

·论著·

优化饮食限制下 2.0 L 与 1.5 L 聚乙二醇结肠镜肠道准备质量的比较:一项多中心随机对照研究

潘鹏¹ 王玉萍² 高君妍¹ 李晓菲³ 季大年⁴ 李昊燃⁵ 柏愚¹

¹海军军医大学第一附属医院消化内科,上海 200433;²海军军医大学第一附属医院健康管理中心,上海 200438;³海军军医大学第一附属医院麻醉科,上海 200433;⁴复旦大学附属华东医院消化内镜中心,上海 200040;⁵北部战区总医院内窥镜科,沈阳 110016

潘鹏和王玉萍对本文有同等贡献

通信作者:季大年,Email:arctg4@163.com;李昊燃,Email:ofds@163.com;柏愚,Email:md.baiyu@foxmail.com

【摘要】目的 比较优化饮食限制后,2.0 L 聚乙二醇(polyethylene glycol,PEG)和 1.5 L PEG 用于肠道准备的效果。**方法** 本研究为在海军军医大学第一附属医院($n=57$)、复旦大学附属华东医院($n=30$)和北部战区总医院($n=30$)三个医院开展的前瞻性随机对照研究。各个中心接受检查性和治疗性结肠镜的合格受试者检查前 1 d 均采取低渣特医食品作为饮食限制,受试者按随机化表分配至 A 组(特医饮食+2.0 L PEG)和 B 组(特医饮食+1.5 L PEG)。观察指标包括肠道准备完成率、肠道准备合格率、肠道准备优秀率、肠道准备评分、受试者满意度、肠道准备方案愿意重复率、内镜医师满意度以及不良反应发生率。**结果** 最终纳入 A 组 60 例,B 组 57 例。A 组和 B 组受试者基线特征差异无统计学意义($P>0.05$)。A 组的肠道准备合格率[81.7%(49/60)比 64.9%(37/57), $\chi^2=4.21$, $P=0.040$]和内镜医师满意度[88.3%(53/60)比 70.2%(40/57), $\chi^2=4.21$, $P=0.015$]显著高于 B 组。肠道准备完成率、肠道准备优秀率、肠道准备评分、受试者满意度、肠道准备方案愿意重复率和不良反应发生率差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 在优化饮食限制基础上,2.0 L PEG 方案比 1.5 L PEG 方案更合理。

【关键词】 结肠镜检查; 肠道准备; 特殊医学用途配方食品; 饮食限制

基金项目:国家重点研发计划(2023YFC2413801);国家自然科学基金(82170567);上海市学术/技术研究带头人计划(22XD1425000);海军军医大学深蓝工程(领航人才计划)

Comparison of the quality of bowel preparation for colonoscopy between 2.0 L and 1.5 L polyethylene glycol under optimized dietary restrictions: a multicenter randomized controlled study

Pan Peng¹, Wang Yuping², Gao Junyan¹, Li Xiaofei³, Ji Danian⁴, Li Haoran⁵, Bai Yu¹

¹Department of Gastroenterology, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University, Shanghai 200433, China; ²Health Management Center, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University, Shanghai 200438, China; ³Department of Anesthesiology, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University, Shanghai 200433, China; ⁴Digestive Endoscopy Center, Huadong Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China; ⁵Department of Endoscopy, General Hospital of Northern Theater Command, Shenyang 110016, China

Corresponding author: Ji Danian, Email: arctg4@163.com; Li Haoran, Email: ofds@163.com; Bai Yu, Email: md.baiyu@foxmail.com

DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20241202-00459

收稿日期 2024-12-02 本文编辑 钱程

引用本文:潘鹏,王玉萍,高君妍,等.优化饮食限制下 2.0 L 与 1.5 L 聚乙二醇结肠镜肠道准备质量的比较:一项多中心随机对照研究[J].中华消化内镜杂志,XXXX,XX(X): 1-5. DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20241202-00459.



【Abstract】 Objective To compare bowel preparation quality between 2.0 L and 1.5 L polyethylene glycol (PEG) regimens with optimized dietary restrictions. **Methods** This study was a prospective randomized controlled trial conducted in three hospitals: the First Affiliated Hospital of Naval Medical University ($n=57$), Huadong Hospital Affiliated of Fudan University ($n=30$), and General Hospital of Northern Theater Command ($n=30$). Participants consumed food for special medical purpose one day before examination and therapeutic colonoscopy and were randomized to receive either 2.0 L PEG (group A, $n=60$) or 1.5 L PEG (group B, $n=57$). Outcomes included the completion rate of bowel preparation, the adequate/excellent bowel preparation rate, Boston bowel preparation scale scores, the subject/endoscopist satisfaction, the willingness to repeat the preparation regimen, and adverse events. **Results** A total of 160 subjects in group A and 57 in group B were included. There was no significant difference in baseline characteristics between the two groups ($P>0.05$). The adequate bowel preparation rate [81.7% (49/60) VS 64.9% (37/57), $\chi^2=4.21$, $P=0.040$] and endoscopist satisfaction [88.3% (53/60) VS 70.2% (40/57), $\chi^2=4.21$, $P=0.015$] in group A were significantly higher than those in group B. There were no significant differences in bowel preparation completion rates, the excellent bowel preparation rate, the bowel preparation score, subject satisfaction, willingness to repeat the preparation regimen, and incidence of adverse events ($P>0.05$). **Conclusion** When combined with optimized dietary restrictions, 2.0 L PEG provides superior bowel preparation quality compared with 1.5 L PEG.

【Key words】 Colonoscopy; Bowel Preparation; Food for special medical purpose; Dietary restrictions

Fund program: National Key Research and Development Program of China (2023YFC2413801); National Natural Science Foundation of China (82170567), Program of Shanghai Academic/Technology Research Leader (22XD1425000); Deep Blue Project of Naval Medical University (Pilot Talent Plan)

肠道准备是结肠镜检查的基础和前提,主要包括两个关键步骤:饮食限制和泻药导泻^[1]。肠道准备不充分可导致操作时间延长、操作难度增加、病变漏诊以及检查间隔缩短,甚至需要重新进行肠道准备^[2]。尽管肠道准备工作越来越受到重视,但文献显示结肠镜肠道准备不充分率高达 30%,腺瘤漏诊率高达 25%,进展期腺瘤漏诊率高达 10%,扁平腺瘤漏诊率接近 40%^[1, 3-5]。

我国肠道准备指南建议结肠镜前 1 d 采取低渣饮食限制,并推荐 3.0 L 复方聚乙二醇(polyethylene glycol, PEG)作为首选导泻方案^[6]。有研究在 3.0 L PEG 的基础上采取低渣特殊医学用途配方食品(food for special medical purpose, FSMP)对饮食限制进行了优化,结果显示其肠道准备合格率显著高于自备低渣饮食^[7-8]。然而,相当部分患者在服用 3.0 L PEG 的过程中出现了腹胀、腹痛、恶心、呕吐等不良反应,表明部分患者难以耐受 3.0 L PEG 的用量^[9]。目前国际和国内的相关指南和共识意见均认为 2.0 L PEG 是可选的低剂量方案^[1, 8, 10],在此基础上,选择 1.5 L PEG 是为了进一步探索更低剂量下的患者耐受性和肠道清洁效果,同时避免剂量过低导致清洁效果不理想。基于现有临床研究的耐受性和有效性数据,并结合 FSMP 的优化作用,本研究选择 2.0 L 和 1.5 L 作为探索和比较的 PEG 剂量,旨在为 PEG 低耐受人群提供更合理、更有效的肠道准备方案。

资料与方法

一、总体设计

本研究是一项前瞻性随机对照试验,遵循赫尔辛基宣言和中国有关临床试验研究规范和法规,获得各医院伦理委员会批准后在海军军医大学第一附属医院、复旦大学附属华东医院和北部战区总医院三个中心开展,伦理号分别为 CHEC2024-233, 2024K217 和 Y2024-280,且纳入研究的受试者均充分知情。

二、研究对象

连续纳入从 2024 年 5 月 5 日至 2024 年 5 月 30 日接受筛查性、诊断性、监测性和治疗性结肠镜检查的受试者,入选标准:(1)18~75 岁;(2)具有结肠镜检查适应证;(3)签署书面知情同意书。排除标准:(1)严重心、脑、肺、肾并发症或半年内有急性心梗史;(2)结肠外科手术史、体重指数(body mass index, BMI) ≥ 28 kg/m²、炎症性肠病、便秘(近一周排便少于 3 次,并且排便费力,粪质硬结、量少)或肠梗阻等肠道准备高危因素;(3)辅助检查高度怀疑结直肠癌或者有结直肠癌的预警症状及体征(便血、黑便、不明原因贫血、体重明显减轻、腹部包块或直肠指检阳性);(4)正参加其他临床试验或 30 d 内曾参与其他临床试验。

三、随机化与盲法

在结肠镜预约时,各中心由1例研究人员将受试者按照随机化表简单随机分为2组:2.0 L PEG 组(A组)和1.5 L PEG 组(B组),并进行相应的肠道准备过程宣教。所有结肠镜检查录制视频并汇总至海军军医大学第一附属医院消化内科,由牵头中心组织消化内镜专家(结肠镜操作例数超过5 000例)观看视频并对肠道准备质量进行盲法评分,评分内容包括波士顿肠道准备评分(Boston bowel preparation scale, BBPS)^[11]和Aronchick 评分^[12]。

四、肠道准备和结肠镜流程

两组受试者采取相同的饮食限制方案:结肠镜检查前1天早餐至晚餐之间分次食用3袋FSMP(麦孚畅清®特殊医学用途全营养配方粉,麦孚营养科技有限公司),每袋60 g加温开水200 mL冲调成糊状即可食用,可自由饮水,不建议食用其他食物,如受试者仍然饥饿明显或者无法接受FSMP的情况下可加其他低渣饮食(稀饭、面条、米汤、鸡蛋),并于晚上19点开始禁食。A组泻药导泻方案:检查前1天20点开始服用1 L PEG(深圳万和制药有限公司),1 h内服完;结肠镜检查前3~5 h开始服用1 L PEG,1 h内服完;PEG服用完毕后,立刻口服30 mL西甲硅油。B组泻药导泻方案:检查前1天20点开始服用0.5 L PEG,半小时内服完;结肠镜检查前3~5 h开始服用1 L PEG,1 h内服完;PEG服用完毕后,立刻口服30 mL西甲硅油。

在临近结肠镜检查前,受试者在研究人员协助下完成肠道准备过程的问卷调查,内容包括饮食限制情况、泻药摄入情况、不良反应情况、对肠道准备整个过程的满意度以及对再次接受此次肠道准备方案的意愿等。在结肠镜检查时,操作医师须对结肠腔进行充分的冲洗和吸引,并录制从开始进镜到结肠镜检查结束的完整视频。结肠镜检查结束后,由内镜医师填写结肠镜的开始时间、达盲时间、退镜时间、息肉摘除或者活检耗时以及对肠道准备质量的满意度。

五、观察终点

主要观察终点是肠道准备合格率。每组中肠道准备合格受试者占该组总受试者的百分比为肠道准备合格率。该合格率基于BBPS进行评价,该量表将结肠分为3段(左半结肠、横结肠和右半结肠)分别进行评分,每段结肠按照最差~清洁分为4级(0~3分),总分0~9分,每段结肠BBPS评分均≥

2分定义为合格。

次要观察终点包括:肠道准备优秀率、肠道准备BBPS(总分、左半结肠评分、横结肠评分和右半结肠评分)、肠道准备Aronchick评分、饮食限制依从率、肠道准备完成率、当前肠道准备方案愿意重复率、受试者满意度、医师满意度、达盲率和肠道准备期间的不良反应发生率。

肠道准备优秀是指肠道准备BBPS总分≥8分。饮食限制依从是指遵从FSMP饮食,未食用FSMP以外的其他食物。肠道准备完成是指PEG摄入量达到要求的90%以上。受试者满意度和医师满意度问卷调查内容包括非常不满、不满、一般满意和很满意,一般满意和很满意定义为满意,反之为不满意。不良反应包括恶心、呕吐、腹胀、腹痛、过敏以及其他。

六、样本量计算与统计分析

根据前期30例小样本量预试验的结果,A组和B组的肠道准备合格率分别为86.7%(13/15)和60.0%(9/15)。通过PASS 15软件进行样本量计算,在检验效能为90%,显著性水平为0.05的情况下,两组各需要53例才能有效检验出两组合格率的差异。考虑失访率为10%,则两组各需58例,总样本量约116例。

采用SPSS 27软件进行统计学分析,连续变量用 $\bar{x} \pm s$ 描述,两组间比较采用 t 检验。分类变量采用例(%)进行描述,两组间比较采用 χ^2 检验。肠道准备相关评分使用 $\bar{x} \pm s$ 进行描述,两组间比较按照等级资料采用非参数检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、受试者特征

共入组117例受试者(海军军医大学第一附属医院57例,另外2个中心各30例),其中A组60例,B组57例。2组受试者性别、年龄、体重指数、文化程度、结肠镜适应证、吸烟史、饮酒史和家族史差异均无统计学意义($P > 0.05$,表1)。

二、肠道准备质量

两组肠道准备完成率差异无统计学意义($P = 1.000$),A组肠道准备合格率显著高于B组($P = 0.040$)。两组肠道准备优秀率差异无统计学意义($P = 0.877$)。两组肠道准备BBPS总分、右半结肠评

表1 不同肠道准备方案的受试者基线特征对比

项目	A组	B组	统计量	P值
例数	60	57		
性别[例(%)]			$\chi^2=3.31$	0.081
男	42(70.0)	31(54.4)		
女	18(30.0)	26(45.6)		
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	53.2 $\pm$ 13.1	54.1 $\pm$ 10.7	$t=-0.39$	0.701
体重指数(kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	24.6 $\pm$ 3.2	24.8 $\pm$ 3.3	$t=-0.36$	0.723
文化程度[例(%)]			$\chi^2=0.85$	0.645
小学及以下	6(10.0)	8(14.0)		
中学	32(53.3)	32(56.1)		
大学及以上	22(36.7)	17(29.8)		
结肠镜适应证[例(%)]			$\chi^2=1.12$	0.773
筛查性	42(70.0)	39(68.4)		
诊断性	10(16.7)	10(17.5)		
监测性	4(6.7)	2(3.5)		
治疗性	4(6.7)	6(10.5)		
吸烟史[例(%)]	21(35.0)	15(26.3)	$\chi^2=1.04$	0.309
饮酒史[例(%)]	26(43.3)	17(29.8)	$\chi^2=2.30$	0.130
家族史[例(%)]	5(8.3)	0(0.0)	$\chi^2=3.13$	0.077

注:A组肠道准备方案为特医饮食+2.0 L聚乙二醇;B组肠道准备方案为特医饮食+1.5 L聚乙二醇

分、横结肠评分、左半结肠评分和 Aronchick 评分差异均无统计学意义($P>0.05$,表2)。

三、其他指标

两组饮食限制依从率($P=0.268$)、受试者满意度($P=0.685$)差异无统计学意义,但A组医师满意度显著高于B组($\chi^2=5.91$, $P=0.015$)。两组受试者肠道准备方案愿意重复率($P=1.000$)、不良反应发生率(8.3%比0.0%, $P=0.077$)差异无统计学意义,组间指标对比详见表3。

讨 论

随着我国消化内镜的不断普及,结肠镜检查的数量也呈现逐年增长的趋势,因此,为了保证数目庞大的结肠镜的肠癌筛查性能,结肠镜检查的质量控制不容忽视。肠道准备是结肠镜检查的先决条件,也是非常重要的结肠镜质量控制指标^[13-14]。对于个体而言,一般来说,摄入的泻药越多,肠道准备就会越好,但是不良反应发生率可能也会随之增加。因此,在摄入一定泻药的基础上,采取辅助措施一直是肠道准备探索的一个方向。

饮食限制是肠道准备的另外一个关键步骤^[1, 15-16],采取FSMP作为饮食限制的优化方案已经被证实能够提高肠道准备质量。然而,鲜有研究报道优化饮食限制对减少泻药用量的作用。实际上,泻药剂量的减少需要特别谨慎:减少过多可能明显影响肠道准备的效果,而减少不足则可能缺乏足够的临床意义,未能显著改善患者的准备情况。本研究中,我们选择了2.0 L和1.5 L的PEG剂量进行试验。2.0 L PEG剂量的选择是基于已有研究的证据,既往研究表明,2.0 L PEG在肠道准备质量上与3.0 L PEG相近,但不良反应发生率显著降低^[17]。选择1.5 L PEG是为了进一步探索低剂量泻药的极限。研究表明,单独服用1.5 L PEG时,肠道准备合格率显著下降,可能无法满足临床要求^[18]。在泻药的选择上,由于PEG肠道准备效果好且安全性高,是目前使用最广泛的泻药,因此本次研究采取PEG分次剂量作为本次研究肠道的导泻方案^[1, 19]。

从本次小样本量的结果可以得出,联合FSMP进行饮食限制,在肠道准备低风险人群中将PEG剂

表2 不同肠道准备方案的受试者肠道准备质量对比

组别	例数	肠道准备完成[例(%)]	肠道准备合格[例(%)]	肠道准备优秀[例(%)]	BBPS总分(分, $\bar{x}\pm s$)	BBPS右半结肠(分, $\bar{x}\pm s$)	BBPS横结肠(分, $\bar{x}\pm s$)	BBPS左半结肠(分, $\bar{x}\pm s$)	Aronchick评分(分, $\bar{x}\pm s$)
A组	60	60(100.0)	49(81.7)	24(40.0)	7.1 $\pm$ 1.3	2.0 $\pm$ 0.6	2.4 $\pm$ 0.6	2.7 $\pm$ 0.5	3.1 $\pm$ 0.8
B组	57	57(100.0)	37(64.9)	22(38.6)	6.9 $\pm$ 1.4	1.9 $\pm$ 0.6	2.4 $\pm$ 0.6	2.6 $\pm$ 0.6	3.3 $\pm$ 0.7
统计量		$\chi^2=0.00$	$\chi^2=4.21$	$\chi^2=0.02$	$Z=-0.52^a$	$Z=-1.24^a$	$Z=-0.45^a$	$Z=-0.08^a$	$Z=-1.49^a$
P值		1.000	0.040	0.877	0.606	0.215	0.657	0.934	0.137

注:A组肠道准备方案为特医饮食+2.0 L聚乙二醇;B组肠道准备方案为特医饮食+1.5 L聚乙二醇;^a将评分按照等级资料处理,采用非参数检验进行组间对比

表3 不同肠道准备方案的受试者肠道准备相关指标对比[例(%)]

组别	饮食限制依从[例(%)]	受试者满意度[例(%)]	医师满意度[例(%)]	愿意重复[例(%)]	不良反应发生[例(%)]
A组	42(70.0)	55(91.7)	53(88.3)	57(95.0)	5(8.3)
B组	45(78.9)	51(89.5)	40(70.2)	54(94.7)	0(0.0)
χ^2 值	1.23	0.17	5.91	0.00	3.13
P值	0.268	0.685	0.015	1.000	0.077

注:A组肠道准备方案为特医饮食+2.0 L聚乙二醇;B组肠道准备方案为特医饮食+1.5 L聚乙二醇

量减少至 2.0 L 可以达到 81.7% 的肠道准备合格率,与相似条件下的研究所报道的单纯 3.0 L PEG 的合格率接近^[7-8]。而将 PEG 减少至 1.5 L 肠道合格率仅为 64.9%,与临床要求相去甚远,不建议临床使用。此外,值得注意的是,优化饮食限制联合 2.0 L PEG 方案的肠道准备合格率为 81.7%,与指南要求的 90% 合格率仍有差距^[1],因此,该方案更适合的受众为 PEG 低耐受人群。本研究的主要观察指标的评价基于 BBPS,但是 BBPS 是结肠镜操作者在退镜过程中对肠腔充分冲洗和吸引以后再进行评分,最终呈现的肠道准备质量有一部分依赖于结肠镜医师的努力。因此,为了综合评价肠道准备质量,本研究还采用了 Aronchick 评分量表,该量表在进镜过程中,通过观察肠道内残留粪便、液体覆盖黏膜面积的百分比对肠道准备质量进行整体的评价。

不良反应发生率也是一个重要的结局指标,两组不良反应发生率虽然差异无统计学意义,但是 B 组的不良反应发生率为 0。且 A 组的 2.0 L PEG 不良反应率 8.3% 也比较低,但还需要更大样本量的随机对照研究与单纯的 3.0 L PEG 剂量进行直接比较。此外,本研究没有比较结肠病变检出率,而病变检出是衡量肠道准备质量的间接指标^[20],后续的大样本量研究将对病变检出的相关指标进行比较。

综上所述,联合低渣 FSMP 进行饮食限制后,2.0 L PEG 剂量方案显著优于 1.5 L PEG 方案,表明将 PEG 减少至 2.0 L 比减少至 1.5 L 更为合理。后续仍然需要更大样本量的随机对照研究直接比较低渣 FSMP 联合 2L PEG 方案与单纯 3.0 L PEG 方案。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 潘鹏、王玉萍:数据整理、统计学分析、论文撰写;季大年、李昊燃、高君妍、李晓菲:数据收集;柏愚:研究指导、论文修改、经费支持

参 考 文 献

- [1] Hassan C, East J, Radaelli F, et al. Bowel preparation for colonoscopy: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) guideline-update 2019[J]. *Endoscopy*, 2019, 51(8): 775-794. DOI: 10.1055/a-0959-0505.
- [2] Johnson DA, Barkun AN, Cohen LB, et al. Optimizing adequacy of bowel cleansing for colonoscopy: recommendations from the U.S. multi-society task force on colorectal cancer[J]. *Gastrointest Endosc*, 2014, 80(4): 543-562. DOI: 10.1016/j.gie.2014.08.002.
- [3] 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.
- [4] Kaminski MF, Thomas-Gibson S, Bugajski M, et al. Performance measures for lower gastrointestinal endoscopy: a European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) quality improvement initiative[J]. *Endoscopy*, 2017, 49(4): 378-397. DOI: 10.1055/s-0043-103411.
- [5] Doubeni CA, Corley DA, Quinn VP, et al. Effectiveness of screening colonoscopy in reducing the risk of death from right and left colon cancer: a large community-based study[J]. *Gut*, 2018, 67(2): 291-298. DOI: 10.1136/gutjnl-2016-312712.
- [6] 中华医学会消化内镜学分会结直肠学组. 结肠镜检查肠道准备专家共识意见(2023,广州)[J]. *中华消化内镜杂志*, 2023, 40(6): 421-430. DOI: 10.3760/cma.j.cn321463-20230607-00230.
- [7] Pan P, Gu L, Zhao S, et al. Prepackaged formula low-residue diet vs. self-prepared low-residue diet before colonoscopy: a multicenter randomized controlled trial[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2023, 10: 1029493. DOI: 10.3389/fmed.2023.1029493.
- [8] 潘鹏, 赵胜兵, 王润东, 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(12): 923-927. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-5232.2019.12.010.
- [9] Huang C, Liu H, Luo J, et al. A prospective, single-blinded, non-inferiority, randomized controlled study comparing the effectiveness and safety of oral lactulose combined with carbohydrate-containing clear liquids versus 3-L polyethylene glycol electrolyte for colonoscopy bowel preparation[J]. *Eur J Med Res*, 2025, 30(1): 105. DOI: 10.1186/s40001-025-02365-1.
- [10] Hassan C, Bretthauer M, Kaminski MF, et al. Bowel preparation for colonoscopy: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) guideline[J]. *Endoscopy*, 2013, 45(2): 142-150. DOI: 10.1055/s-0032-1326186.
- [11] Lai EJ, Calderwood AH, Doros G, et al. The Boston bowel preparation scale: a valid and reliable instrument for colonoscopy-oriented research[J]. *Gastrointest Endosc*, 2009, 69(3 Pt 2): 620-625. DOI: 10.1016/j.gie.2008.05.057.
- [12] Aronchick CA. Bowel preparation scale[J]. *Gastrointest Endosc*, 2004, 60(6): 1037-1038; author reply 1038-1039. DOI: 10.1016/s0016-5107(04)02213-8.
- [13] May FP, Shaukat A. State of the science on quality indicators for colonoscopy and how to achieve them[J]. *Am J Gastroenterol*, 2020, 115(8): 1183-1190. DOI: 10.14309/ajg.0000000000000622.
- [14] 姚双喆, 曹海龙, 王邦茂. 结肠镜检查的质量控制[J]. *中华消化内镜杂志*, 2016, 33(3): 137-139. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1007-5232.2016.03.001.
- [15] Sipe BW, Fischer M, Baluyut AR, et al. A low-residue diet improved patient satisfaction with split-dose oral sulfate solution without impairing colonic preparation[J]. *Gastrointest Endosc*, 2013, 77(6): 932-936. DOI: 10.1016/j.gie.2013.01.046.
- [16] Wu KL, Rayner CK, Chuah SK, et al. Impact of low-residue diet on bowel preparation for colonoscopy[J]. *Dis Colon Rectum*, 2011, 54(1): 107-112. DOI: 10.1007/DCR.0b013e3181fb1e52.
- [17] Kang X, Zhao L, Zhu Z, et al. Same-day single dose of 2 liter polyethylene glycol is not inferior to the standard bowel preparation regimen in low-risk patients: a randomized, controlled trial[J]. *Am J Gastroenterol*, 2018, 113(4): 601-610. DOI: 10.1038/ajg.2018.25.
- [18] Lind E, Wiig JN. Peroral emptying of the colon. A randomized comparison of 4 and 1.5 liter regimens[J]. *Tidsskr Nor Lægeforen*, 1990, 110(11): 1357-1358.
- [19] Rutherford CC, Calderwood AH. Update on bowel preparation for colonoscopy[J]. *Curr Treat Options Gastroenterol*, 2018, 16(1): 165-181. DOI: 10.1007/s11938-018-0165-3.
- [20] Zessner-Spitzenberg J, Waldmann E, Rockenbauer LM, et al. Impact of bowel preparation quality on colonoscopy findings and colorectal cancer deaths in a nation-wide colorectal cancer screening program[J]. *Am J Gastroenterol*, 2024, 119(10): 2036-2044. DOI: 10.14309/ajg.0000000000002880.