12][13]。与传统空气充盈相比，水辅助技术的优势主要体现在减轻插入期不适、改善患者耐受性及部分清洁或观察相关指标，但并不能简单概括为稳定提高所有场景下的盲肠插管成功率。其中，水交换强调在插入阶段维持低扩张状态，并通过注水和吸引减少腔内残留气体及污物；系统评价和荟萃分析提示，其在减轻疼痛和改善部分质量指标方面具有一定优势，但可能延长插入时间或总操作时间[14]。因此，水辅助尤其是水交换可作为证据相对充分的优化策略，但更适合根据患者耐受性、肠腔状态和操作者经验选择性应用。

少气、吸引及相关腔道管理应作为基础性操作原则。目的是避免过度充气导致肠腔扩张、袢形成和患者不适，为轴保持短缩和其他辅助策略创造更有利的推进条件。与单纯改变充气介质相比，持续的腔道管理更能体现插入流程中的过程控制价值。

腹压辅助、体位调整和透明帽辅助属于按需辅助策略。腹压和体位改变主要用于改善特定肠段通过条件[7][15]，透明帽则可通过改善镜端视野、撑开皱襞和维持镜端稳定性，辅助处理局部通过困难[16]。现有证据提示，这些措施可在部分场景中缩短盲肠插管时间或减少辅助需求，但获益具有情境依赖性，不宜固定化应用于所有患者。

困难插镜通常由解剖复杂、袢形成、疼痛耐受差、腔道管理困难或器械选择不当等因素共同造成，单一技术往往难以应对全部问题。较合理的处理路径应是先判断主要受阻机制，再按需组合水辅助、短缩、吸引、腹压、体位调整、透明帽或细径镜等措施[8][17]。对于既往插镜失败、成角明显或局部通过困难的患者，优化操作者、器械和辅助策略后重复结肠镜仍具有较高完成价值[18]。困难插镜处理的关键并非简单叠加技术，重点在于分步识别受阻原因、按需组合手段并适时调整策略。

3. 从单项技术到标准化流程：构建逻辑与质量控制价值

3.1. 从单项技术到标准化流程的构建逻辑

结肠镜插入优化并非若干单项技术的简单叠加，而是由病例判断、镜身控制、腔道管理、辅助介入和困难场景处理等环节连续构成的过程。现有研究已为水辅助、透明帽、腹压、体位调整及细径镜等措施在特定场景中的应用提供依据，但多数证据仍围绕某一操作、器械或局部结局展开，尚不能直接证明某一完整标准化流程的整体有效性。因此，流程构建的重点不能停留在“某项技术是否有效”，需要进一步回答“何种情境下、以何种顺序、依据何种决策逻辑调用不同策略”。

标准化插入流程至少应具备可执行、可评估、可培训和可复制四项属性。可执行强调流程能够适应

临床资源、患者差异和操作分工；可评估要求关键步骤和过程表现能够被观察、记录和反馈；可培训意味着复杂插入过程可被分解为相对明确的能力单元；可复制则要求流程在不同操作者和机构条件下保持一致。上述属性使插入流程从经验性操作概括提升为兼具临床实践、质量管理和培训转化价值的规范化路径[19]。

从操作层面看，标准化流程的重点并非固定动作清单，而是形成相对一致的问题处理顺序。操作者首先应判断受阻机制和病例复杂度，再围绕镜身短缩、袢形成处理、腔道低扩张管理及患者耐受性进行动态调整；当基础控镜和腔道管理仍不足以解决问题时，再按需调用腹压、体位调整、透明帽或器械替换等辅助措施。这有助于减少盲目推进和随意性试探，使困难场景下的操作决策更加明确。

3.2. 标准化流程的质量控制价值与证据边界

标准化流程的质量控制价值首先体现在过程指标的可观察化。盲肠插管率反映检查完成度，盲肠插管时间反映插入效率，实时疼痛评分反映患者耐受性，腹压、体位改变和器械调整等辅助需求则可反映过程控制难度。与单独关注盲肠插管率相比，将这些指标联合评价，更有助于识别插入阶段的问题来源和质量改进重点[20] [21]。

插入流程还可能通过改善近端到达、减少过度扩张、优化腔道清洁和提高患者配合度，为后续撤镜观察创造条件。但插入阶段并不等同于病变检出环节，腺瘤检出率、退镜时间和肠道准备质量仍需作为全程质量指标联合评价[22] [23]，不能简单推断某一插入流程已能稳定提高终末检出结局。因此，插入流程评价应以过程质量为核心，并谨慎解读其对检出质量的间接影响[24]。

患者体验和实施可持续性也应纳入流程评价。理想的流程不能仅追求快速到达盲肠，还应兼顾疼痛负担、镇静依赖、辅助操作需求和团队执行条件。若某一流程只能在高度理想化环境中完成，或以明显增加患者和团队负担为代价，其推广价值仍需重新评估。

同时应注意，当前证据仍存在技术定义、病例构成、操作者经验、终点设置和实施场景的异质性。多数研究来自单项技术、局部指标或培训场景，而非完整流程的直接比较。现有证据足以支持“标准化插入流程具有质量控制和培训转化价值”这一方向性判断，但尚不能证明某一固定流程模式已在不同临床场景中成熟定型。

4. 标准化流程的培训转化价值

4.1. 能力导向培训与流程框架价值

结肠镜培训的目标并非单纯积累操作例数，更重要的是形成能够独立实施高质量检查的综合胜任力[25] [26]。传统培训长期依赖累计例数判断进阶和资格，但现有共识及培训研究提示，相同操作例数并不必然对应相同能力水平，培训评价的重心已逐步转向可验证的胜任力标准[27] [28]。

标准化流程在培训中的主要价值，是为受训者提供相对清晰的操作顺序和问题处理框架。初学者面临的困难往往不只是单个动作不熟练，而是缺乏稳定的路径判断、袢形成识别、镜身短缩、腔道管理和辅助策略切换逻辑。将插入过程拆分为关键步骤、转折节点和反馈内容，可使培训从经验性示范转向结构化指导，也有助于带教者围绕具体能力短板进行反馈。

4.2. 过程评价、模拟训练与分层应用

过程评价工具为插入流程培训提供了可观察和可反馈的基础[29] [30]。直接观察操作技能评估(Direct Observation of Procedural Skills, DOPS)、Mayo 结肠镜技能评估工具(Mayo Colonoscopy Skills Assessment Tool, MCSAT) [31]、内镜胜任力评估(Assessment of Competency in Endoscopy, ACE) [27]和胃肠内镜胜任

力评估工具(Gastrointestinal Endoscopy Competency Assessment Tool, GiECAT) [32]等直接观察评价工具, 可从镜身控制、裨管理、主动问题处理、患者舒适度、病变识别和非技术能力等维度评价受训者表现, 弥补单纯例数和传统质量指标对过程能力反映不足的缺陷。其意义不止于评分, 更在于将经验性能力判断转化为结构化评价和形成性反馈。

然而, 现有过程评价工具在评估“流程遵循度”方面仍存在一定的结构性局限。DOPS、MCSAT、ACE 及 GiECAT 等工具主要用于评价操作者能否安全、有效地完成结肠镜操作及其总体胜任力, 而非专门评价其是否按照某一预设的标准化插入流程执行[29] [30]。现有工具虽涵盖镜身控制、裨管理、主动问题处理、患者舒适度及独立完成能力等内容, 但通常未依据明确的流程顺序、触发条件和策略切换节点, 对流程执行情况进行按操作顺序、按关键节点的结构化记录。因此, 较高的总体胜任力评分并不能直接等同于较高的流程遵循度, 也难以据此区分良好操作结局主要来源于流程的稳定执行, 还是操作者个体经验下的临时调整与补救。此外, 此类工具虽然可以通过重复应用追踪能力发展, 但其评分框架通常未将操作者在不同病例和工作条件下遵循同一流程的稳定性作为独立评价维度, 也难以精确定位受阻机制判断、辅助策略调用及策略切换等关键决策环节。

针对上述局限, 未来研究可考虑构建兼顾过程与终点的综合评价指标体系, 以更直接地评估标准化插入流程本身的有效性。过程指标可包括关键步骤完成率、裨形成的及时识别与解除情况、镜身短缩及维持肠腔低扩张状态的规范性、体位改变需求率、腹压辅助使用率和器械更换率等, 用于反映流程各环节的执行质量及辅助操作需求。终点指标可包括盲肠插管成功率、盲肠插管时间、实时疼痛评分及不良事件等, 用于反映流程的整体效果。评价过程中还应对照病例难度、操作者经验和镇静方式等因素进行风险校正, 避免将辅助操作需求简单解释为流程执行质量不足。我国《消化内镜诊疗技术医疗质量控制指标(2022年版)》已将结肠镜盲肠插管成功率、结肠镜退镜检查时间 ≥ 6 分钟率及结直肠腺瘤检出率等列为国家级质量控制指标[33], 为过程指标与结局指标的衔接和联合评价提供了质量管理依据。未来可在此基础上形成可量化、可比较的综合评价框架, 并结合 Delphi 咨询、前瞻性研究和外部验证, 逐步探索并验证指标定义、权重设置及判定阈值, 以用于不同标准化流程模式的比较及持续优化。

模拟训练可为初学者提供可重复、低风险的练习环境, 尤其适用于基础控镜、腔道辨认和常见困难场景的早期训练[34]。但现有证据并不支持其完全替代真实患者操作。较合理的培训路径应是在模拟训练、床旁带教和真实病例实践之间建立连续衔接, 使流程框架在不同训练场景中保持一致, 并通过持续反馈逐步提高操作稳定性。

标准化流程在不同层级操作者中的作用也应分层理解。对初学者而言, 其价值主要是建立基本操作框架; 对已有基础但表现不稳定者而言, 重点在于减少不同病例和工作环境下的过程波动; 对独立执业医师而言, 则更多体现为质量维持、偏差识别和持续改进。因此, 标准化培训不应止步于认证节点, 而应延伸至独立操作早期和持续质量管理阶段[35] [36]。

综上, 标准化流程可为结肠镜插入技术教学、过程评价和能力发展提供统一框架, 但从流程化培训到长期质量改善之间, 证据链仍未完全闭合[37] [38]。现阶段更适宜将其视为培训转化的支持工具, 而不能认定其已成为能够稳定改善所有终末质量指标的成熟教育模式。

5. 证据局限与未来研究方向

现有证据虽已从单项技术、质量指标、培训评价和本土实践等方面支持插入技术标准化的必要性, 但直接针对完整流程的高质量研究仍不足。未来研究应更多关注完整路径在不同病例、操作者和机构条件下的实施效果, 并明确流程构成、评价指标、培训转化效果及长期质量结局之间的关系。

数字化评估与人工智能(artificial intelligence, AI)工具在病灶检出、退镜监测和质量反馈方面显示出一

定潜力[39][40],也可能为插入流程的过程记录和反馈提供辅助支持[41]。但其实际效用仍依赖基础操作质量、充分黏膜暴露、规范流程执行和持续质控体系,不能替代操作者训练和标准化流程本身。总体而言,结肠镜插入标准化流程仍处于从单项证据整合走向完整流程真实世界验证的阶段。未来应通过多中心、分层级研究及长期随访,进一步明确其临床有效性、教学价值与长期质量结局,并为后续实施研究提供证据基础。

6. 标准化插入流程在中国推广的可行性与挑战

标准化插入流程从证据整合走向临床落地,在我国还需结合本土医疗资源结构、培训体系现状与质量管理条件加以考量。其推广的现实前提,不仅在于操作者能否掌握相关技术动作,更在于医疗机构是否具备持续执行、记录、反馈与纠偏的系统条件。若缺乏这一系统支撑,标准化流程易停留在文件与培训层面,而难以转化为日常诊疗中稳定的操作行为。

从资源与结构条件看,既往调查提示我国消化内镜诊疗需求较大,而人力资源相对不足且地区间分布不均[42]。不同层级医疗机构在病例构成、设备条件、带教力量与质控基础方面存在差异:三级医院病例集中、亚专科分工较细、带教资源相对充足,具备开展结构化培训与过程质控的条件;部分二级医院及基层机构则可能面临病例与培训机会不稳定、带教梯队不完整及质控记录体系尚不健全等制约。这一现实决定了标准化流程的推广不宜等同于统一动作清单的机械复制,而应在核心操作原则一致的前提下,结合机构实际分层实施、逐步推进。

从制度与培训基础看,我国已初步具备推广标准化流程的支撑条件。《消化内镜诊疗技术临床应用管理规范(2019年版)》对医疗机构条件、人员系统培训、技术管理和质量评价提出了基本要求[43];《中国消化内镜诊疗中心安全运行指南(2021)》进一步强调人员培训、运行管理和持续质量改进[44]。《消化内镜诊疗技术医疗质量控制指标(2022年版)》已将结肠镜检查肠道准备优良率、结肠镜盲肠插镜成功率、结肠镜退镜检查时间 ≥ 6 分钟率及结直肠腺瘤检出率等纳入国家级质量控制体系[33]。国内相关研究与实践总结提示,加强结肠镜检查的规范化培训与腺瘤检出率等质量指标的改善存在一定关联[38][45]。上述管理规范、行业指南和质控指标为标准化插入流程与现有内镜质量管理和培训体系的衔接提供了规范依据与管理支撑。然而,现行质控指标主要关注检查前准备、检查完成度及撤镜阶段质量,对插入过程中的镜身控制、袢形成的识别与解除、腔道管理及辅助策略的选择与调用等关键环节尚缺乏专门评价。

结合上述条件,标准化插入流程的本土化推广宜采取“核心原则统一、实施内容分层”的策略。对三级医院,可将流程执行情况纳入内镜中心过程质控,与现有质量指标联动,形成“流程执行-过程记录-结果反馈-持续改进”的闭环管理;对二级医院及基层机构,则宜优先聚焦病例与插入难度评估、轴保持与镜身短缩、袢形成识别与解除、肠腔低扩张状态的维持及患者反应监测等基础环节,并建立困难病例识别、停止盲目推进、寻求上级医师指导及适时转诊的机制。可依托上级医院进修、区域协作及有条件情况下的远程指导弥补带教资源不足,不宜在缺乏相应培训、设备和安全保障条件时机械叠加辅助技术。

在研究方向上,未来应优先开展符合我国病例构成和诊疗条件的多中心真实世界研究,明确适合不同层级医疗机构的流程组成与评价指标,并根据机构层级、操作者经验、镇静方式和病例难度进行分层分析。同时,应评价流程的可接受性、记录负担、实施成本及跨病例执行稳定性,并在有条件地区探索将流程执行数据纳入现有区域质控网络或信息化管理平台的可行路径,为标准化插入流程的本土化实施和持续优化提供循证依据。

7. 结论

结肠镜插入阶段是影响检查完成度、患者耐受性及后续撤镜观察条件的重要环节。现有研究已为轴

保持与短缩、水辅助、腔道管理、按需辅助及困难插镜处理等策略提供一定循证基础,但多数证据仍来自单项技术或局部结局研究,仍难以证明某一完整标准化流程已在不同临床场景中成熟定型。标准化插入流程的主要价值,在于将分散操作经验整合为可执行、可评价且可推广的规范化路径,并为质量控制和培训转化提供框架。未来仍需开展多中心、分层级的真实世界研究,进一步明确流程构成、评价指标及其临床和教学效果。

致 谢

本研究受巴彦淖尔市科技计划项目(编号: K2024040)和内蒙古自治区医师协会项目(编号: YSXH2024KYF123)资助,在此表示感谢。

基金项目

巴彦淖尔市科技计划项目(编号: K2024040); 内蒙古自治区医师协会项目(编号: YSXH2024KYF123)。

参考文献

- [1] 陈万青, 李霓, 兰平, 等. 中国结直肠癌筛查与早诊早治指南(2020, 北京) [J]. 中国肿瘤, 2021, 30(1): 1-28.
- [2] Bretthauer, M., Løberg, M., Wieszczy, P., Kalager, M., Emilsson, L., Garborg, K., *et al.* (2022) Effect of Colonoscopy Screening on Risks of Colorectal Cancer and Related Death. *New England Journal of Medicine*, **387**, 1547-1556. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2208375>
- [3] Rex, D.K., Anderson, J.C., Butterly, L.F., Day, L.W., Dominitz, J.A., Kaltenbach, T., *et al.* (2024) Quality Indicators for Colonoscopy. *Gastrointestinal Endoscopy*, **100**, 352-381. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2024.04.2905>
- [4] Jaruvongvanich, V., Sempokuya, T., Laoveeravat, P. and Ungprasert, P. (2018) Risk Factors Associated with Longer Cecal Intubation Time: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Colorectal Disease*, **33**, 359-365. <https://doi.org/10.1007/s00384-018-3014-x>
- [5] Miller, A. and Anderson, J.C. (2024) Strategies, Technologies, and Tips for Successful Cecal Intubation. *Journal of Clinical Gastroenterology*, **59**, 16-23. <https://doi.org/10.1097/mcg.0000000000002096>
- [6] Hsu, W. and Chiu, H. (2023) Optimization of Colonoscopy Quality: Comprehensive Review of the Literature and Future Perspectives. *Digestive Endoscopy*, **35**, 822-834. <https://doi.org/10.1111/den.14627>
- [7] Rex, D.K. (2022) Achieving Cecal Intubation in the Difficult Colon (with Videos). *Gastrointestinal Endoscopy*, **95**, 568-572. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2021.11.026>
- [8] Wei, M.T. and Friedland, S. (2023) Strategies to Manage the Difficult Colonoscopy. *World Journal of Gastrointestinal Endoscopy*, **15**, 491-495. <https://doi.org/10.4253/wjge.v15.i7.491>
- [9] Rodrigues-Pinto, E., Ferreira-Silva, J., Macedo, G. and Rex, D.K. (2019) (Technically) Difficult Colonoscope Insertion—Tips and Tricks. *Digestive Endoscopy*, **31**, 583-587. <https://doi.org/10.1111/den.13465>
- [10] Siau, K., Crossley, J., Dunckley, P., Johnson, G., Feeney, M., Iacucci, M., *et al.* (2019) Colonoscopy Direct Observation of Procedural Skills Assessment Tool for Evaluating Competency Development during Training. *American Journal of Gastroenterology*, **115**, 234-243. <https://doi.org/10.14309/ajg.0000000000000426>
- [11] Ward, S.T., Mohammed, M.A., Walt, R., Valori, R., Ismail, T. and Dunckley, P. (2014) An Analysis of the Learning Curve to Achieve Competency at Colonoscopy Using the JETS Database. *Gut*, **63**, 1746-1754. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2013-305973>
- [12] Hafner, S., Zolk, K., Radaelli, F., Otte, J., Rabenstein, T. and Zolk, O. (2015) Water Infusion versus Air Insufflation for Colonoscopy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, No. 5, CD009863. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd009863.pub2>
- [13] Wang, G., Chen, Z., Li, Z. and Yu, X. (2018) Is Water Exchange Superior to Water Immersion for Colonoscopy? a Systematic Review and Meta-Analysis. *Saudi Journal of Gastroenterology*, **24**, 259. https://doi.org/10.4103/sjg.sjg_52_18
- [14] Fuccio, L., Frazzoni, L., Hassan, C., La Marca, M., Paci, V., Smania, V., *et al.* (2018) Water Exchange Colonoscopy Increases Adenoma Detection Rate: A Systematic Review with Network Meta-Analysis of Randomized Controlled Studies. *Gastrointestinal Endoscopy*, **88**, 589-597.e11. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2018.06.028>
- [15] Zafar, Y., Rashid, A.M., Javaid, S.S., Siddiqi, A.K., Zafar, A., Iqbal, A.Z., *et al.* (2023) Use of Abdominal Compression

- Device in Colonoscopy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinical Endoscopy*, **56**, 446-452. <https://doi.org/10.5946/ce.2022.304>
- [16] Notalapati, V., Kanakadandi, V., Desai, M., Olyae, M. and Rastogi, A. (2018) Cap-Assisted Colonoscopy: A Meta-Analysis of High-Quality Randomized Controlled Trials. *Endoscopy International Open*, **06**, E1214-E1223. <https://doi.org/10.1055/a-0650-4258>
 - [17] Sofi, A., Nawras, A., Khan, M., Howden, C. and Lee, W. (2016) Meta-Analysis of the Performance of Ultrathin vs. Standard Colonoscopes. *Endoscopy*, **49**, 351-358. <https://doi.org/10.1055/s-0042-117110>
 - [18] Saeed, A., Qamar, U., Tsambikos, E., Yousuf, S., Kamal, F., Mahmood, S., *et al.* (2026) Utility of Repeat Colonoscopy Attempt after Failed Colonoscopy: A Systematic Review and Pooled Analysis. *Gastrointestinal Endoscopy*, **103**, 890-900.e12. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2025.11.022>
 - [19] Kaminski, M.F., Robertson, D.J., Senore, C. and Rex, D.K. (2020) Optimizing the Quality of Colorectal Cancer Screening Worldwide. *Gastroenterology*, **158**, 404-417. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2019.11.026>
 - [20] Valori, R., Damery, S., Gavin, D., Anderson, J., Donnelly, M., Williams, J., *et al.* (2017) A New Composite Measure of Colonoscopy: The Performance Indicator of Colonic Intubation (PICI). *Endoscopy*, **50**, 40-51. <https://doi.org/10.1055/s-0043-115897>
 - [21] Nass, K.J., van Doorn, S.C., Fockens, P., Rees, C.J., Pellisé, M., van der Vlugt, M., *et al.* (2023) High Quality Colonoscopy: Using Textbook Process as a Composite Quality Measure. *Endoscopy*, **55**, 812-819. <https://doi.org/10.1055/a-2069-6588>
 - [22] Kaminski, M.F., Regula, J., Kraszevska, E., Polkowski, M., Wojciechowska, U., Didkowska, J., *et al.* (2010) Quality Indicators for Colonoscopy and the Risk of Interval Cancer. *New England Journal of Medicine*, **362**, 1795-1803. <https://doi.org/10.1056/nejmoa0907667>
 - [23] Lund, M., Trads, M., Njor, S.H., Erichsen, R. and Andersen, B. (2019) Quality Indicators for Screening Colonoscopy and Colonoscopist Performance and the Subsequent Risk of Interval Colorectal Cancer: A Systematic Review. *JBIR Database of Systematic Reviews and Implementation Reports*, **17**, 2265-2300. <https://doi.org/10.11124/jbisrir-2017-003927>
 - [24] Weissman, S., Aziz, M., Baniqued, M.R., Taneja, V., El-Dallal, M., Lee-Smith, W., *et al.* (2022) Quality Measures in Endoscopy: A Systematic Analysis of the Overall Scientific Level of Evidence and Conflicts of Interest. *Endoscopy International Open*, **10**, E776-E786. <https://doi.org/10.1055/a-1809-4219>
 - [25] Siau, K., Pelitari, S., Green, S., McKaig, B., Rajendran, A., Feeney, M., *et al.* (2023) JAG Consensus Statements for Training and Certification in Colonoscopy. *Frontline Gastroenterology*, **14**, 201-221. <https://doi.org/10.1136/flgastro-2022-102260>
 - [26] Sedlack, R.E. (2011) Training to Competency in Colonoscopy: Assessing and Defining Competency Standards. *Gastrointestinal Endoscopy*, **74**, 355-366.e2. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2011.02.019>
 - [27] Sedlack, R.E., Coyle, W.J., Sedlack, R.E., Coyle, W.J., Obstein, K.L., Poles, M.A., *et al.* (2016) Assessment of Competency in Endoscopy: Establishing and Validating Generalizable Competency Benchmarks for Colonoscopy. *Gastrointestinal Endoscopy*, **83**, 516-523.e1. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2015.04.041>
 - [28] Sabrie, N., Khan, R., Seleg, S., Homsy, H., Gimpaya, N., Bansal, R., *et al.* (2022) Global Trends in Training and Credentialing Guidelines for Gastrointestinal Endoscopy: A Systematic Review. *Endoscopy International Open*, **11**, E193-E201. <https://doi.org/10.1055/a-1981-3047>
 - [29] Ekkelenkamp, V.E., Koch, A.D., de Man, R.A. and Kuipers, E.J. (2015) Training and Competence Assessment in GI Endoscopy: A Systematic Review. *Gut*, **65**, 607-615. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2014-307173>
 - [30] Khan, R., Zheng, E., Wani, S.B., Scaffidi, M.A., Jeyalingam, T., Gimpaya, N., *et al.* (2021) Colonoscopy Competence Assessment Tools: A Systematic Review of Validity Evidence. *Endoscopy*, **53**, 1235-1245. <https://doi.org/10.1055/a-1352-7293>
 - [31] Sedlack, R.E. (2010) The Mayo Colonoscopy Skills Assessment Tool: Validation of a Unique Instrument to Assess Colonoscopy Skills in Trainees. *Gastrointestinal Endoscopy*, **72**, 1125-1133.e3. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2010.09.001>
 - [32] Walsh, C.M., Ling, S.C., Khanna, N., Cooper, M.A., Grover, S.C., May, G., *et al.* (2014) Gastrointestinal Endoscopy Competency Assessment Tool: Development of a Procedure-Specific Assessment Tool for Colonoscopy. *Gastrointestinal Endoscopy*, **79**, 798-807.e5. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2013.10.035>
 - [33] 消化内镜诊疗技术医疗质量控制指标（2022年版）[EB/OL]. https://www.nhc.gov.cn/yzygj/c100068/202205/164e6556f6d34c33a3344fec9a2c5074/files/1733999800103_94149.pdf, 2022-05-27.
 - [34] Khan, R., Plahouras, J., Johnston, B.C., Scaffidi, M.A., Grover, S.C. and Walsh, C.M. (2018) Virtual Reality Simulation Training for Health Professions Trainees in Gastrointestinal Endoscopy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **8**,

- CD008237. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd008237.pub3>
- [35] Dong, Z., Sun, H., Li, B., Zhang, Q., Sun, K., Wang, Z., *et al.* (2020) Comprehensive Evaluation of the Learning Curve to Achieve Satisfactory Adenoma Detection Rate. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, **36**, 1649-1655. <https://doi.org/10.1111/jgh.15314>
 - [36] Siau, K., Hodson, J., Valori, R.M., Ward, S.T. and Dunckley, P. (2019) Performance Indicators in Colonoscopy after Certification for Independent Practice: Outcomes and Predictors of Competence. *Gastrointestinal Endoscopy*, **89**, 482-492.e2. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2018.07.032>
 - [37] Siau, K., Hodson, J., Anderson, J.T., Valori, R., Smith, G., Hagan, P., *et al.* (2020) Impact of a National Basic Skills in Colonoscopy Course on Trainee Performance: An Interrupted Time Series Analysis. *World Journal of Gastroenterology*, **26**, 3283-3292. <https://doi.org/10.3748/wjg.v26.i23.3283>
 - [38] 宋铤航, 赵胜兵, 贺子轩, 等. 结肠镜检查规范化培训对结肠镜检查质量控制水平的影响[J]. 结直肠肛门外科, 2021, 27(6): 551-555.
 - [39] Su, J.R., Li, Z., Shao, X., Ji, C., Ji, R., Zhou, R., *et al.* (2020) Impact of a Real-Time Automatic Quality Control System on Colorectal Polyp and Adenoma Detection: A Prospective Randomized Controlled Study (with Videos). *Gastrointestinal Endoscopy*, **91**, 415-424.e4. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2019.08.026>
 - [40] Xu, H., Tang, R.S.Y., Lam, T.Y.T., Zhao, G., Lau, J.Y.W., Liu, Y., *et al.* (2023) Artificial Intelligence-Assisted Colonoscopy for Colorectal Cancer Screening: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, **21**, 337-346.e3. <https://doi.org/10.1016/j.cgh.2022.07.006>
 - [41] Cold, K.M., Vamadevan, A., Vilmann, A.S., Svendsen, M.B.S., Konge, L. and Bjerrum, F. (2024) Computer-Aided Quality Assessment of Endoscopist Competence during Colonoscopy: A Systematic Review. *Gastrointestinal Endoscopy*, **100**, 167-176.e1. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2024.04.004>
 - [42] 王洛伟, 辛磊, 林寒, 等. 中国消化内镜技术发展现状[J]. 中华消化内镜杂志, 2015, 32(8): 501-515.
 - [43] 消化内镜诊疗技术临床应用管理规范 (2019 年版) [EB/OL]. https://www.nhc.gov.cn/yzygj/c100068/201912/9be34a67211b4ce9a3344cb85638e987/files/1733999173171_88380.pdf, 2019-12-12.
 - [44] 国家消化内镜专业质控中心, 中国医师协会内镜医师分会, 中华医学会消化内镜学分会. 中国消化内镜诊疗中心安全运行指南(2021) [J]. 中华消化内镜杂志, 2021, 38(6): 421-425.
 - [45] 王树玲, 康争春, 赵胜兵, 等. 加强结肠镜检查规范培训, 提高结肠腺瘤检出率[J]. 海军军医大学学报, 2023, 44(3): 265-271.