中华医学会系列杂志

ISSN 1007-5232
CN 32-1463/R

中华消化内镜杂志®

ZHONGHUA XIAOHUA NEIJING ZAZHI

2025年2月 第42卷 第2期

CHINESE JOURNAL OF DIGESTIVE ENDOSCOPY

Volume 42 Number 2
February 2025

ISSN 1007-5232
02
9 771007 523250

中华消化内镜杂志®

CHINESE JOURNAL OF DIGESTIVE ENDOSCOPY

月刊　1996年8月改刊　第42卷　第2期　2025年2月20日出版


微信:xhnjxw


新浪微博

主　管
中国科学技术协会

主　办
中华医学会
100710,北京市东四西大街42号

编　辑
中华消化内镜杂志编辑委员会
210003,南京市紫竹林3号
电话:(025)83472831,83478997
传真:(025)83472821
Email:xhnj@xhnj.com
http://www.zhxhnjzz.com
http://www.medjournals.cn

总编辑
张澍田

编辑部主任
唐涌进

出　版
《中华医学杂志》社有限责任公司
100710,北京市东四西大街42号
电话(传真):(010)51322059
Email:office@cmaph.org

广告发布登记号
广登32010000093号

印　刷
江苏省地质测绘大队

发　行
范围:公开
国内:南京报刊发行局
国外:中国国际图书贸易集团有限公司
(北京399信箱,100048)
代号 M4676

订　购
全国各地邮政局
邮发代号 28-105

邮　购
中华消化内镜杂志编辑部
210003,南京市紫竹林3号
电话:(025)83472831
Email:xhnj@xhnj.com

定　价
每期25.00元,全年300.00元

中国标准连续出版物号
ISSN 1007-5232
CN 32-1463/R

2025年版权归中华医学会所有

未经授权,不得转载、摘编本刊文章,不得使用本刊的版式设计

除非特别声明,本刊刊出的所有文章不代表中华医学会和本刊编委会的观点

本刊如有印装质量问题,请向本刊编辑部调换

目　　次

述　　评

教练理论:一套临床人工智能系统开发与验证理论体系 …… 85
于红刚　蔺蓉

共识与指南

超声内镜人工智能系统临床应用专家共识(2024,武汉) …… 94
中华医学会消化内镜学分会大数据协作组

专家论坛

《胰腺体外震波碎石术专家共识》要点解读 …… 104
衣津慧　胡良峰

论　　著

基于深度学习的人工智能技术在肠道准备评估中的应用 …… 109
王雯　姚理文　熊慧珍　李秋成　陈泓磊　于红刚

肠道准备过程中不良反应的相关危险因素分析 …… 115
苏巧玉　张英杰　王泽宇　康晓宇　潘阳林

利那洛肽联合复方聚乙二醇电解质散肠道准备改良方案的随机对照研究 …… 120
唐丽欣　郭雨栋　李士学　唐秀芬

早期食管癌合并多原发癌的内镜和病理特征及危险因素分析 …… 125
刘昊玺　张倩　张阳　张昌昊　邢洁　李鹏　张澍田

内镜治疗Ⅰ~Ⅲ度内痔的双中心随机对照研究 …… 131
何安玲　马超　肖勇　朱珂　刘书中　陈明锴

床旁胶囊内镜在急重症消化道出血患者中的应用价值 …… 137
张琪琦　张洁　陈路　林壁涛　陈振煜　王馨珂　万田漠　丰希成　王振疆　李爱民　吴保平　刘思德　罗晓蓓

剪状刀内镜黏膜下剥离术治疗无蒂隆起型结直肠上皮源性肿瘤的有效性及安全性 …… 142
高岩　王叶　蓝宇　贾纯增

短篇论著

双镜联合精准穿刺引导扩张治疗结直肠癌术后吻合口闭锁初探(含视频) …… 148
王东洋　陈明　张昊　李浩　翟会专　孙明娟　王海鹏　李增军

病例报道

附加通道辅助内镜黏膜切除术治疗直肠神经内分泌瘤1例(含视频) …… 151
刘朝晖　吴瑞暖　黄伟英　邢艳杰　孙大勇　李锐
内镜黏膜下剥离术治疗跨越幽门环的早期胃癌1例 …… 154
李劼　郑庆芬　赵丽霞　刘冰熔
内镜下食管肌层切开联合主动脉带膜支架隔绝术治疗食管异物穿孔伴主动脉损伤1例 …… 156
詹磊磊　陈桂权　梁瑞茵

综　　述

超声内镜在血管介入诊疗方面的研究进展 …… 159
万笑雨　刘萍　曹新广　郭长青
粪菌移植的发展趋势、适应证领域、移植途径和政策管理:基于CiteSpace分析 …… 164
赵睿　董晨　鲍艳凤　孙驰　顾志峰

读者·作者·编者

《中华消化内镜杂志》对来稿中统计学处理的有关要求 …… 130
《中华消化内镜杂志》2025年可直接使用英文缩写的常用词汇 …… 147
《中华消化内镜杂志》2025年征订启事 …… 147
中华医学会杂志社关于在论文写作过程中使用生成式人工智能技术的有关规定 …… 163
插页目次 …… 103

本刊稿约见第42卷第1期第82页

本期责任编辑　顾文景　唐涌进

本刊编辑部工作人员联系方式

唐涌进,Email:tang@xhnj.com　　朱　悦,Email:zhuyue@xhnj.com
周　昊,Email:zhou@xhnj.com　　钱　程,Email:qian@xhnj.com
顾文景,Email:gwj@xhnj.com　　许文立,Email:xwl@xhnj.com

本刊投稿方式

登录《中华消化内镜杂志》官方网站http://www.zhxhnjzz.com进行在线投稿。


唐涌进


周　昊


顾文景


朱　悦


钱　程


许文立

(扫码添加编辑企业微信)

·论著·

基于深度学习的人工智能技术在肠道准备评估中的应用

王雯[1]　姚理文[1]　熊慧珍[2]　李秋成[2]　陈泓磊[2]　于红刚[1]
[1]武汉大学人民医院消化内科，武汉 430060；[2]中山大学附属第八医院消化内镜中心，深圳 518000
通信作者：于红刚，Email：yuhonggang@whu.edu.cn

【摘要】　目的　探究基于深度学习的人工智能肠道准备评估系统（e-Boston bowel preparation scale system，e-BBPS 系统）评分与腺瘤漏检率之间的关系。**方法**　回顾性收集 2017-12-21 至 2019-12-31 在武汉大学人民医院内镜中心结肠镜检查的 4 373 例患者肠镜图像用于模型训练。前瞻性纳入 2021-10-08 至 2022-11-09 在中山大学附属第八医院行结肠镜检查的患者。使用 e-BBPS 系统评估患者肠道准备情况，内镜医师根据 BBPS 评分进行肠道准备评估。如果内镜医师和 e-BBPS 都认为肠道准备充分，患者立即接受第 2 次结肠镜检查，否则患者在第 2 次肠镜检查前重新进行肠道准备。比较 e-BBPS 系统评估肠道准备合格组（e-BBPS 评分≤3 分）与肠道准备不合格组（e-BBPS 评分>3 分）之间腺瘤和息肉病灶漏诊率的差异。**结果**　肠道准备合格组患者腺瘤病灶漏检率明显小于肠道准备不合格组［26.72%（62/232）比 42.53%（37/87），χ^2=7.384，*P*=0.007，*OR*=2.029（95%*CI*：1.212~3.396）］。同时，肠道准备合格组患者息肉漏检率明显小于肠道准备不合格组［27.28%（195/702）比 41.24%（113/274），χ^2=16.539，*P*<0.001，*OR*=1.825（95%*CI*：1.363~2.443）］。**结论**　基于深度学习的 e-BBPS 系统在肠道准备评估方面具有准确性和可靠性，有望标准化肠道准备评估流程，减少病灶漏检。

【关键词】　人工智能；　结肠镜；　腺瘤漏检率；　肠道准备

基金项目：武汉大学人民医院交叉创新人才项目（JCRCZN-2022-001）；武汉市人工智能示范应用场景项目（2022YYCJ01）

Application of deep learning-based artificial intelligence technology in bowel preparation assessment

Wang Wen[1], Yao Liwen[1], Xiong Huizhen[2], Li Qiucheng[2], Chen Honglei[2], Yu Honggang[1]
[1]Department of Gastroenterology, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, China; [2]Digestive Endoscopy Center, The Eighth Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Shenzhen 518000, China
Corresponding author: Yu Honggang, Email: yuhonggang@whu.edu.cn

【Abstract】　Objective　To investigate the correlationship between an artificial intelligence-based e-Boston bowel preparation scale (e-BBPS) system score and the adenoma miss rate. **Methods**　Colonoscopy images of 4 373 patients at the Endoscopy Center of Renmin Hospital of Wuhan University from December 21, 2017 to December 31, 2019 were collected for model training. Patients who underwent colonoscopy at the Eighth Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University from October 8, 2021 to November 9, 2022 were prospectively included. Patient′s bowel preparation was evaluated by the e-BBPS system and endoscopists based on BBPS score. If both the endoscopists and e-BPPS system believed that the bowel preparation was sufficient, the patient immediately proceeded to a second colonoscopy. Otherwise, the patient underwent bowel preparation again. The differences in adenoma and polyp miss rate between the qualified group (e-BBPS system score ≤3) and the unqualified group (e-BBPS system score >3) were

DOI：10.3760/cma.j.cn321463-20231115-00297
收稿日期　2023-11-15　　**本文编辑**　朱悦
引用本文：王雯，姚理文，熊慧珍，等. 基于深度学习的人工智能技术在肠道准备评估中的应用[J]. 中华消化内镜杂志，2025，42(2)：109-114. DOI：10.3760/cma.j.cn321463-20231115-00297.

www.zhxhnjzz.com

compared. **Results** The adenoma miss rate in the qualified group was significantly lower than that in the unqualified group [26.72% (62/232) VS 42.53% (37/87), χ^2=7.384, P=0.007, OR=2.029 (95%CI: 1.212-3.396)], and the polyp miss rate in the qualified group was significantly lower than that in the unqualified group [27.28% (195/702) VS 41.24% (113/274), χ^2=16.539, P<0.001, OR=1.825 (95%CI: 1.363-2.443)]. **Conclusion** The deep learning-based e-BBPS system demonstrates accuracy and reliability in bowel preparation assessment, offering potential to standardize the process of evaluating bowel preparation and reduce missed lesions.

【**Key words**】 Artificial intelligence; Colonoscopy; Adenoma miss rate; Bowel preparation

Fund program: Interdisciplinary Innovative Talents Foundation of Renmin Hospital of Wuhan University (JCRCZN-2022-001); Wuhan Artificial Intelligence Application Demonstration Scenario Project (2022YYCJ01)

结直肠癌是全球第三大常见癌症类型和第二大癌症相关死亡原因[1-2]。肠镜筛查能够通过检测并切除腺瘤等结直肠癌前病变，有效降低结直肠癌的发病率与病死率[3]。充分的肠道准备可以确保肠道黏膜的充分暴露以及改善病灶检出。然而，研究数据表明，高达1/4的肠镜可能在肠道准备不充分的情况下进行[4]。欧洲胃肠内镜学会、美国胃肠学会指南推荐肠道准备不充分的患者应在1年内进行重复的肠镜检查，以避免肠镜后结直肠癌的发生[5-6]。然而，过于严格的肠道准备评估可能导致肠镜筛查间隔缩短，增加筛查成本和并发症风险[7]。因此，准确评估肠道准备情况有助于合理确定筛查间隔，降低结直肠癌患病风险，并减少肠镜筛查的成本。

目前，肠道准备评估主要依靠内镜医师人工评分。然而，内镜医师通常在肠镜检查结束后根据自己的记忆记录波士顿肠道准备量表（Boston bowel preparation scale，BBPS）评分，可能存在记忆偏差，导致评分不符合实际情况。此外，内镜医师对肠道准备的评估还受到经验等主观因素的影响[8]。因此，开发一个客观、准确的肠道准备评估系统十分有必要。近年来，人工智能在消化内镜领域广泛发展，已有研究开发了用于肠道准备评估的人工智能模型[8-9]。前期已经构建了基于BBPS评分的深度学习肠道准备评估系统，即e-BBPS系统，通过计算e-BBPS评分对肠道准备情况进行准确评估[10]。该研究还证实e-BBPS评分与腺瘤检出率（adenoma detection rate，ADR）之间呈显著的负相关关系（Spearman rank ρ=0.976，P<0.010），这说明e-BBPS评分有潜力成为评价肠道清洁度的有力指标。

然而，人工智能清洁度评估和腺瘤性息肉漏诊率之间的关系尚未有研究证实。研究证明，肠镜漏检的息肉和腺瘤占肠镜后结直肠癌的50%及以上[11-12]，这意味着大部分具有癌变潜能的病灶未被及时发现。我们希望通过e-BBPS系统对肠道准备进行准确评估，从而协助内镜医师识别肠道准备不足的患者，减少病灶漏检。本研究设计了一个前瞻性、单中心的串联肠镜临床试验，通过对比腺瘤漏检率的差异，对e-BBPS系统能否正确评估肠道准备情况进行验证，并明确e-BBPS评分与腺瘤漏检率之间的关系。

资料与方法

一、e-BBPS系统介绍

1. 系统架构：e-BBPS系统由2个深度卷积神经网络（deep convolutional neural network，DCNN）模型组成。DCNN 1过滤掉不合格的图像，例如体外、模糊、冲洗、电子染色内镜和手术操作图像；DCNN 2将合格的图像分为BBPS评分0~1分和BBPS评分2~3分两类。

BBPS 0~1分图像占比=BBPS 0~1分图像帧/（总图像帧−不合格图像帧）×100%。每5%的图像占比被视为一个区间，对应相应的e-BBPS分数，即0%~<5%=e-BBPS得分为1分，5%~<10%=e-BBPS得分为2分，依次类推。在之前的研究中[10]，e-BBPS得分1~8分的ADR分别为28.57%、28.68%、26.79%、19.19%、17.57%、17.07%、14.81%和0%。根据筛查肠镜检查的25%ADR标准，e-BBPS评分为3分是保证ADR≥25%的阈值，即所谓的高质量肠镜检查。本次研究仍将e-BBPS得分≤3分的患者视为肠道准备合格患者。

2. 数据集收集：模型的训练图像和内部验证图像来自武汉大学人民医院，外部验证图像来自武汉市第三医院和武汉市第八医院。DCNN 1训练使用2017-12-21至2019-12-20共3 504例患者的18 591张不合格图像和24 410张合格图像。DCNN 2训练使用了2019-09-01至2019-12-31共869例患者BBPS评分0~1分的10 048张图像和

www.zhxhnjzz.com

BBPS 评分 2~3 分的 14 362 张图像。内部验证采用 2023-03-03 至 2023-05-25 共 122 例患者的 2 000 张图像，外部验证收集 2022-05-27 至 2022-10-13 的 100 例患者的 1 800 张图像。

3. 标注标准：内外部验证图像均由 3 名来自武汉大学人民医院的高年资（至少 5 000 次肠镜经验）内镜医师进行标注。对于 DCNN 1 验证图像，只有当 2 名及以上内镜医师达成共识，图像才分配到相应的类别。然后根据 BBPS 评分对合格图像进行肠道准备评估，同样当 2 名或更多内镜医师达成一致意见时，图像符合相应类别。

4. 模型训练方法：使用 ResNet50 对图像进行分类，所有网络使用 NIVIDIA GeForce GTX 3080 进行训练。当输入模型时，图像大小被调整为 224×224 像素。使用退出、数据增强和早停 3 种方法最大限度地降低过拟合风险。首先，在所有模型中，第 1 层和第 2 层全连接层的输入采用 0.5 丢失率。其次，使用高度偏移、宽度偏移和缩放等方法对图像进行随机增强。通过数据增强，图像在每一轮训练中都呈现出不同效果。当图像被输入到所提出的框架中时，DCNN 1 首先过滤掉不合格的图像，合格的图像被输入到 DCNN 2 中，并被分为 BBPS 0~1 分和 BBPS 2~3 分两类。

二、临床试验设计

1. 研究对象：在中山大学附属第八医院进行单中心、前瞻性、观察性研究。连续性招募 2021-10-08 至 2022-11-09 符合中国肠镜筛查标准[13]的患者。本研究获得了中山大学附属第八医院伦理委员会的批准（编号：2021-033-01）。排除标准：最近 5 年存在药物或者乙醇滥用情况或有心理障碍；孕期或哺乳期妇女；已知多发性息肉综合征患者；已知炎症性肠病患者；已知肠道狭窄或有占位性肿瘤者；已知结肠梗阻或穿孔者；既往有结直肠外科手术史者；既往有解痉剂过敏史患者；凝血障碍疾病或口服抗凝剂等原因无法进行活检和息肉摘除患者；研究者认为受试者不宜参加临床试验的高危疾病或其他特殊情况。所有患者提供知情同意书。肠镜检查前记录患者的基本人口学特征，包括性别、年龄、结肠镜适应证、体重指数、吸烟史、饮酒史及结直肠癌家族史等信息。

2. 试验流程：符合入选标准的患者完成常规肠道准备及麻醉（包括咪唑安定、芬太尼或丙泊酚）后进行第 1 次肠镜检查，其中肠道准备第 1 剂由 2 L 聚乙二醇溶液组成，在肠镜检查前 1 d 服用，第 2 剂是 1 L 聚乙二醇溶液和 50 mL 二甲硅油溶液，在检查当天术前 4~6 h 服用。在服药后和检查前，患者被要求禁食 8 h 以及禁水 4 h。如果患者肠道准备不充分，则指示他们流质饮食，并再次进行肠道准备。肠镜操作由中山大学附属第八医院的 2 名高年资（至少 5 000 次肠镜经验）内镜医师进行。e-BBPS 系统在退镜过程中计算 e-BPPS 评分，评分仅显示在人工智能屏幕上，操作的内镜医师不可见。肠镜检查完成后，内镜医师根据 BBPS 评分评估肠道准备情况。如果内镜医师评分和 e-BBPS 系统都认为患者的肠道准备合格，则由同一内镜医师立即进行第 2 次肠镜检查评估遗漏的病变。如果内镜医师或 e-BPPS 系统认为肠道准备不足，则患者重新进行肠道准备后再进行肠镜检查。过程中发现的所有息肉均进行病理评估。e-BBPS 评分≤3 分的患者纳入肠道准备合格组，e-BBPS 评分>3 分的患者纳入肠道准备不合格组。

3. 研究终点：主要终点为肠道准备合格组与肠道准备不合格组腺瘤病灶漏诊率差异。腺瘤病灶漏检率定义为第 2 次检出的腺瘤个数/腺瘤总个数。次要终点为肠道准备合格组与肠道准备不合格组息肉病灶漏检率差异。息肉病灶漏检率定义为第 2 次检出的息肉个数/息肉总个数。患者漏检率定义为第 2 次检出该病灶的患者例数/总的检出该病灶的患者例数，检出率定义为首次检出该病变的患者例数/患者总例数，患病率定义为总的检出该病灶的患者例数/患者总例数。

4. 样本量计算：根据既往研究，肠道准备合格患者腺瘤漏检率为 26%[14]，肠道准备不合格患者腺瘤漏检率为 42%[15]，在 power=0.9，双侧检验水准=0.05 的情况下，计算出所需样本量为 287 例，假设脱落率为 15%，则最终所需样本量为 338 例。

5. 统计学分析：采用 SPSS 19.0 统计软件处理数据。对于满足正态分布的连续性变量，采用 $\bar{x}\pm s$ 描述，2 组间比较使用独立样本 t 检验；对于分类变量，采用例（%）描述，2 组间比较采用四格表资料的卡方检验，并计算其 *OR* 值和 95%*CI*。$P<0.05$（双侧）为差异有统计学意义。

结　果

一、模型验证结果

采取 1 000 张肠镜图像进行 DCNN 1 内部验证，DCNN 1 对于合格和不合格图像的分类准确率为 90.70%。DCNN 2 内部验证同样采用了 1 000 张肠镜图像，DCNN 2 内部验证准确率为 96.40%。在

www.zhxhnjzz.com

外部验证中，采用1 000张肠镜图像用于DCNN 1验证，800张肠镜图像用于DCNN 2验证。DCNN 1准确率为88.50%，DCNN 2准确率为94.13%。

二、患者基线信息

研究期间446例患者接受了肠镜检查，并对其进行了评估。49例患者在术前或术中被排除（19例有结直肠手术切除史，3例有活检禁忌证，3例有麻醉高风险，15例有炎症性肠病或结直肠癌，5例拒绝参与，4例患者未能达盲）。在397例患者中，有4例重复肠道清洁后肠道准备不足，17例未见病灶活检结果，17例病灶大小无法确定。因此，最终共有359例患者纳入研究，患者性别、年龄等基线信息见表1。

三、腺瘤漏检情况

肠道准备合格组的腺瘤病灶漏检率为26.72%，明显低于肠道准备不合格组的42.53%（P=0.007）。根据病灶大小分析，两组长径<5 mm腺瘤的病灶漏检率同样呈现该趋势（30.86%比52.38%，P=0.002）。根据病灶形态分析，肠道准备合格组的扁平腺瘤漏检率明显低于肠道准备不合格组（28.37%比43.02%，P=0.014）。与此同时，肠道准备合格组长径<5 mm腺瘤的患者漏检率同样明显低于肠道准备不合格组（26.92%比45.71%，P=0.039）。两组腺瘤检出情况详见表2。

四、息肉漏检情况

肠道准备合格组的息肉病灶漏检率为27.28%，明显低于肠道准备不合格组的41.24%（P<0.001）。从病灶大小分析，肠道准备合格组长径<5 mm息肉的病灶漏检率明显低于肠道准备不合格组（29.11%比44.26%，P<0.001），肠道准备合格组长径<5 mm息肉的患者漏检率小于肠道准备不合格组（15.17%比26.47%，P=0.035）。从病灶形态来看，肠道准备合格组的扁平息肉病灶漏检率同样小于肠道准备不合格组（28.36%比41.54%，P<0.001）。两组息肉检出情况详见表3。

讨　论

在临床实践中，肠镜筛查间隔受到肠道准备情况的影响，然而临床上内镜医师评估肠道准备存在

表1　肠镜检查肠道准备合格组与不合格组的基线资料比较

组别	例数	年龄（岁，$\bar{x}\pm s$）	男性[例（%）]	饮酒史[例（%）]	吸烟史[例（%）]	家族史[例（%）]	体重指数（kg/m^2，$\bar{x}\pm s$）
肠道准备合格组	271	54.81±4.68	121（44.65）	36（13.28）	31（11.44）	18（6.64）	23.57±2.46
肠道准备不合格组	88	55.24±5.13	48（54.55）	6（6.82）	10（11.36）	3（3.41）	24.08±2.55
统计量		t=−0.726	χ^2=2.611	χ^2=2.688	χ^2=0.000	χ^2=1.261	t=−1.681
P值		0.468	0.106	0.101	0.985	0.262	0.094

表2　肠镜检查肠道准备合格组与不合格组的腺瘤检出情况比较

观察指标	肠道准备合格组（n=271）	肠道准备不合格组（n=88）	χ^2值	P值	OR值（95%CI）
腺瘤					
病灶漏检率	26.72%（62/232）	42.53%（37/87）	7.384	0.007	2.029（1.212~3.396）
患者漏检率	21.05%（28/133）	35.71%（15/42）	3.702	0.054	2.083（0.978~4.439）
检出率	38.75%（105/271）	30.68%（27/88）	1.858	0.173	1.429（0.854~2.391）
患病率	49.08%（133/271）	47.73%（42/88）	0.048	0.826	1.056（0.652~1.708）
长径<5 mm腺瘤					
病灶漏检率	30.86%（54/175）	52.38%（33/63）	9.253	0.002	2.465（1.367~4.444）
患者漏检率	26.92%（28/104）	45.71%（16/35）	4.274	0.039	2.286（1.033~5.055）
检出率	28.04%（76/271）	21.59%（19/88）	1.422	0.233	1.415（0.798~2.510）
患病率	38.38%（104/271）	39.77%（35/88）	0.055	0.815	0.943（0.577~1.543）
长径≥5 mm腺瘤					
病灶漏检率	14.04%（8/57）	16.67%（4/24）	0.093	0.761	1.225（0.331~4.531）
患者漏检率	14.29%（7/49）	18.75%（3/16）	0.185	0.667	1.385（0.312~6.136）
检出率	15.50%（42/271）	14.77%（13/88）	0.027	0.870	1.058（0.539~2.077）
患病率	18.08%（49/271）	18.18%（16/88）	0.000	0.983	0.993（0.532~1.853）
扁平腺瘤					
病灶漏检率	28.37%（61/215）	43.02%（37/86）	6.005	0.014	1.906（1.134~3.206）
患者漏检率	23.62%（30/127）	38.10%（16/42）	3.337	0.068	1.990（0.944~4.193）
检出率	35.79%（97/271）	29.55%（26/88）	1.151	0.283	1.329（0.790~2.238）
患病率	46.86%（127/271）	47.73%（42/88）	0.020	0.888	0.966（0.597~1.563）

www.zhxhnjzz.com

表 3　肠镜检查肠道准备合格组与不合格组的息肉检出情况比较

观察指标	肠道准备合格组（*n*=271）	肠道准备不合格组（*n*=88）	χ^2值	*P*值	*OR*值（95%*CI*）
息肉					
病灶漏检率	27.78%（195/702）	41.24%（113/274）	16.539	<0.001	1.825（1.363~2.443）
患者漏检率	13.10%（30/229）	21.33%（16/75）	2.982	0.084	1.799（0.918~3.525）
检出率	73.43%（199/271）	67.05%（59/88）	1.340	0.247	1.359（0.808~2.285）
患病率	84.50%（229/271）	85.23%（75/88）	0.027	0.870	0.945（0.481~1.855）
长径<5 mm息肉					
病灶漏检率	29.11%（179/615）	44.26%（104/235）	17.571	<0.001	1.934（1.417~2.638）
患者漏检率	15.17%（32/211）	26.47%（18/68）	4.468	0.035	2.014（1.044~3.885）
检出率	66.05%（179/271）	56.82%（50/88）	2.452	0.117	1.479（0.905~2.416）
患病率	77.86%（211/271）	77.27%（68/88）	0.013	0.908	1.034（0.582~1.838）
长径≥5 mm息肉					
病灶漏检率	18.39%（16/87）	23.08%（9/39）	0.372	0.542	1.331（0.530~3.345）
患者漏检率	17.39%（12/69）	12.50%（3/24）	0.315	0.575	0.679（0.174~2.645）
检出率	21.03%（57/271）	23.86%（21/88）	0.313	0.576	0.850（0.480~1.504）
患病率	25.46%（69/271）	27.27%（24/88）	0.114	0.736	0.911（0.529~1.568）
扁平息肉					
病灶漏检率	28.36%（194/684）	41.54%（113/272）	15.511	<0.001	1.795（1.339~2.406）
患者漏检率	9.25%（31/227）	21.33%（16/75）	2.528	0.112	1.715（0.877~3.350）
检出率	72.32%（196/271）	67.05%（59/88）	0.900	0.343	1.285（0.765~2.156）
患病率	83.76%（227/271）	85.23%（75/88）	0.107	0.744	0.894（0.457~1.750）

着无法避免的局限性，因此开发一个准确的人工智能肠道评估系统十分有必要。本研究通过进行内外部图像验证证实了 e-BBPS 系统可以准确评估肠道准备情况。通过串联临床试验，我们还发现了 e-BBPS 评估为不合格的患者腺瘤漏检率显著升高，表明 e-BBPS 可以精准识别由于肠道准备不合格而存在腺瘤漏诊风险的患者。

此前，Lee 等[9]开发了一个基于 BBPS 评分的肠道准备评估算法，裁剪了 252 个 10 s 的肠镜视频片段进行验证，经证实该算法可以在视频片段中判断肠道准备是否合格，受试者工作特征曲线下面积为 0.91，准确率为 85.30%，当应用于完整的退镜视频时，该算法评估肠道准备的效果与 4 名医师相当。Zhou 等[8]提出的 Endoangel 系统在 120 张静止图像中评估肠道准备的准确率为 93.30%，在 20 个肠镜视频中准确率为 89.40%。然而，此前的研究局限于图像和视频验证，仅评估了人工智能与内镜医师之间的一致性，并没有将系统应用于临床真实环境。本研究首次将人工智能肠道准备评估系统应用于临床实践，在真实环境中证实了人工智能肠道准备评估系统的实用能力。

前期研究证实，e-BBPS 系统可以实时评估肠道准备情况，其评分与 ADR 呈负相关[10]。然而，即使是 ADR 较高的内镜医师也可能受到较高的腺瘤漏检率的影响，而漏检情况往往会影响肠镜筛查间隔[16]。此外，小而扁平腺瘤通常与高漏检率密切相关[17-18]。因此我们从患者、病灶大小、形态等几个方面进行了漏检率的统计分析。在肠道准备合格组和肠道准备不合格组腺瘤和息肉患病率差异无统计学意义的情况下，研究结果显示肠道准备合格组的腺瘤和息肉病灶漏检率明显低于肠道准备不合格组。从病灶大小层面来看，肠道准备合格组长径<5 mm 的腺瘤病灶和息肉病灶漏检率同样明显低于肠道准备不合格组。从病灶形态分析，扁平腺瘤以及扁平息肉病灶漏检率同样呈现上述趋势。这一趋势也足以说明，e-BBPS 系统可以准确评估患者的肠道准备是否合格。

本研究有几个优点。首先，相较于既往的相关研究，本研究利用人工智能对肠道准备进行评估的应用范围更加广泛。本研究不仅进行了内外部图像验证，还在临床环境中应用了 e-BBPS 系统，证实了其实用价值。其次，本研究是首个探究人工智能肠道准备评估与腺瘤漏检率之间关系的研究，证实了 e-BBPS 评分与腺瘤漏检率之间的关系。结果显示，与肠道准备合格组相比，肠道准备不合格组的腺瘤漏检率明显较高。这意味着在临床实践中，e-BBPS 评分能够与腺瘤漏检率相关联。通过使用 e-BBPS 系统，内镜医师能够更好地预测下一次肠镜筛查的时间，从而减少部分患者漏检腺瘤发展为癌的风险，同时避免因过度缩短肠镜筛查间隔而引起不必要的经济损失。

然而，此次研究仍存在一些不足。首先，研究的

www.zhxhnjzz.com

临床验证仅在单一中心展开，未来还需要进行进一步的多中心验证。尽管如此，本次研究的临床验证是在一个独立于训练和测试图像的外部中心进行的，此次研究仍然证实了该模型的可推广性和普适性。其次，研究纳入的患者中检出无蒂锯齿状病变（sessile serrated lesion，SSL）的数目较少，该系统与该类病变检出率和漏检率之间的关系尚不能说明。SSL在内镜下通常表现为形态扁平、边界模糊、表面覆盖有大量黏液的病灶[19-20]，内镜医师识别这类病变比较困难，然而SSL是结直肠癌的癌前病变[21]，对于该类病变的漏诊同样可能导致结直肠癌的发生。因此，日后可以进行相应的验证，以进一步评估e-BBPS评分与该类病变检出率和漏检率之间的关系。

总之，本研究的结果表明，e-BBPS系统能够准确判断肠镜患者的肠道准备情况，识别出需要再次进行肠镜检查的患者。未来进一步推广应用该系统，有望辅助内镜医师进行标准化、准确的肠道准备评估，进一步指导内镜医师进行必要的干预和再次检查，从而减少病灶的漏诊，改善患者预后。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　王雯：试验整体设计，收集及分析数据，撰写及修订论文，审阅并批准最终稿；姚理文、陈泓磊：研究设计，分析解读数据，对文稿的关键性修订，审阅并批准最终稿；熊慧珍、李秋成：试验整体设计，收集及分析解读数据，对文稿的关键性修订，审阅并批准最终稿；于红刚：试验整体设计，分析解读数据，对文稿的关键性修订，审阅并批准最终稿

参 考 文 献

[1] Siegel RL, Miller KD, Goding Sauer A, et al. Colorectal cancer statistics, 2020[J]. CA Cancer J Clin, 2020, 70(3): 145-164. DOI: 10.3322/caac.21601.

[2] 赵胜兵, 隋向宇, 贺子轩, 等. 推广肠癌筛查 加强肠镜质控捍卫肠道健康[J]. 中华消化内镜杂志, 2023, 40(2): 94-97. DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20210923-00456.

[3] Dekker E, Rex DK. Advances in CRC prevention: screening and surveillance[J]. Gastroenterology, 2018, 154(7): 1970-1984. DOI: 10.1053/j.gastro.2018.01.069.

[4] Kastenberg D, Bertiger G, Brogadir S. Bowel preparation quality scales for colonoscopy[J]. World J Gastroenterol, 2018, 24(26):2833-2843. DOI: 10.3748/wjg.v24.i26.2833.

[5] Hassan C, Antonelli G, Dumonceau JM, et al. Post-polypectomy colonoscopy surveillance: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Guideline — Update 2020[J]. Endoscopy, 2020, 52(8): 687-700. DOI: 10.1055/a-1185-3109.

[6] Lieberman DA, Rex DK, Winawer SJ, et al. Guidelines for colonoscopy surveillance after screening and polypectomy: a consensus update by the US Multi-Society Task Force on Colorectal Cancer[J]. Gastroenterology, 2012, 143(3): 844-857. DOI: 10.1053/j.gastro.2012.06.001.

[7] Clark BT, Protiva P, Nagar A, et al. Quantification of adequate bowel preparation for screening or surveillance colonoscopy in men[J]. Gastroenterology, 2016, 150(2): 396-405; quiz e14-15. DOI: 10.1053/j.gastro.2015.09.041.

[8] Zhou J, Wu L, Wan X, et al. A novel artificial intelligence system for the assessment of bowel preparation (with video)[J]. Gastrointest Endosc, 2020, 91(2): 428-435.e2. DOI: 10.1016/j.gie.2019.11.026.

[9] Lee JY, Calderwood AH, Karnes W, et al. Artificial intelligence for the assessment of bowel preparation[J]. Gastrointest Endosc, 2022, 95(3): 512-518.e1. DOI: 10.1016/j.gie.2021.11.041.

[10] Zhou W, Yao L, Wu H, et al. Multi-step validation of a deep learning-based system for the quantification of bowel preparation: a prospective, observational study[J]. Lancet Digit Health, 2021, 3(11): e697-706. DOI: 10.1016/S2589-7500(21)00109-6.

[11] Sanduleanu S, le Clercq CM, Dekker E, et al. Definition and taxonomy of interval colorectal cancers: a proposal for standardising nomenclature[J]. Gut, 2015, 64(8): 1257-1267. DOI: 10.1136/gutjnl-2014-307992.

[12] Robertson DJ, Lieberman DA, Winawer SJ, et al. Colorectal cancers soon after colonoscopy: a pooled multicohort analysis[J]. Gut, 2014, 63(6): 949-956. DOI: 10.1136/gutjnl-2012-303796.

[13] 国家癌症中心中国结直肠癌筛查与早诊早治指南制定专家组. 中国结直肠癌筛查与早诊早治指南(2020,北京)[J]. 中华肿瘤杂志, 2021, 43(1): 16-38. DOI: 10.3760/cma.j.cn112152-20210105-00010.

[14] Zhao S, Wang S, Pan P, et al. Magnitude, risk factors, and factors associated with adenoma miss rate of tandem colonoscopy: a systematic review and meta-analysis[J]. Gastroenterology, 2019, 156(6): 1661-1674.e11. DOI: 10.1053/j.gastro.2019.01.260.

[15] Lebwohl B, Kastrinos F, Glick M, et al. The impact of suboptimal bowel preparation on adenoma miss rates and the factors associated with early repeat colonoscopy[J]. Gastrointest Endosc, 2011, 73(6): 1207-1214. DOI: 10.1016/j.gie.2011.01.051.

[16] Wallace MB, Sharma P, Bhandari P, et al. Impact of artificial intelligence on miss rate of colorectal neoplasia[J]. Gastroenterology, 2022, 163(1): 295-304. e5. DOI: 10.1053/j.gastro.2022.03.007.

[17] Kahi CJ, Anderson JC, Waxman I, et al. High-definition chromocolonoscopy vs. high-definition white light colonoscopy for average-risk colorectal cancer screening[J]. Am J Gastroenterol, 2010, 105(6): 1301-1307. DOI: 10.1038/ajg.2010.51.

[18] Pohl J, Schneider A, Vogell H, et al. Pancolonic chromoendoscopy with indigo carmine versus standard colonoscopy for detection of neoplastic lesions: a randomised two-centre trial[J]. Gut, 2011, 60(4): 485-490. DOI: 10.1136/gut.2010.229534.

[19] Nishizawa T, Yoshida S, Toyoshima A, et al. Endoscopic diagnosis for colorectal sessile serrated lesions[J]. World J Gastroenterol, 2021, 27(13): 1321-1329. DOI: 10.3748/wjg.v27.i13.1321.

[20] 林堃, 方军, 王帆, 等. 结直肠无蒂锯齿状病变癌变的内镜及通路改变[J]. 中华消化内镜杂志, 2023, 40(9): 759-764. DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20230122-00091.

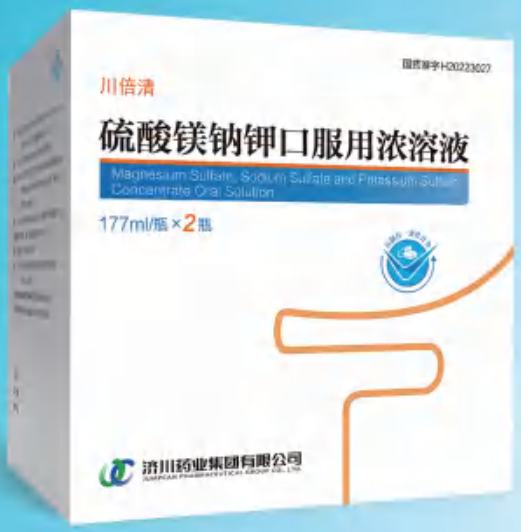
[21] Crockett SD, Nagtegaal ID. Terminology, molecular features, epidemiology, and management of serrated colorectal neoplasia[J]. Gastroenterology, 2019, 157(4): 949-966.e4. DOI: 10.1053/j.gastro.2019.06.041.

www.zhxhnjzz.com

JUMPCAN 济川药业

广 告

苏药广审(文)第251216-18726号
本广告仅供医学药学专业人士阅读

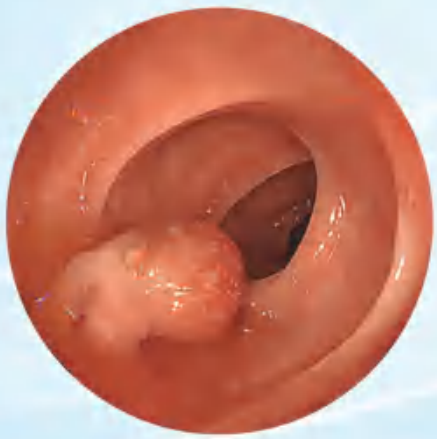


国药准字H20223027

仿制药一致性评价

新一代肠道清洁剂

肠镜检查豁然开朗



川倍清

硫酸镁钠钾口服用浓溶液

【适 应 症】本品适用于成人，用于任何需要清洁肠道的操作前的肠道清洁（如需要肠道可视化的操作包括内镜、放射性检查、外科手术）。
本品不用于治疗便秘。

【用法用量】分剂量（两日）用法

检查前或术前一天：

检查前或术前一天的傍晚（如下午18点），按照下文的说明用药：

· 将一瓶本品中的内容物倒入包装附带的杯子中，用水稀释至刻度线（即约为0.5升）。

· 患者饮用此稀释液后两小时内，再将水或澄清液体加入杯中，连饮两杯（即约为一升）。

检查或手术当天：

检查或手术当天早晨（夜间服药后10到12小时），重复前一天傍晚的服药方法：

· 将另一瓶本品中的内容物倒入包装附带的杯子中，用水稀释至刻度线（即约为0.5升）。

· 患者饮用此稀释液后两小时内，再将水或澄清液体加入杯中，连饮两杯（即约为一升）。

本品稀释溶液和随后的水或澄清液体的服用，在没有麻醉的情况下应在检查或手术前至少一小时之前完成。在麻醉的情况下，一般在检查或手术前至少两小时之前完成，同时遵照医生和麻醉师的指示。

检查或手术后：

为了补充在检查或手术准备阶段的液体流失，应鼓励患者随后饮用足够量的液体以保持充分的水合状态。

济川药业集团有限公司
JUMPCAN PHARMACEUTICAL GROUP CO., LTD.
地址：江苏省泰兴市大庆西路宝塔湾 邮政编码：225441
电话：400-118-9696 传真：0523-87606917

健可诺®
国药准字H20213838

磷酸钠盐散
Sodium Phosphates Powder

广告

清肠品质卓越 舒适又方便

独特包装
控制用药风险



适应症 用于患者结肠X-光线及肠道内窥镜检查前或手术前清理肠道。

用法用量 本品用于肠道准备时服药一般分两次，每次服药1袋。
第一次服药时间在手术或检查前一天晚上7点，用法为用800ml以上温凉水溶解后服用。
第二次服药时间在手术或检查当天早上7点(或在操作或检查前至少3个小时)，或遵医嘱，用法同第一次。
为获得良好肠道准备效果，建议患者在可承受范围内多饮用水。

不良反应 常见的不良反应为腹胀、恶心、腹痛、呕吐，还可能会出现用药期间和用药后的短暂的电解质紊乱、乏力、眩晕、过敏反应、肝功能检查ALT，AST升高、肛门刺激症状。其他详见说明书。

禁忌 1.本品禁用于先天性巨结肠、肠梗阻、腹水、充血性心脏病或肾功能衰竭患者。2.使用本品禁止联合使用其他缓泻药物。3.对本品中任何成份过敏者禁用。

健能药业 JEWELLAND

川药广审(文)第251011-01618号 生产企业:四川健能制药有限公司 本广告仅供医学药学专业人士阅读