

· 中青年学者论坛 ·



柏愚 海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院消化内科副主任,硕士生导师。中华医学会消化病学分会青年委员会副主任委员,中华医学会消化内镜学分会青年委员,中国医师协会消化医师分会副总干事,上海市消化病学会委员。2012年全国优秀博士学位论文奖获得者。担任《胃肠病学和肝病学杂志》副主编、《中华消化杂志》编委。入选上海市优秀学术带头人(青年)、上海市曙光学者、上海市青年科技启明星、上海市晨光学者等人才计划,国家重点研发计划子课题负责人。主持国家自然科学基金项目5项,作为第一或通信作者在 *Gastroenterology*、*Gut*、*Hepatology* 等期刊发表多篇学术论文。

DOI:10.16781/j.CN31-2187/R.20220740

加强结肠镜检查规范培训,提高结肠腺瘤检出率

王树玲^{1△}, 康争春^{2△}, 赵胜兵¹, 李兆申¹, 柏愚^{1*}

1. 海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院消化内科,海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院消化内镜中心,国家消化病临床医学研究中心,上海 200433
2. 海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院肛肠外科,上海 200433

【摘要】 我国结直肠癌发病率和死亡率逐年增加,早防、早筛、早诊、早治是遏制该趋势的有效措施,而结肠镜检查则是其筛查和检测的重要手段。腺瘤检出率是结肠镜检查的关键质控指标,提高腺瘤检出率不仅可以提高结肠镜检查的质量,更重要的是可以显著降低结直肠癌的发病率和致死率,具有重大临床意义。现从肠道准备质量、进镜操作技巧、退镜时间和质量、人工智能系统等不同层次寻找提高结肠镜腺瘤检出率的方法,力争在内镜医师的肠镜学习阶段为其打下坚实基础,从而切实改善我国结肠镜腺瘤检出率低的现状。

【关键词】 结直肠肿瘤;结肠镜检查;腺瘤检出率;培训

【中图分类号】 R 735.34 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2097-1338(2023)03-0265-07

Strengthening the standardized training of colonoscopy to improve the adenoma detection rate

WANG Shu-ling^{1△}, KANG Zheng-chun^{2△}, ZHAO Sheng-bing¹, LI Zhao-shen¹, BAI Yu^{1*}

1. Department of Gastroenterology, Digestive Endoscopy Center & National Digestive Clinical Medical Research Center, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China
2. Department of Colorectal Surgery, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

【Abstract】 The incidence and mortality of colorectal cancer in China are increasing year by year, and it could be effectively curbed by early prevention, screening, diagnosis and treatment. Colonoscopy is one of the most important means

【收稿日期】 2022-09-19

【接受日期】 2022-12-19

【基金项目】 国家自然科学基金(82100587, 81873546, 82170567),上海市科技创新行动计划优秀学术带头人(青年)(22XD1425000),上海市青年科技英才扬帆计划(21YF1458700),中国博士后创新人才支持计划(BX20220288),中国博士后科学基金面上项目(2022M720138),海军军医大学(第二军医大学)深蓝工程领航人才计划。Supported by National Natural Science Foundation of China (82100587, 81873546, 82170567), Program of Shanghai Academic Research Leader (Youth) of Shanghai Science and Technology Innovation Action Plan (22XD1425000), Sailing Plan of Young Science and Technology Talent of Shanghai (21YF1458700), China National Postdoctoral Program for Innovative Talents (BX20220288), Postdoctoral Science Foundation of China (2022M720138), and Shenlan Project of Naval Medical University (Second Military Medical University) (Pilot Talent Plan).

【作者简介】 王树玲,博士,主治医师。E-mail: wangshuling0000@126.com;康争春,博士,讲师、主治医师。E-mail: ytrkzc@163.com

[△]共同第一作者(Co-first authors)

^{*}通信作者(Corresponding author)。Tel: 021-31161355, E-mail: baiyu1998@hotmail.com

to screen and detect colorectal cancer. The adenoma detection rate is a key quality control index for colonoscopy. Improving the adenoma detection rate can not only improve the quality of colonoscopy, but also significantly reduce the incidence and mortality of colorectal cancer, which is of great clinical significance. Our team explores several ways to improve the adenoma detection rate from different levels such as bowel preparation quality, operation skills of entering endoscopy, time and quality of exiting endoscopy, and artificial intelligence system, so as to lay a solid foundation for endoscopists at the colonoscopy learning stage, effectively improving the low adenoma detection rate during colonoscopy in our country.

[Key words] colorectal neoplasms; colonoscopy; adenoma detection rate; training

[Acad J Naval Med Univ, 2023, 44(3): 265-271]

结直肠癌 (colorectal cancer, CRC) 是消化系统最常见的恶性肿瘤。近年来,随着生活条件的改善及居民饮食习惯的西化,我国CRC的发病率迅速增高。国家癌症中心最新发布的癌症报告显示,2016年我国CRC新发病例数高达40.8万,占有恶性肿瘤的10%;死亡病例数为19.56万,占有恶性肿瘤死亡的8.1%^[1]。因此,CRC已成为我国恶性肿瘤防治工作中的重中之重,而CRC的早防、早筛、早诊、早治是降低其发生率和死亡率的关键。既往多项研究表明早期CRC治愈率可高达90%,但是晚期CRC治愈率则不足10%,而绝大多数CRC的形成会经历“正常黏膜-腺瘤性息肉-息肉癌变-浸润转移”等多环节的癌变过程,癌变周期可长达数十年^[2]。如果能在这段时间内尽早地发现和切除这些癌前病变,即可有效阻断CRC的发生和发展,显著改善患者预后。

结肠镜检查是筛查和检测CRC的重要手段,其不仅可以在镜下检出结肠病变、取活检明确病理性质,还可以在镜下切除病变,该检查手段在消化科医师的临床实践中具有重要且不可替代的地位。结肠镜检查虽然是诊断结肠病变的金标准,但不能保证可以检出所有的结肠病变,本中心通过meta分析发现,即使是经验丰富的内镜医师在肠道准备和退镜时间充分的条件下,仍然会遗漏约26%的结肠腺瘤^[3]。这些被遗漏的结肠腺瘤成为发生结直肠间期癌(结肠镜检查后在规定的筛查间期内仍然发生CRC)的主要原因^[4-5]。因此,提高结肠镜检查的质量具有十分重要的意义。腺瘤检出率(adenoma detection rate, ADR)指经病理结果证实为腺瘤的结肠镜检查人数与检查总人数之比,是结肠镜检查质量控制的关键指标。长期随访资料表明,当内镜医师ADR增加1%时,受检者发生结直肠间期癌的概率就会减少5%,死亡率也会减少3%^[6]。据此,美

国消化内镜学会提出,在50岁以上无症状平均风险人群中内镜医师的ADR应 $\geq 25%$ ^[7]。我国内镜医师的ADR通常低于欧美人群,目前国内推荐在适龄一般人群中内镜医师的ADR应 $\geq 15%$ ^[8]。

高质量的结肠镜检查不应仅满足ADR的最低要求,还需通过一系列教育培训以进一步提高ADR,从而降低结直肠病变的漏诊率和结直肠间期癌的发生率。海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院消化内镜中心是中华医学会消化内镜培训中心,牵头成立了中国内镜医师培训学院,每年进行多批次内镜进修医师和专科规范化培训医师的结肠镜操作培训。针对我国结肠镜操作低ADR的现状,本团队在结肠镜教育培训过程中从肠道准备质量、基本技能、操作规范、退镜质量等多个维度开展了系统的科学研究并在临床实践中加以应用,旨在寻找有效提高ADR的手段。

1 提高检查前肠道准备质量

肠道准备是决定结肠镜检查质量的关键环节。较差的肠道准备不仅延长了结肠镜检查的操作时间、增加了操作难度,还加重了受检者的痛苦程度,更重要的是会导致病变检出率特别是ADR的显著下降,增加结肠病变漏诊率,延误疾病的最佳诊治时机^[9-13]。研究发现约有20%~25%的患者在结肠镜检查时肠道准备不充分^[12-13]。虽然目前学者们对肠道准备质量相关的影响因素尚未达成共识,但是多项研究指出有术前用药指导、患者依从性高、最后一次大便呈清水样及检查前24h以低渣饮食为主是肠道准备充分的保护因素,而高龄、高BMI则是其危险因素^[14]。因此,在培训中应加强学员对患者进行肠道准备指导的相关教育,本中心也针对这一结肠镜检查的关键环节开展了系列研究,希望在改善肠道准备质量的基础上进一步提高

内镜医师的 ADR。

既往认为严格的饮食限制特别是清流质饮食可以提高患者的肠道准备质量,但这也成为受检者畏惧肠道检查的重要原因之一。近年来有多位学者研究发现,适当开放饮食可以提高肠道准备的质量及内镜医师的 ADR 水平^[15-20]。据此,本中心设计开展了一项随机对照试验(randomized controlled trial, RCT),探讨一种预包装低渣饮食对肠道准备质量、患者服用泻药的依从性及耐受性的影响,结果发现,相对于指定低渣饮食(稀饭、面条、鸡蛋、米汤,避免蔬菜、水果、坚果、种子)组,预包装低渣饮食组肠道准备评分显著提高[(7.8±1.0)分 vs (7.1±1.3)分, $P=0.037$],其对受检者服用泻药的依从性和耐受性虽有改善趋势但两组的差异无统计学意义,仍需更多的研究进行验证^[21]。

肠道准备相关的用药教育对肠道准备质量的高低也具有重要影响。既往有研究指出,通过电话再教育、发放纸质指导手册或利用动画对患者进行服用泻药的指导,可以提高肠道准备质量^[22-26]。微信是一个集文字、语音、视频及照片共享为一体的通信程序,目前已成为我国应用最为广泛的社交媒体。本中心前期开展的一项 RCT 研究结果显示,相对于常规书面告知,微信或短信告知可显著改善患者的肠道准备质量,帮助内镜医师发现更多的腺瘤和进展期腺瘤,值得在临床工作中加以应用和推广^[27]。

既往研究发现咀嚼口香糖可降低术后肠梗阻的发生率,但是其是否可以辅助提高结肠镜肠道准备质量尚不明确。针对这一问题,本中心设计开展的一项 RCT 研究结果显示,虽然咀嚼口香糖并不能显著提高受检者的肠道准备质量,但可显著提高其对肠道准备过程的满意度和再次行结肠镜检查的接受度^[28],这对提高结肠镜检查的到检率具有重要意义。

此外,肠道黏膜表面附着的气泡也是影响肠道准备质量的重要原因。西甲硅油可以通过降低气泡表面张力发挥祛泡剂的作用,在临床已使用多年。本中心前期设计开展的一项大样本、多中心研究发现,结肠镜检查前给予西甲硅油可减少受检者肠道黏膜表面气泡、提高结肠镜视野清晰度,从而显著缩短了结肠镜的操作时间,值得在临床中进一步推广^[29]。

2 提高进镜操作技巧

对初学者和经验不足的内镜医师来说,结肠镜的进镜过程在技术上具有较大的挑战性。在实际培训过程中发现,学员培训初期在进镜过程中容易见腔即进,导致带袢进镜,使其灵活度大大受限,影响了后续退镜过程中对病变的观察。针对这一问题,首先可通过提供视频、书籍等使学员加强学习,初步形成规范操作的意识;其次,可让学员利用活体猪进行模拟操作,增强操作手感,加深对结肠镜起袢和如何进行解袢的认识;此外,当学员遇到操作困难的病例时,可先由带教老师进行手把手教学,向其讲解演示通过困难部位的操作手法,并针对学员的问题提出后续改善意见。另一方面,内镜仿真模拟器培训已逐步成为传统结肠镜培训方法的有效辅助教育手段^[30],尤其是虚拟现实(virtual reality, VR)仿真内镜,可以根据学员的具体操作情况构建特色化培训课程,并及时反馈学习效果。例如,Endo TS-1 的中级模块主要针对进镜过程中乙状结肠和结肠脾曲的进镜难点,通过让学员反复练习并对练习过程中存在的问题进行实时反馈与解析,达到提高学员进镜质量及效率的培训效果^[31]。

在临床实践过程中还发现,学员在进镜过程中通过乙状结肠时最为困难也最耗费时间,从而显著加重了患者检查过程中的不适感。既往有研究发现左侧或完全倾斜体位可以减少结肠镜的进镜时间、降低操作难度,针对这一现状,我们在双中心开展了一项 RCT 研究,结果发现相较于传统左侧水平位,左侧头低脚高位可明显减少结肠镜的插镜时间并能减轻患者的疼痛,推荐在教育培训过程中及结业后的临床实践中使用^[32]。

3 退镜时合理延长时间,重视观察质量

退镜过程是结肠镜检查中观察黏膜和检查病变的关键环节,而退镜质量又与 ADR 密切相关。退镜时间是指在没有息肉活检或切除的结肠镜(阴性肠镜)检查中内镜医师的平均退镜时间。充足的退镜时间可以保证操作者充分地开展退镜操作,更加细致地观察肠道黏膜^[33-35]。《新英格兰医学杂志》2006 年发表的一项观察性研究表明,将退镜时间的标准定为 6 min 时可以较好地地区分内镜医师 ADR

的高低^[36]。但是,随着对退镜时间相关研究的深入开展,越来越多的学者提出在6 min的基础上延长退镜时间可以进一步提高ADR并降低结直肠癌的发生风险^[37];其中,多项研究发现9 min退镜时间具有最高的ADR^[37-43]。但是既往研究多为观察性研究或是回顾性分析,其结论会受到多种混杂因素和回顾性偏倚的影响。针对这一问题,本中心在国际上首次开展了一项RCT研究,结果证明将退镜时间从6 min延长至9 min可显著改善结肠镜医师的ADR,特别是对经验较少的内镜医师和近端结肠腺瘤检出方面帮助更大,研究成果得到了国际同行专家的高度认可^[44]。此外,在培训过程中应多向学员教授一些结肠镜操作的具体细节和技巧,帮助学员降低漏诊率并提高ADR。例如,升结肠皱襞宽大的解剖学特征使其后方的息肉特别是扁平锯齿状息肉容易被漏诊,应提倡学员多次进镜观察,同时教授学员通过调整气量、旋转式退镜及倒镜观察等操作手法降低病变漏诊率。

4 适当运用高级内镜技术和人工智能系统

随着内镜技术不断研发,一些通过增强图像对比进而提高ADR的设备和技術逐步进入临床实践中,例如窄带成像技术(narrow band imaging, NBI)和智能分光比色技术。在培训中通过教授学员使用这些高级内镜技术有助于迅速提高ADR。在培训伊始,本中心带教老师将向学员介绍这些技术的操作方法和临床应用价值,鼓励学员在培训过程中反复操作训练,并定期进行内镜图片再教育和经验总结。另外,随着深度学习和卷积神经网络的发展,人工智能在医学图像识别领域实现巨大突破,目前已经广泛应用于包括肠镜在内的医学图像识别领域^[45-48]。既往虽然有研究报道人工智能在鉴别结肠息肉性质方面的应用,但是纳入的图像数据相对较少,而进行临床实际验证的又较少。本中心开发了基于白光和NBI内镜影像的人工智能辅助结肠息肉性质鉴别系统,并对其鉴别性能在临床中进行了多中心验证,在测试阶段该系统仅在30 ms内即可准确检出结肠息肉并对其进行定位,在验证阶段其检出和定位息肉的灵敏度甚至高于内镜医师的平均水平,更为重要的是它可以辅助内镜医师发现更多的息肉和腺瘤、降低结肠息肉的漏诊率,值得在临床中进一步推广和研究^[49]。

5 开展内镜带教医师再培训项目

近年来,越来越多的学者提出,对已可以独立开展结肠镜操作的内镜医师进行再培训可以提高ADR。结肠镜质量改善计划(Endoscopic Quality Improvement Program, EQUIP)课程是美国开展的一项前瞻性教学干预研究,内镜医师在经过视频演示、静态图像展示和最新文献学习讨论等培训以后,ADR由36%提高到47%^[50]。另一项来自欧洲针对结肠镜筛查中心负责人进行培训的多中心研究数据显示,通过对负责人进行退镜技术和病变识别能力的培训,使其了解结肠镜检查质量控制的重要性并帮助其达到质控标准,不仅可以提高负责人本身的ADR,还可以进一步提升同一内镜中心医师的ADR^[51]。

6 建立结肠镜检查质量控制标准,提高规范化培训水平

为切实提高我国结肠镜检查质控水平,迫切需要建立一套符合我国国情的、系统化、规范化的结肠镜检查质量控制标准。为此,本中心依托国家消化内镜中心,邀请国内多位专家对结肠镜检查中的一系列指标进行了规范与量化,制定了《结肠镜检查肠道准备督导与效果评价表》(以下简称“结肠镜检查评价表”)。我们纳入22家带教医院及136家地、县级医院,由带教医院通过“一对多”的带教培训模式对地、县级医院已掌握结肠镜操作的内镜医师进行结肠镜检查规范化培训,比较地、县级医院接受培训前后结肠镜检查评价表总分及ADR,结果显示结肠镜规范化培训不仅可以显著提高地、县级医院结肠镜检查评价表总分,而且可以显著提高内镜医师的ADR,表明此种规范化培训模式有助于提高地、县级医院结肠镜检查质量控制水平^[52]。

7 结 语

结肠腺瘤是CRC的重要癌前病变,早期发现并切除结肠腺瘤特别是进展期腺瘤可以有效降低CRC的发生率;而ADR作为结肠镜检查的重要质量控制指标,提高结肠镜培训学员的ADR水平具有重要的临床意义。目前我国内镜医师的ADR仍处于较低水平,明显低于欧美国家。针对此现状,

可从肠道准备质量、操作技能规范、退镜时间和退镜技术等环节进行优化,同时可以借助高级内镜技术和人工智能系统以提高内镜学员的ADR水平。此外,还应帮助学员树立强烈的CRC早筛、早防、早诊、早治的意识,使其充分意识到结肠镜检查过程中发现结肠腺瘤的重要意义,增强检出结肠腺瘤的责任感和使命感,不仅要使学员做到“学会”结肠镜检查,“学好”结肠镜操作技巧,更重要的是要“用好”结肠镜。希望通过加强结肠镜检查规范化培训,切实提高内镜医师的ADR和我国结直肠癌检查质量,帮助受检者排除健康隐患,有效降低CRC发生率。

[参考文献]

- [1] ZHENG R, ZHANG S, ZENG H, WANG S, SUN K, CHEN R, et al. Cancer incidence and mortality in China, 2016[J/OL]. *J Natl Cancer Cent*, 2022, 2: 1-9. DOI: 10.1016/j.jncc.2022.02.002.
- [2] KEUM N, GIOVANNUCCI E. Global burden of colorectal cancer: emerging trends, risk factors and prevention strategies[J]. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 2019, 16: 713-732.
- [3] ZHAO S B, WANG S L, PAN P, XIA T, CHANG X, YANG X, et al. Magnitude, risk factors, and factors associated with adenoma miss rate of tandem colonoscopy: a systematic review and meta-analysis[J/OL]. *Gastroenterology*, 2019, 156: 1661-1674.e11. DOI: 10.1053/j.gastro.2019.01.260.
- [4] ROBERTSON D J, LIEBERMAN D A, WINAWER S J, AHNEN D J, BARON J A, SCHATZKIN A, et al. Colorectal cancers soon after colonoscopy: a pooled multicohort analysis[J]. *Gut*, 2014, 63: 949-956.
- [5] ADLER J, ROBERTSON D J. Interval colorectal cancer after colonoscopy: exploring explanations and solutions[J]. *Am J Gastroenterol*, 2015, 110: 1657-1665.
- [6] CORLEY D A, LEVIN T R, DOUBENI C A. Adenoma detection rate and risk of colorectal cancer and death[J/OL]. *N Engl J Med*, 2014, 370: 2541. DOI: 10.1056/NEJMc1405329.
- [7] REX D K, SCHOENFELD P S, COHEN J, PIKE I M, ADLER D G, FENNERTY M B, et al. Quality indicators for colonoscopy[J]. *Gastrointest Endosc*, 2015, 81: 31-53.
- [8] 国家消化系统疾病临床医学研究中心(上海),国家消化道早癌防治中心联盟,中华医学会消化内镜学分会,中华医学会健康管理学分会,中国医师协会内镜医师分会消化内镜专业委员会,中国医师协会内镜医师分会内镜健康管理及体检专业委员会,等. 中国早期结直肠癌筛查流程专家共识意见(2019,上海)[J]. *中华内科杂志*, 2019, 58: 736-744.
- [9] CLARK B T, LAINE L. High-quality bowel preparation is required for detection of sessile serrated polyps[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2016, 14: 1155-1162.
- [10] JOHNSON D A, BARKUN A N, COHEN L B, DOMINITZ J A, KALTENBACH T, MARTEL M, et al. Optimizing adequacy of bowel cleansing for colonoscopy: recommendations from the US multi-society task force on colorectal cancer[J]. *Gastrointest Endosc*, 2014, 80: 543-562.
- [11] ASGE Standards of Practice Committee; SALTZMAN J R, CASH B D, PASHA S F, EARLY D S, MUTHUSAMY V R, KHASHAB M A, et al. Bowel preparation before colonoscopy[J]. *Gastrointest Endosc*, 2015, 81: 781-794.
- [12] HAREWOOD G C, SHARMA V K, DE GARMO P. Impact of colonoscopy preparation quality on detection of suspected colonic neoplasia[J]. *Gastrointest Endosc*, 2003, 58: 76-79.
- [13] FROELICH F, WIETLISBACH V, GONVERS J J, BURNAND B, VADER J P. Impact of colonic cleansing on quality and diagnostic yield of colonoscopy: the European Panel of Appropriateness of Gastrointestinal Endoscopy European multicenter study[J]. *Gastrointest Endosc*, 2005, 61: 378-384.
- [14] 方军,马丹,王树玲,柏愚,李兆申. 肠道准备质量影响因素中患者相关因素的研究进展[J]. *中华消化内镜杂志*, 2016, 33: 265-267.
- [15] DELEGGE M, KAPLAN R. Efficacy of bowel preparation with the use of a prepackaged, low fibre diet with a low sodium, magnesium citrate cathartic vs. a clear liquid diet with a standard sodium phosphate cathartic[J]. *Aliment Pharmacol Ther*, 2005, 21: 1491-1495.
- [16] SOWEID A M, KOBEISSY A A, JAMALI F R, EL-TARCHICHI M, SKOURY A, ABDUL-BAKI H, et al. A randomized single-blind trial of standard diet versus fiber-free diet with polyethylene glycol electrolyte solution for colonoscopy preparation[J]. *Endoscopy*, 2010, 42: 633-638.
- [17] BUTT J, BUNN C, PAUL E, GIBSON P, BROWN G. The white diet is preferred, better tolerated, and non-inferior to a clear-fluid diet for bowel preparation: a randomized controlled trial[J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2016, 31: 355-363.
- [18] MELICHARKOVA A, FLEMMING J, VANNER S, HOOKEY L. A low-residue breakfast improves patient tolerance without impacting quality of low-volume colon cleansing prior to colonoscopy: a randomized trial[J]. *Am J Gastroenterol*, 2013, 108: 1551-1555.

- [19] WU K L, RAYNER C K, CHUAH S K, CHIU K W, LU C C, CHIU Y C. Impact of low-residue diet on bowel preparation for colonoscopy[J]. *Dis Colon Rectum*, 2011, 54: 107-112.
- [20] CHOU C K, CHANG C Y, CHANG C C, CHANG L C, HSU W F, CHEN C Y, et al. Controlled dietary restriction with a prepackaged low-residue diet before colonoscopy offers better-quality bowel cleansing and allows the use of a smaller volume of purgatives: a randomized multicenter trial[J]. *Dis Colon Rectum*, 2016, 59: 975-983.
- [21] 潘鹏,赵胜兵,王润东,王树玲,孙洪鑫,夏天,等.低渣全营养配方粉在结肠镜肠道准备中的应用价值初探[J]. *中华消化内镜杂志*, 2019, 36: 923-927.
- [22] CALDERWOOD A H, LAI E J, FIX O K, JACOBSON B C. An endoscopist-blinded, randomized, controlled trial of a simple visual aid to improve bowel preparation for screening colonoscopy[J]. *Gastrointest Endosc*, 2011, 73: 307-314.
- [23] TAE J W, LEE J C, HONG S J, HAN J P, LEE Y H, CHUNG J H, et al. Impact of patient education with cartoon visual aids on the quality of bowel preparation for colonoscopy[J]. *Gastrointest Endosc*, 2012, 76: 804-811.
- [24] SPIEGEL B M R, TALLEY J, SHEKELLE P, AGARWAL N, SNYDER B, BOLUS R, et al. Development and validation of a novel patient educational booklet to enhance colonoscopy preparation[J]. *Am J Gastroenterol*, 2011, 106: 875-883.
- [25] LEE Y J, KIM E S, CHOI J H, LEE K I, PARK K S, CHO K B, et al. Impact of reinforced education by telephone and short message service on the quality of bowel preparation: a randomized controlled study[J]. *Endoscopy*, 2015, 47: 1018-1027.
- [26] ABUKSIS G, MOR M, SEGAL N, SHEMESH I, MORAD I, PLAUT S, et al. A patient education program is cost-effective for preventing failure of endoscopic procedures in a gastroenterology department[J]. *Am J Gastroenterol*, 2001, 96: 1786-1790.
- [27] WANG S L, WANG Q, YAO J, ZHAO S B, WANG L S, LI Z S, et al. Effect of WeChat and short message service on bowel preparation: an endoscopist-blinded, randomized controlled trial[J]. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 2019, 31: 170-177.
- [28] FANG J, WANG S L, FU H Y, LI Z S, BAI Y. Impact of gum chewing on the quality of bowel preparation for colonoscopy: an endoscopist-blinded, randomized controlled trial[J]. *Gastrointest Endosc*, 2017, 86: 187-191.
- [29] BAI Y, FANG J, ZHAO S B, WANG D, LI Y Q, SHI R H, et al. Impact of preprocedure simethicone on adenoma detection rate during colonoscopy: a multicenter, endoscopist-blinded randomized controlled trial[J]. *Endoscopy*, 2018, 50: 128-136.
- [30] MCINTOSH K S, GREGOR J C, KHANNA N V. Computer-based virtual reality colonoscopy simulation improves patient-based colonoscopy performance[J]. *Can J Gastroenterol Hepatol*, 2014, 28: 203-206.
- [31] SUGDEN C, AGGARWAL R, BANERJEE A, HAYCOCK A, THOMAS-GIBSON S, WILLIAMS C B, et al. The development of a virtual reality training curriculum for colonoscopy[J]. *Ann Surg*, 2012, 256: 188-192.
- [32] ZHAO S B, YANG X, FANG J, WANG S L, GU L, XIA T, et al. Effect of left lateral tilt-down position on cecal intubation time: a 2-center, pragmatic, randomized controlled trial[J]. *Gastrointest Endosc*, 2018, 87: 852-861.
- [33] REX D K, SCHOENFELD P S, COHEN J, PIKE I M, ADLER D G, FENNERTY M B, et al. Quality indicators for colonoscopy[J]. *Am J Gastroenterol*, 2015, 110: 72-90.
- [34] KAMINSKI M F, ROBERTSON D J, SENORE C, REX D K. Optimizing the quality of colorectal cancer screening worldwide[J]. *Gastroenterology*, 2020, 158: 404-417.
- [35] REX D K. Detection measures for colonoscopy: considerations on the adenoma detection rate, recommended detection thresholds, withdrawal times, and potential updates to measures[J]. *J Clin Gastroenterol*, 2020, 54: 130-135.
- [36] BARCLAY R L, VICARI J J, DOUGHTY A S, JOHANSON J F, GREENLAW R L. colonoscopic withdrawal times and adenoma detection during screening colonoscopy[J]. *N ENGL J MED*, 2006, 355: 2533-2541.
- [37] SHAUKAT A, RECTOR T S, CHURCH T R, LEDERLE F A, KIM A S, RANK J M, et al. Longer withdrawal time is associated with a reduced incidence of interval cancer after screening colonoscopy[J]. *Gastroenterology*, 2015, 149: 952-957.
- [38] BUTTERLY L, ROBINSON C M, ANDERSON J C, WEISS J E, GOODRICH M, ONEGA T L, et al. Serrated and adenomatous polyp detection increases with longer withdrawal time: results from the New Hampshire Colonoscopy Registry[J]. *Am J Gastroenterol*, 2014, 109: 417-426.
- [39] DE WIJKERSLOOTH T R, STOOP E M, BOSSUYT P M, TYTGAT K M A J, DEES J, MATHUS-VLIEGEN E M H, et al. Differences in proximal serrated polyp detection among endoscopists are associated with variability in withdrawal time[J]. *Gastrointest Endosc*,

- 2013, 77: 617-623.
- [40] BARCLAY R L, VICARI J J, GREENLAW R L. Effect of a time-dependent colonoscopic withdrawal protocol on adenoma detection during screening colonoscopy[J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2008, 6: 1091-1098.
- [41] HILSDEN R J, DUBE C, HEITMAN S J, BRIDGES R, MCGREGOR S E, ROSTOM A. The association of colonoscopy quality indicators with the detection of screen-relevant lesions, adverse events, and postcolonoscopy cancers in an asymptomatic Canadian colorectal cancer screening population[J]. *Gastrointest Endosc*, 2015, 82: 887-894.
- [42] KUMAR S. Adenoma miss rates associated with a 3-minute versus 6-minute colonoscopy withdrawal time: a prospective, randomized trial[J]. *Gastrointest Endosc*, 2017, 85: 1273-1280.
- [43] COGHLAN E, LAFERRERE L, ZENON E, MARINI J M, RAINERO G, SAN ROMAN A, et al. Timed screening colonoscopy: a randomized trial of two colonoscopic withdrawal techniques[J]. *Surg Endosc*, 2020, 34: 1200-1205.
- [44] ZHAO S, YANG X, WANG S, MENG Q, WANG R, BO L, et al. impact of 9-minute withdrawal time on the adenoma detection rate: a multicenter randomized controlled trial[J/OL]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2022, 20: E168-E181. DOI: 10.1016/J.CGH.2020.11.019.
- [45] ALIPANAHI B, DELONG A, WEIRAUCH M T, FREY B J. Predicting the sequence specificities of DNA- and RNA-binding proteins by deep learning[J]. *Nat Biotechnol*, 2015, 33: 831-838.
- [46] 朱晓芸, 马如超, 李素琴, 李夏, 于红刚. 人工智能技术在消化内镜领域的应用进展[J]. *中华消化杂志*, 2019, 39: 420-423.
- [47] ESTEVA A, KUPREL B, NOVOA R A, KO J, SWETTER S M, BLAU H M, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks[J]. *Nature*, 2017, 542: 115-118.
- [48] GULSHAN V, PENG L, CORAM M, STUMPE M C, WU D, NARAYANASWAMY A, et al. Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs[J]. *JAMA*, 2016, 316: 2402-2410.
- [49] 潘鹏, 赵胜兵, 王润东, 李兆申, 柏愚. 人工智能辅助结肠息肉性质鉴别系统的建立与临床初步验证[J]. *中华消化杂志*, 2020, 40: 758-762.
- [50] COE S G, CROOK J E, DIEHL N N, WALLACE M B. An endoscopic quality improvement program improves detection of colorectal adenomas[J]. *Am J Gastroenterol*, 2013, 108: 219-227.
- [51] KAMINSKI M F, ANDERSON J, VALORI R, KRASZEWSKA E, RUPINSKI M, PACHLEWSKI J, et al. Leadership training to improve adenoma detection rate in screening colonoscopy: a randomised trial[J]. *Gut*, 2016, 65: 616-624.
- [52] 宋铨航, 赵胜兵, 贺子轩, 吴佳艺, 王树玲, 潘鹏, 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: 551-555.

[本文编辑] 孙岩