·综述·

特殊人群肠道准备研究进展

黄芝瑶[1]　卫佳慧[2]　贾天依[3]　邱彬城[3]　张颂[1]　隋向宇[1]　李鑫[1]　王世航[1]　李兆申[2]　赵胜兵[2]　柏愚[2]

[1]海军军医大学第一附属医院消化内科，上海 200433；[2]消化系统疾病国家临床医学研究中心，上海 200433；[3]海军军医大学基础医学院，上海 200433

通信作者：柏愚，Email：baiyu1998@hotmail.com

【提要】 结肠镜检查作为结直肠癌筛查的金标准，在结直肠疾病诊断中具有不可替代的重要价值。高质量的结肠镜检查高度依赖于良好的肠道准备，其准备情况也是结肠镜质控的重要指标之一。便秘、高龄、糖尿病、抗抑郁药等均是影响肠道准备质量的危险因素，具有上述危险因素的特殊人群肠道准备不充分发生率显著高于普通人群。近年来，针对特殊人群的肠道准备优化策略取得重要进展，包括个性化肠道清洁剂的选择，如聚乙二醇联合利那洛肽、低剂量口服硫酸盐溶液等。然而，临床上尚未形成针对特殊人群的标准化肠道准备方案，导致这部分患者的结肠镜检查效果和安全性受到一定限制。本文综述了影响肠道准备质量的危险因素和国内外关于特殊人群肠道准备方案的研究进展，旨在为临床实践提供参考。

【关键词】 结肠镜检查；　肠道准备；　危险因素；　临床处理；　特殊人群

基金项目：国家科技重大专项（2023ZD0501601）；国家重点研发计划（2023YFC2413800）；国家博士后创新人才支持计划（BX20230482）；上海市教委与上海市教育发展基金晨光计划（22CGA42）；上海市自然科学基金面上项目（23ZR1478700）；上海市启明星培育计划扬帆专项（23YF1458600）；上海市东方英才计划（QNWS2024108）；上海市卫生健康委员会科研项目（20244Y0231）；长海医院临床研究专项（2024LYB05）；“长风固海”项目长缨计划

Research progress on bowel preparation in special populations

Huang Zhiyao[1], Wei Jiahui[2], Jia Tianyi[3], Qiu Bincheng[3], Zhang Song[1], Sui Xiangyu[1], Li Xin[1], Wang Shihang[1], Li Zhaoshen[2], Zhao Shengbing[2], Bai Yu[2]

[1]Department of Gastroenterology, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University, Shanghai 200433, China; [2]National Clinical Research Center for Digestive Diseases, Shanghai 200433, China; [3]School of Basic Medical Sciences, Naval Medical University, Shanghai 200433, China

Corresponding author: Bai Yu, Email: baiyu1998@hotmail.com

结直肠癌是全球第三大常见恶性肿瘤和第二大癌症相关死亡原因，其早期诊断对改善预后至关重要[1]，而结肠镜检查是诊断结直肠疾病，尤其是早期结直肠癌的重要手段，可有效降低结直肠癌的发病率。美国消化内镜协会和美国胃肠病学会指出肠道准备质量是结肠镜质控的重要指标之一[2]，不充分的肠道准备可能导致病变漏诊、腺瘤检出率降低、操作时间延长和重复进行结肠镜检查[3]。然而，临床上肠道准备不充分发生率仍然较高。研究表明，高龄、便秘、糖尿病、肝硬化等危险因素与肠道准备失败相关。因此，针对不同人群的特点，制定更个体化的肠道准备方案，从而提高肠道准备的有效性和安全性显得尤为重要。本文系统综述特殊人群肠道准备方案的影响因素和优化策略，旨在为临床特殊人群制定个性化肠道准备方案提供循证依据。

一、肠道准备质量的影响因素

（一）人口社会学因素

多项研究证实，高龄是肠道准备不充分的独立危险因

DOI：10.3760/cma.j.cn321463-20260105-00234

收稿日期　2026-01-05　　**本文编辑**　朱悦

引用本文：黄芝瑶，卫佳慧，贾天依，等. 特殊人群肠道准备研究进展[J]. 中华消化内镜杂志，XXXX，XX(XX)：1-5. DOI：10.3760/cma.j.cn321463-20260105-00234.

素。在一项包括158项研究的荟萃分析中，高龄（年龄≥65岁）发生肠道准备质量不充分的风险显著升高（*OR*=1.30，95%*CI*：1.07~1.57）[4]。其机制涉及老年肠神经退行性病变介导的结肠动力障碍与菌群失调，导致总粪便量减少[5]。肥胖与肠道准备的关系尚存在争议，一项大型观察性研究提示肥胖与肠道准备不充分相关（β=−0.48，95%*CI*：−0.89~−0.062）[6]，而一项纳入1 429例患者的随机对照研究并未发现体重指数会影响肠道准备质量（*OR*=0.95，95%*CI*：0.71~1.28，*P*=0.74）[7]，可能是由于之前的回顾性研究没有考虑到饮食限制和泻药制剂等混杂因素的影响。Feng等[8]纳入6项观察性研究和4项随机对照研究进行荟萃分析后发现，高体重指数与肠道准备不佳的相关性并不确定，仍需进行大样本、多中心的前瞻性研究进一步明确体重指数与肠道准备质量之间的关系。研究表明，相较于女性，男性患者的肠道准备失败率偏高（*OR*=1.23，95%*CI*：1.17~1.29）[4]，可能与男性患者依从性较低有关。吸烟对肠道准备质量的效应尚未形成共识。Hyun等[9]对1 079例患者进行了回顾性分析，结果显示吸烟对肠道清洁质量的影响无统计学意义（*P*=0.804）。然而，有其他研究显示近期吸烟与肠道准备不充分存在相关性[4,10]，其机制可能与烟草毒性物质有关，这些成分会抑制结肠蠕动功能，导致肠道清洁不充分。因此，尽管吸烟对肠道准备的影响尚无定论，但为了优化肠道准备效果，建议在肠镜检查前避免吸烟。

（二）疾病因素

临床证据显示，肝硬化、糖尿病、既往腹部手术史和便秘都会造成肠道准备不良发生风险提高。一项大型荟萃分析显示，便秘患者肠道准备不充分风险显著升高（*OR*=1.74，95%*CI*：1.43~2.10）[8]。便秘患者常因结肠推进力不足，导致结肠节段性或全身性运输延迟，肠腔粪便残留较多，从而影响肠道清洁度。肝硬化也被认为是肠道准备的重要影响因素。研究表明肝硬化患者的肠道清洁度较差（*OR*=2.96，95%*CI*：1.92~4.55）[4]，且门静脉高压可协同降低肠道准备评分（均值差为−0.42，95%*CI*：−0.68~−0.15）[11]。这可能是由于肝硬化患者的肠道渗透平衡和微生态紊乱影响了肠道正常功能。此外，代偿期肝病患者即使未达到肝硬化诊断标准，其肠道准备效果也不理想，提示肝病患者肠道功能障碍可能早期出现。糖尿病患者同样面临肠道准备不充分的风险。美国学者Fayad等[12]在一项纳入2 163例患者的随机对照研究中发现，糖尿病患者发生肠道准备不充分的风险显著增加（*OR*=1.38，95%*CI*：1.12~1.69），合并自主神经病变时肠道准备质量更低（*P*<0.05）[13]。研究显示胃排空延迟和肠道转运障碍是糖尿病患者肠道准备不足的主要机制[14]。此外，降糖药物也可通过多种途径影响患者肠道准备质量。例如，胰高血糖素样肽-1可通过改变胃肠运动，导致肠道准备不充分率增高（*P*<0.001）[15]。

（三）药物因素

多项荟萃分析表明，抗抑郁药、阿片类药物和钙通道阻滞剂的使用均是肠道准备不佳的重要危险因素[4,8,16]。钙通道阻滞剂（*OR*=2.1，95%*CI*：1.20~3.67）[17]和阿片类药物（18.5%比12.7%，*P*<0.001）[18]通过抑制肠动力，增加肠道准备不充分的风险。另外，抗抑郁药物通过抗胆碱能效应及脑肠轴调控，例如激活促肾上腺皮质激素释放因子受体等机制影响肠道功能[19]，且抑郁症患者肠道功能失调的发生比例更高（24.33%比12.54%，*P*<0.01）[20]，这些因素显著增加肠道清洁不佳的风险。

二、特殊人群肠道准备优化策略

肠道准备方案主要包括教育宣传、饮食管理和清肠药物使用3个过程。对特殊人群可给予口头和书面宣教，必要时结合智能设备提供更为精细的指导[21]。临床上常用的饮食限制方案包括低纤维饮食和液体饮食，两者均能有效改善肠道清洁情况[22]。对特殊人群而言，1 d低纤维饮食方案与3 d方案具有等效性[23]，故推荐采用1 d低纤维饮食来提高患者的舒适度。肠道准备中常用的清肠剂包括聚乙二醇（polyethylene glycol，PEG）、磷酸钠和口服硫酸盐溶液（oral sulfate solution，OSS）等，但在特殊人群中肠道准备的清洁效果不尽理想，耐受较低，不良反应发生率更高[10]。目前诸多研究提出了针对特殊人群的肠道准备方案，以期提高肠道清洁效果，降低不良反应发生率并提高患者的耐受性和舒适度。

（一）慢性便秘患者

1. 小剂量PEG联合泻剂：不同清肠剂联合使用可发挥药物的协同作用，改善便秘患者的肠道准备质量。研究表明低剂量PEG联合泻剂方案有着不劣于高剂量PEG的肠道清洁效果[24]。低剂量PEG联合比沙可啶或利那洛肽都在便秘人群中显示出了较好的治疗效果。Parente等[23]比较了2 L PEG联合比沙可啶与4 L PEG方案的肠道准备质量，研究以波士顿肠道准备评分量表（Boston bowel preparation scale，BBPS）为主要终点，结果显示肠道清洁质量差异无统计学意义（肠道准备充分率80.2%比81.4%，*P*>0.05），但前者显著改善了便秘患者耐受度（*P*<0.001）和再次接受检查的意愿（94%比78%，*P*<0.001）。此外，利那洛肽联合3 L PEG的方案在便秘患者中显示出良好的肠道清洁效果（BBPS评分：7.91±1.48比7.88±1.53，*P*>0.05）[25]，Wang等[26]研究证明3 L PEG联合使用3 d利那洛肽的肠道准备充分率显著高于4 L PEG方案（84.4%比60.3%，*P*<0.001），且安全性更高。然而，部分联合方案的效果仍需进一步验证。例如，2 L PEG联合乳果糖在便秘患者中的肠道准备效果未优于对照组（Ottawa评分：7.07±1.07比8.40±0.84，*P*<0.05）[27]，可能与纳入人群样本量较小有关，需要大样本研究进一步证明。

2. 其他肠道准备方案：临床上常常采用灌肠或者服用益生菌的方法改善便秘患者临床症状。灌肠是将固定量液体经肛门由直肠灌入结肠，与口服PEG方案相比，灌肠的清洁效果并不理想（*P*=0.002）[28]。Yildar等[29]采用口服番泻叶剂联合磷酸盐灌肠的方案，结果显示灌肠对肠道准备质量的影响差异无统计学意义（*P*=0.469）。但对于依从性低和

不耐受高剂量PEG方案的患者而言，灌肠可以作为辅助清肠方案。益生菌可通过调节肠道菌群改善肠道准备质量。Choi等[30]的单中心研究发现，含有比沙可啶的益生菌溶液有着不逊于4 L PEG溶液的肠道清洁效果，具有作为便秘患者肠道准备方案的潜力。在Dang等[31]的荟萃分析中，相较于PEG方案，采用磷酸钠清肠剂的便秘人群肠道准备成功率更高（*OR*=1.87，95%*CI*：1.06~3.32，*P*=0.003），且耐受性更好。但该研究的质量较低，需要高质量的临床研究进一步明确其在便秘人群中的应用效果。

（二）糖尿病患者

1. 饮食方案与降糖药物调整：糖尿病患者在进行肠道准备时，采用常规方案往往会导致更高的不良反应发生率[32]。有研究提出，综合考虑教育宣传、低纤维饮食限制和降糖药物调整等多种因素，制定糖尿病患者特殊肠道准备方案可以降低糖尿病患者的肠道准备不充分率（20% 比 7%，*P*=0.014）[33]和不良反应，尤其是低血糖的发生率。肠道准备期间饮食限制会增加不良反应发生风险，因此在肠道准备期间患者需接受精细化的饮食调控。此外，相较于降低降糖药物剂量组，肠道准备期间常规服用药物组报道了更多低血糖病例，但差异并无统计学意义[34]。为优化血糖调控并预防治疗相关不良事件的发生，临床实践中建议在肠道准备期间实施个体化降糖药物剂量调整方案。

2. 泻剂方案：PEG联合柠檬酸镁制剂或卢比前列酮已被证实可改善糖尿病患者的肠道准备效果[35]。此外，胆碱酯酶抑制剂能通过改善患者结肠运输提高肠道清洁率[36]，也可作为糖尿病患者肠道准备的辅助用药。为了提高糖尿病患者的肠道准备质量和安全性，临床上需综合考虑患者情况，谨慎调整泻剂方案。

（三）高龄患者

1. PEG联合泻剂：在高龄患者的肠道准备中，PEG联合泻剂的方案显示出良好的应用前景。研究表明，PEG联合使用维生素C方案可通过维生素C的通便作用减少PEG的用量[37]。Yoon等[38]发现1 L PEG联合维生素C与2 L PEG在肠道准备质量上差异无统计学意义（肠道准备充分率 93.1% 比 90.0%，*P*=0.422），提示1 L PEG联合维生素C可作为高龄患者的小剂量泻剂肠道准备方案。

PEG联合乳果糖方案在高龄患者中具有良好的清洁效果和耐受性。He等[39]的一项纳入了合并多种基础疾病高龄患者的研究，发现2 L PEG联合乳果糖与4 L PEG的肠道准备质量差异无统计学意义（肠道准备充分率91.2% 比 91.0%，*P*=0.953），但2 L PEG联合乳果糖组患者肠道准备过程中耐受度和依从性更高。这表明在高龄患者中，小剂量PEG联合乳果糖方案不仅有效，还能提高患者的接受度。

2. OSS：由于PEG电解质散口感不佳，大剂量服用对高龄患者有一定困难。相较于PEG，OSS口感更好，所需液体容量更小。研究发现高龄患者小剂量OSS（2 L）有着不亚于4 L PEG方案的清洁效果（肠道准备充分率95.9% 比 94.8%，*P*=0.747）[40]。同时，OSS方案与低剂量PEG联合维生素C方案有着相当的肠道准备质量[41-42]，且耐受更好。然而，据报道，OSS方案较低剂量PEG方案恶心（*RR*=1.35，95%*CI*：1.03~1.77，*P*=0.03）、呕吐（*RR*=2.30，95%*CI*：1.63~3.23，*P*<0.05）的发生风险更高[43]。相较于PEG，OSS易引发电解质紊乱和肾功能异常[41,44]，因此不建议作为高龄人群肠道准备的首选用药。

3. 磷酸钠溶液：在低风险人群中，磷酸钠的肠道清洁效果与常规4 L PEG方案相当（肠道准备良好率 86.4% 比 89.0%，*P*=0.42）[45]。对于高龄人群，磷酸钠虽具有服用剂量小、耐受性高的优势，但易引发电解质紊乱、水钠潴留和急慢性肾损伤[46-48]。因此仅建议应用于肾功能正常、无心力衰竭的高龄患者，且使用时需监测电解质水平并严格分次给药。对于合并慢性疾病的高龄患者，仍建议使用高剂量PEG或者PEG联合其他泻剂的方案。

（四）其他特殊人群

1. 肥胖人群：尽管目前对肥胖与肠道准备质量影响的相关性证据不够充分，临床上高体重指数人群发生肠道准备不充分的比例仍然较高。不同于西方肥胖人群，亚洲肥胖人群的体型较小，对大剂量PEG的耐受性也更低，更建议使用低剂量的泻剂方案。在高体重指数人群中，相较于2 L PEG的肠道准备方案，分剂量3 L PEG的肠道准备充分率更高（81.2% 比 74.9%，*P*=0.045）[49]，此外，小剂量乳果糖溶液（2 L）作为肠道准备制剂，与3 L PEG的肠道清洁效果相当（*P*=0.315）[50]，且在清洁率和味觉评分上有更好的表现。

2. 儿童和青少年：儿童和青少年对肠道准备的依从性更低，肠道准备质量也不尽理想。因此，充分宣教、正确饮食管理和合理选择清肠剂是提高肠道准备有效性和安全性的关键。不同于成人，儿童的肠道准备过程需要患儿、父母和医护人员共同协作，因此在肠道准备期间需要对患儿和患儿监护人进行充分宣教。目前PEG是成人和儿童肠道准备的首选用药。研究发现，一种由无电解质PEG联合比沙可啶的方案因口感较好的特点在患儿中有更高的耐受性[51]，但其安全性评估不够充分，仍需更多研究进一步补充。此外，PEG联合高渗盐溶液灌肠可显著提高自闭症儿童的肠道清洁效果（*P*<0.05）[52]。临床应用中需结合患儿的特点进行个体化的肠道清洁方案设计，以达到更好、更安全的肠道准备效果。

三、小结

综上所述，多项研究已表明高龄、便秘、糖尿病、神经精神疾病等是肠道准备的危险因素。特殊人群在肠道准备过程中面临诸多挑战，传统的肠道准备方案在特殊人群中的应用受限于肠道准备不充分率较高、耐受性较低等问题，但目前国内外对肝硬化、神经精神疾病和服用特殊药物等患者的肠道准备方案研究相对缺乏，临床上也尚未形成针对特殊患者的肠道准备方案共识。小剂量PEG联合其他清肠剂在特殊人群中的有效性和安全性已得到部分研究支持，但仍需大样本多中心的研究来探索针对不同特殊人群的最佳联合方案。在患者对PEG不耐受时，可考虑使用OSS等

其他导泻剂作为替代。未来的研究应致力于开发特殊人群肠道准备的个性化方案，通过大样本研究确认个体化方案的肠道准备效果，制定针对特殊人群的规范化共识，以优化结肠镜检查效果，提高结直肠疾病的早期诊断和治疗水平。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

[1] Polychronidis G, He MM, Vithayathil M, et al. Risk of colorectal neoplasia after removal of conventional adenomas and serrated polyps: a comprehensive evaluation of risk factors and surveillance use[J]. Gut, 2024,73(10):1675-1683. DOI: 10.1136/gutjnl-2023-331729.

[2] Rex DK, Anderson JC, Butterly LF, et al. Quality indicators for colonoscopy[J]. Am J Gastroenterol, 2024, 119(9): 1754-1780. DOI: 10.14309/ajg.0000000000002972.

[3] Park JH, Kim SJ, Hyun JH, et al. Correlation between bowel preparation and the adenoma detection rate in screening colonoscopy[J]. Ann Coloproctol, 2017, 33(3): 93-98. DOI: 10.3393/ac.2017.33.3.93.

[4] Beran A, Aboursheid T, Ali AH, et al. Risk factors for inadequate bowel preparation in colonoscopy: a comprehensive systematic review and meta-analysis[J]. Am J Gastroenterol, 2024, 119(12): 2389-2397. DOI: 10.14309/ajg.0000000000003073.

[5] Merchant HA, Liu F, Orlu Gul M, et al. Age-mediated changes in the gastrointestinal tract[J]. Int J Pharm, 2016, 512(2): 382-395. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2016.04.024.

[6] Walton Bernstedt S, Haxhijaj A, Jamizadeh N, et al. Quality of endoscopic surveillance of Lynch syndrome patients in a Swedish cohort[J]. Endosc Int Open, 2024,12(7):E854-E860. DOI: 10.1055/a-2339-7152.

[7] Anklesaria AB, Ivanina EA, Chudy-Onwugaje KO, et al. The effect of obesity on the quality of bowel preparation for colonoscopy: results from a large observational study[J]. J Clin Gastroenterol, 2019, 53(6): e214-e220. DOI: 10.1097/MCG.0000000000001045.

[8] Feng L, Guan J, Dong R, et al. Risk factors for inadequate bowel preparation before colonoscopy: a meta-analysis[J]. J Evid Based Med, 2024, 17(2): 341-350. DOI: 10.1111/jebm.12607.

[9] Hyun JH, Kim SJ, Park JH, et al. Lifestyle factors and bowel preparation for screening colonoscopy[J]. Ann Coloproctol, 2018,34(4):197-205. DOI: 10.3393/ac.2018.03.13.

[10] Mahmood S, Farooqui SM, Madhoun MF. Predictors of inadequate bowel preparation for colonoscopy: a systematic review and meta-analysis[J]. Eur J Gastroenterol Hepatol, 2018,30(8):819-826. DOI: 10.1097/MEG.0000000000001175.

[11] Gow-Lee B, Gaumnitz J, Alsadhan M, et al. Cirrhosis and portal hypertension worsen bowel preparation for screening colonoscopy[J]. J Clin Gastroenterol, 2025,59(1):82-89. DOI: 10.1097/MCG.0000000000001990.

[12] Fayad NF, Kahi CJ, Abd El-Jawad KH, et al. Association between body mass index and quality of split bowel preparation[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2013, 11(11): 1478-1485. DOI: 10.1016/j.cgh.2013.05.037.

[13] Ozturk NA, Gokturk HS, Demir M, et al. The effect of autonomous neuropathy on bowel preparation in type 2 diabetes mellitus[J]. Int J Colorectal Dis, 2009, 24(12): 1407-1412. DOI: 10.1007/s00384-009-0757-4.

[14] Agha OQ, Alsayid M, Brown MD. Bowel preparation in diabetic patients undergoing colonoscopy[J]. Ann Gastroenterol, 2021, 34(3): 310-315. DOI: 10.20524/aog.2021.0599.

[15] Abu-Freha N, Yitzhak A, Shirin H, et al. Glucagon-like peptide-1 receptor agonists significantly affect the quality of bowel preparation for colonoscopy[J]. Endoscopy, 2025,57(2): 126-133. DOI: 10.1055/a-2419-3875.

[16] Gandhi K, Tofani C, Sokach C, et al. Patient characteristics associated with quality of colonoscopy preparation: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2018, 16(3): 357-369. e10. DOI: 10.1016/j.cgh.2017.08.016.

[17] Yee R, Manoharan S, Hall C, et al. Optimizing bowel preparation for colonoscopy: what are the predictors of an inadequate preparation?[J]. Am J Surg, 2015,209(5):787-792; discussion 792. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2014.12.018.

[18] Lamerato L, Wittbrodt E, Kaur M, et al. Impact of opioid use on patients undergoing screening colonoscopy according to the quality of bowel preparation[J]. JGH Open, 2020, 4(3): 490-496. DOI: 10.1002/jgh3.12288.

[19] Oliva V, Lippi M, Paci R, et al. Gastrointestinal side effects associated with antidepressant treatments in patients with major depressive disorder: a systematic review and meta-analysis[J]. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry, 2021,109:110266. DOI: 10.1016/j.pnpbp.2021.110266.

[20] Ballou S, Katon J, Singh P, et al. Chronic diarrhea and constipation are more common in depressed individuals[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2019, 17(13): 2696-2703. DOI: 10.1016/j.cgh.2019.03.046.

[21] Inaba A, Shinmura K, Matsuzaki H, et al. Smartphone application for artificial intelligence-based evaluation of stool state during bowel preparation before colonoscopy[J]. Dig Endosc, 2024,36(12):1338-1346. DOI: 10.1111/den.14827.

[22] Zhang X, Wu Q, Wei M, et al. Low-residual diet versus clear-liquid diet for bowel preparation before colonoscopy: meta-analysis and trial sequential analysis of randomized controlled trials[J]. Gastrointest Endosc, 2020,92(3):508-518. e3. DOI: 10.1016/j.gie.2020.04.069.

[23] Parente F, Vailati C, Bargiggia S, et al. 2-Litre polyethylene glycol-citrate-simethicone plus bisacodyl versus 4-litre polyethylene glycol as preparation for colonoscopy in chronic constipation[J]. Dig Liver Dis, 2015, 47(10): 857-863. DOI: 10.1016/j.dld.2015.06.008.

[24] Pan P, Chen H, Wang T, et al. Effect of 3-day linaclotide administration to reduce the polyethylene glycol volume for colonoscopy bowel preparation: a multicenter, noninferiority, randomized controlled trial[J]. Am J Gastroenterol, 2026, 121(2):453-460. DOI: 10.14309/ajg.0000000000003557.

[25] Song J, Xu Y, Chen C, et al. The effects of combined use of linaclotide and polyethylene glycol electrolyte powder in colonoscopy preparation for patients with chronic constipation [J]. Surg Laparosc Endosc Percutan Tech, 2024, 34(2): 129-135. DOI: 10.1097/SLE.0000000000001273.

[26] Wang L, Zhang Y, Li J, et al. Efficacy of polyethylene glycol electrolyte powder combined with linaclotide for colon cleansing in patients with chronic constipation undergoing colonoscopy: a multicenter, single-blinded, randomized controlled trial[J]. Clin Transl Gastroenterol, 2024, 15(6): e1. DOI: 10.14309/ctg.0000000000000708.

[27] Lu J, Cao Q, Wang X, et al. Application of oral lactulose in combination with polyethylene glycol electrolyte powder for colonoscopy bowel preparation in patients with constipation[J]. Am J Ther, 2016, 23(4): e1020-1024. DOI: 10.1097/MJT.0000000000000351.

[28] Gustafsson UO, Segelman J, Ljungqvist O, et al. Can nutritional supplements and rectal enema be used as bowel cleansing for colonoscopy?: results of a randomized controlled pilot study[J]. Scand J Gastroenterol, 2014, 49(4): 485-491. DOI: 10.3109/00365521.2014.886720.

[29] Yıldar M, Yaman İ, Başbuğ M, et al. A new approach in bowel preparation before colonoscopy in patients with constipation: a prospective, randomized, investigator-blinded trial[J]. Turk J Surg, 2017,33(1):29-32. DOI: 10.5152/UCD.2015.3189.

[30] Choi YI, Lee JJ, Chung JW, et al. Efficacy and patient tolerability profiles of probiotic solution with bisacodyl versus conventional cleansing solution for bowel preparation: a prospective, randomized, controlled trial[J]. J Clin Med, 2020, 9(10):3286. DOI: 10.3390/jcm9103286.

[31] Dang JT, Moolla M, Dang TT, et al. Sodium phosphate is superior to polyethylene glycol in constipated patients undergoing colonoscopy: a systematic review and meta-analysis[J]. Surg Endosc, 2021, 35(2): 900-909. DOI: 10.1007/s00464-020-07464-0.

[32] Hochberg I, Segol O, Shental R, et al. Antihyperglycemic therapy during colonoscopy preparation: a review and suggestions for practical recommendations[J]. United European Gastroenterol J, 2019, 7(6): 735-740. DOI: 10.1177/2050640619846365.

[33] Alvarez-Gonzalez MA, Flores-Le Roux JA, Seoane A, et al. Efficacy of a multifactorial strategy for bowel preparation in diabetic patients undergoing colonoscopy: a randomized trial [J]. Endoscopy, 2016, 48(11): 1003-1009. DOI: 10.1055/s-0042-111320.

[34] Mankaney GN, Ando M, Dahdal DN, et al. Safety and efficacy of sodium picosulfate, magnesium oxide, and citric acid bowel preparation in patients with baseline renal impairment or diabetes: subanalysis of a randomized, controlled trial[J]. Therap Adv Gastroenterol, 2021, 14: 17562848211024458. DOI: 10.1177/17562848211024458.

[35] Shahini E, Sinagra E, Vitello A, et al. Factors affecting the quality of bowel preparation for colonoscopy in hard-to-prepare patients: evidence from the literature[J]. World J Gastroenterol, 2023,29(11):1685-1707. DOI: 10.3748/wjg.v29.i11.1685.

[36] Bharucha AE, Low P, Camilleri M, et al. A randomised controlled study of the effect of cholinesterase inhibition on colon function in patients with diabetes mellitus and constipation[J]. Gut, 2013, 62(5): 708-715. DOI: 10.1136/gutjnl-2012-302483.

[37] Pontone S, Angelini R, Standoli M, et al. Low-volume plus ascorbic acid vs high-volume plus simethicone bowel preparation before colonoscopy[J]. World J Gastroenterol, 2011,17(42):4689-4695. DOI: 10.3748/wjg.v17.i42.4689.

[38] Yoon JY, Kim HG, Cho YS, et al. 1 L- versus 2 L-polyethylene glycol with ascorbic acid for bowel preparation in elderly patients: a randomized multicenter study[J]. Surg Endosc, 2022,36(8):5724-5733. DOI: 10.1007/s00464-021-08947-4.

[39] He Y, Liu Q, Chen YW, et al. Bowel preparation protocol for hospitalized patients ages 50 years or older: a randomized controlled trial[J]. World J Gastrointest Endosc, 2024, 16(1): 18-28. DOI: 10.4253/wjge.v16.i1.18.

[40] Kwak MS, Cha JM, Yang HJ, et al. Safety and efficacy of low-volume preparation in the elderly: oral sulfate solution on the day before and split-dose regimens (SEE SAFE) study[J]. Gut Liver, 2019,13(2):176-182. DOI: 10.5009/gnl18214.

[41] Lim KY, Kim KO, Kim EY, et al. Efficacy and safety of 1 L polyethylene glycol plus ascorbic acid for bowel preparation in elderly: comparison with oral sulfate solution[J]. Korean J Intern Med, 2023, 38(5): 651-660. DOI: 10.3904/kjim.2023.030.

[42] Kang HS, Na SY, Yoon JY, et al. Efficacy, tolerability, and safety of oral sulfate tablet versus 2 L-polyethylene glycol/ascorbate for bowel preparation in older patients: prospective, multicenter, investigator single-blinded, randomized study[J]. J Gastroenterol, 2024, 59(5): 402-410. DOI: 10.1007/s00535-024-02089-9.

[43] Ali IA, Roton D, Madhoun M. Oral sulfate solution versus low-volume polyethylene glycol for bowel preparation: meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Dig Endosc, 2022,34(4):721-728. DOI: 10.1111/den.14194.

[44] Nam SJ, Park SC, Lee SJ, et al. Randomized trial of oral sulfate solution versus polyethylene glycol-ascorbic acid for bowel cleansing in elderly people[J]. J Gastroenterol Hepatol, 2022,37(2):319-326. DOI: 10.1111/jgh.15696.

[45] Chaussade S, Schmöcker C, Toulemonde P, et al. Phosphate tablets or polyethylene glycol for preparation to colonoscopy?: a multicentre non-inferiority randomized controlled trial[J]. Surg Endosc, 2017, 31(5): 2166-2173. DOI: 10.1007/s00464-016-5214-1.

[46] Ell C, Fischbach W, Layer P, et al. Randomized, controlled trial of 2 L polyethylene glycol plus ascorbate components versus sodium phosphate for bowel cleansing prior to colonoscopy for cancer screening[J]. Curr Med Res Opin, 2014, 30(12): 2493-2503. DOI: 10.1185/03007995.2014.960513.

[47] Ho SB, Hovsepians R, Gupta S. Optimal bowel cleansing for colonoscopy in the elderly patient[J]. Drugs Aging, 2017,34(3): 163-172. DOI: 10.1007/s40266-017-0436-z.

[48] Fernández-Juárez G, Parejo L, Villacorta J, et al. Kidney injury after sodium phosphate solution beyond the acute renal failure[J]. Nefrologia, 2016, 36(3): 243-248. DOI: 10.1016/j.nefro.2016.02.010.

[49] Yan H, Huang H, Yang D, et al. 3 L split-dose polyethylene glycol is superior to 2 L polyethylene glycol in colonoscopic bowel preparation in relatively high-BMI (≥ 24 kg/m^2) individuals: a multicenter randomized controlled trial[J]. BMC Gastroenterol, 2023, 23(1): 427. DOI: 10.1186/s12876-023-03068-9.

[50] Wenqi S, Bei Z, Yunrong W, et al. Lactulose vs polyethylene glycol for bowel preparation: a single-center, prospective, randomized controlled study based on BMI[J]. Clin Transl Gastroenterol, 2024, 15(1): e00652. DOI: 10.14309/ctg.0000000000000652.

[51] Mamula P, Nema N. Bowel preparation for pediatric colonoscopy[J]. Front Pediatr, 2021, 9:705624. DOI: 10.3389/fped.2021.705624.

[52] Jin X, Sheng W, Liu X, et al. Optimizing colonoscopy preparation in autistic children: a comparative study of hypertonic sugar saline and normal saline enemas[J]. Clin Pediatr (Phila), 2025, 64(3): 368-372. DOI: 10.1177/00099228241275054.