

- genetics and pathophysiological mechanisms [J]. *Neurosci Bull*, 2024, 40(7): 952-962.
- [22] Chen Y, Chen D, Zhao S, et al. Penetrance estimation of *PRRT2* variants in paroxysmal kinesigenic dyskinesia and infantile convulsions [J]. *Front Med*, 2021, 15(6): 877-886.
- [23] Larsen J, Carvill G L, Gardella E, et al. The phenotypic spectrum of *SCN8A* encephalopathy [J]. *Neurology*, 2015, 84(5): 480-489.
- [24] Ancora C, Ortigoza-Escobar J D, Valletti M A, et al. Emergence of lingual dystonia and strabismus in early-onset *SCN8A* self-limiting familial infantile epilepsy [J]. *Epileptic Disord*, 2024, 26(2): 219-224.
- [25] Harvey S, King M D, Gorman K M. Paroxysmal movement disorders [J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 659064.
- [26] Fan Y, Si Z, Wang L, et al. DYT-TOR1A dystonia: an update on pathogenesis and treatment [J]. *Front Neurosci*, 2023, 17: 1216929.
- [27] Lange L M, Junker J, Loens S, et al. Genotype-phenotype relations for isolated dystonia genes: MDSGene systematic review [J]. *Mov Disord*, 2021, 36(5): 1086-1103.
- (编辑:刘雄志)
(收稿日期:2026-03-22 修回日期:2026-04-24)

doi:10.13407/j.cnki.jpp.1672-108X.2026.07.011

· 论 著 ·

基于水化与排便评估聚乙二醇联合乳果糖序贯个体化用于儿童结肠镜肠道准备中的临床研究

季颖娜, 高静 (唐山市妇幼保健院, 河北唐山 063000)

[摘要]目的:探讨基于患儿水化状态与排便频率评估指导下的聚乙二醇(PEG)与乳果糖序贯用药方案在儿童结肠镜肠道准备中的临床应用价值。方法:回顾性分析 2023 年 3 月至 2025 年 3 月我院行结肠镜检查的 139 例患儿临床资料。根据肠道准备方案分为观察组 70 例和对照组 69 例。观察组采用基于水化状态评估(血清渗透压、尿比重、临床脱水评分)和排便频率监测的个体化 PEG 与乳果糖序贯用药方案;对照组采用传统固定剂量 PEG 方案。比较两组肠道清洁度、不良反应发生率、患儿依从性及家长满意度,并进行各项指标的相关性分析。结果:观察组肠道清洁度优良率为 91.4%,高于对照组的 76.8% ($P<0.05$); Boston 肠道准备量表(BBPS)评分为 (7.2 ± 1.1) 分,高于对照组的 (6.3 ± 1.4) 分 ($P<0.01$);恶心呕吐发生率为 12.9%,低于对照组的 26.1% ($P<0.05$);观察组检查完成率达到 100%,高于对照组的 95.7%。观察组患儿服药依从性和家长满意度均高于对照组。相关性分析显示,患儿排便频率与最终 BBPS 评分呈正相关 ($r=0.542, P<0.01$),血清渗透压与尿比重呈正相关 ($r=0.623, P<0.01$)。12 例血清渗透压 >310 mOsm/kg 患儿经个体化调整后 BBPS 评分与常规给药组比较差异无统计学意义 ($P>0.05$)。两组均未发生严重电解质紊乱等不良事件。结论:基于水化状态与排便频率评估的个体化 PEG 与乳果糖序贯用药方案能够显著提高儿童结肠镜肠道准备质量。

[关键词] 儿童;结肠镜检查;肠道准备;聚乙二醇;乳果糖;个体化治疗

[中图分类号] R969.3; R725.7

[文献标识码] A

[文章编号] 1672-108X(2026)07-0042-04

Clinical Value of Individualized Sequential Administration of Polyethylene Glycol and Lactulose Based on Hydration Status and Bowel Movement Frequency in Pediatric Colonoscopy Preparations

Ji Yingna, Gao Jing (Tangshan Maternal and Child Health Hospital, Hebei Tangshan 063000, China)

[Abstract] **Objective:** To probe into the clinical value of individualized sequential administration of polyethylene glycol (PEG) and lactulose based on hydration status and bowel movement frequency in pediatric colonoscopy preparations. **Methods:** Retrospective analysis was performed on clinical data of 139 children undergoing colonoscopy in our hospital from Mar. 2023 to Mar. 2025. Participants were allocated into the observation group ($n=70$) and control group ($n=69$) based on distinct bowel preparation protocols. The observation group received individualized sequential PEG and lactulose regimen guided by comprehensive hydration assessment (serum osmolality, urine specific gravity, clinical dehydration score) and bowel movement frequency monitoring, whereas the control group received conventional fixed-dose PEG protocol. The bowel cleansing quality, incidence of adverse drug reactions, compliance of children, satisfaction of parents and correlation analysis were compared between two groups. **Results:** The observation group demonstrated significantly superior excellent bowel preparation rate compared with the control group (91.4% vs. 76.8%, $P<0.05$). The Boston Bowel Preparation Scale (BBPS) score of observation group was (7.2 ± 1.1) points, higher than (6.3 ± 1.4) points of control group ($P<0.01$); the incidence of nausea and vomiting was 12.9%, lower than 26.1% of control group ($P<0.05$). And the completion rate of the examination reached 100%, higher than 95.7% of the control group. The medication compliance and the satisfaction of the parents in observation group were both higher than those in control group. Correlation analysis revealed significant

作者简介:季颖娜(1981.03-),女,大学本科,主管护师,主要从事儿童结肠镜手术相关工作,E-mail: 1030594994@qq.com。

positive association between bowel movement frequency and final BBPS scores ($r=0.542$, $P<0.01$), and the serum osmotic pressure was positively correlated with the urine specific gravity ($r=0.623$, $P<0.01$). Twelve patients presenting with serum osmolality >310 mOsm/kg demonstrated comparable BBPS scores to the conventional dosing cohort following individualized adjustment, with no statistically significant difference ($P>0.05$). No severe electrolyte disturbances or adverse events were documented in either group. **Conclusion:** Individualized sequential PEG and lactulose administration guided by hydration status and bowel movement frequency assessment significantly enhances bowel preparation quality for pediatric colonoscopy.

[**Keywords**] children; colonoscopy; bowel preparation; polyethylene glycol; lactulose; individualized treatment

结肠镜是儿科结直肠疾病诊疗的金标准,充分肠道准备是检查成功的关键,直接影响病变检出率、安全性及患儿耐受性,但儿童生理、心理及药物耐受性与成人差异大,传统“一刀切”方案效果欠佳^[1-4]。聚乙二醇(PEG)是儿童肠道准备的首选药物,具有良好的安全性和有效性,但传统固定剂量方案(按体质量 75~100 mL/kg 给药,不考虑个体差异)因需大容量给药导致患儿依从性差、恶心呕吐等不良反应多^[5];乳果糖口感好、胃肠道刺激小,但单独使用清洁效果不理想^[6]。当前个体化肠道准备理念受重视,但相关研究多针对成人,儿童循证证据不足^[7]。水化状态、排便功能影响肠道准备效果,儿童更易出现水电解质紊乱,排便情况可指导用药调整。本研究以 Boston 肠道准备量表(BBPS)^[8]为评价依据,对比个体化序贯用药与传统固定剂量方案的临床效果,旨在提升儿童结肠镜肠道准备质量与安全性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究为回顾性队列研究,通过医院伦理委员会审批(伦理批号 2025-022-01)。事前样本量估算以 BBPS 为主要指标, $\alpha=0.05$ (双侧)、Power=90%,每组需 65 例,本研究样本量满足要求;事后效能 92.3%。亚组样本量偏小,结果为探索性分析。选择 2023 年 3 月至 2025 年 3 月在我院儿科消化内镜中心行结肠镜检查的患儿 139 例,结肠镜检查由同一组具备 5 年以上儿科内镜操作经验的医师团队完成,操作参照《中国儿童胃镜结肠镜检查规范操作专家共识》^[9]。纳入标准:(1)年龄 3~16 岁;(2)因消化道症状需要行结肠镜检查。排除标准:(1)存在肠梗阻、肠穿孔等急腹症;(2)严重心、肺、肝、肾功能不全;(3)病例资料不全。研究期间共筛查符合年龄标准的结肠镜检查患儿 156 例,排除 17 例,最终纳入 139 例,其中观察组 70 例,对照组 69 例,病例筛选流程见图 1。

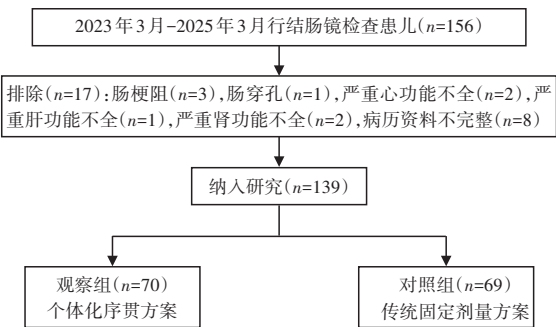


图 1 病例筛选流程

1.2 肠道准备方案

1.2.1 对照组 采用 PEG 4000 电解质散(恒康正清,江西恒康药业有限公司),总剂量按体质量计算,75~100 mL/kg,总量不超过 4 000 mL,分次给药,检查前 1 天晚上服用总剂量的 1/3,2 h 内服完,检查当日服用剩余的剂量。服药期间鼓励饮水,禁食固体食物。

1.2.2 观察组 个体化序贯用药方案包括 5 个连续阶段的治疗过程。第 1 阶段为乳果糖起始治疗,检查前 2 天开始根据年龄给予乳果糖口服液(杜密克,荷兰苏威制药):3~<7 岁 10 mL,7~<13 岁 15 mL, ≥ 13 岁 30 mL,每天 2 次,同时进半流质饮食。第 2 阶段为水化状态评估,于检查前 1 天上午通过 3 项指标综合评估患儿水化状态:测定血清渗透压(正常值 280~320 mOsm/kg)、尿比重(正常值 1.010~1.025)以及临床脱水评分。采用标准化的儿童脱水评估量表,包括一般状况、皮肤弹性、眼窝凹陷程度、黏膜湿润度、毛细血管充盈时间 5 个维度,每项按 0~3 分评分,总分 15 分。总分 0~3 分为无脱水,4~7 分为轻度脱水(体液丢失 3%~5%),8~12 分为中度脱水(体液丢失 6%~9%), >12 分为重度脱水(体液丢失 $>10\%$)。第 3 阶段为排便频率监测与 PEG 个体化给药决策,根据乳果糖使用后 24 小时内排便次数和水化状态评估结果制定个体化 PEG 用量调整方案:当患儿排便次数 ≥ 3 次且水化状态良好时,PEG 剂量减量 20%;排便 1~2 次且水化状态正常时按标准剂量给药;排便次数 <1 次或出现轻度脱水征象时 PEG 剂量增量 15%;出现中度脱水时暂停口服给药,静脉补液稳定后重新评估。第 4 阶段为 PEG 个体化给药实施,按照前述决策方案于检查前晚给予相应剂量的 PEG,密切监测患儿反应并根据耐受情况进行必要的微调。第 5 阶段为检查日晨最终评估,确认肠道准备充分性后进行结肠镜检查。

1.3 观察项目及评估标准

1.3.1 肠道清洁度评估 采用 BBPS 进行评估。

1.3.2 不良反应监测 记录恶心、呕吐、腹胀、腹痛、头晕、乏力等症状的发生率和严重程度。

1.3.3 患儿依从性评估 采用自行设计的儿童用药依从性量表进行评估,该量表包括 4 个维度,每项按 1~5 分评分,总分 20 分。

1.3.4 检查完成率 记录因肠道准备不充分需要终止或重新安排检查的比例。

1.3.5 安全性指标 监测治疗前后血清电解质(钠、钾、氯)、肾功能(肌酐、尿素氮)变化。

1.4 统计学方法

应用 SPSS 26.0 软件。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用 t 检验;计数资料以频数和(或)百分比表示,采用 χ^2 检

验。相关性采用 Pearson 分析,多结局采用 Bonferroni 校正。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿一般资料比较

两组患儿一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

表 1 两组患儿一般资料比较

项目	观察组($n=70$)	对照组($n=69$)	t 或 χ^2	P
年龄/岁	9.2±3.4	9.6±3.1	0.735	0.464
男/女	39/31	36/33	0.172	0.678
体重/kg	32.8±12.5	34.1±13.2	0.593	0.554
BMI/(kg/m ²)	17.8±3.2	18.1±3.5	0.542	0.589
腹痛/例(%)	28(40.0)	26(37.7)	0.074	0.785
便秘/例(%)	18(25.7)	20(29.0)	0.177	0.674
腹泻/例(%)	12(17.1)	15(21.7)	0.448	0.503
便秘/例(%)	8(11.4)	6(8.7)	0.255	0.613

2.2 两组患儿肠道清洁度比较

观察组 BBPS 总分、肠道清洁度优良率高于对照组($P<0.05$),见表 2。

表 2 两组患儿肠道清洁度比较

项目	观察组($n=70$)	对照组($n=69$)	t 或 χ^2	P
BBPS 总分/分	7.2±1.1	6.3±1.4	4.362	<0.01
右侧结肠/分	2.4±0.7	2.0±0.9	3.021	<0.01
横结肠/分	2.5±0.6	2.1±0.8	3.364	<0.01
左侧结肠/分	2.3±0.7	2.2±0.7	0.857	0.393
肠道准备充分(≥6 分)/例(%)	68(97.1)	60(87.0)	4.447	0.035
肠道准备优良(≥7 分)/例(%)	64(91.4)	53(76.8)	5.128	0.024

2.3 不良反应发生情况

观察组不良反应发生率低于对照组($\chi^2=4.553$, $P=0.033$),见表 3。

表 3 两组患儿不良反应比较

组别	例数	恶心呕吐/例次	腹胀/例次	腹痛/例次	总发生率/例(%)
观察组	70	9	13	6	23(32.9)
对照组	69	18	17	9	35(50.7)

2.4 患儿依从性和家长满意度

观察组用药依从性各项评分及依从性好的患儿比例均高于对照组($P<0.05$),见表 4。

表 4 两组患儿依从性和满意度比较

项目	观察组($n=70$)	对照组($n=69$)	t 或 χ^2	P
依从性总分/分	86.3±8.2	78.1±9.6	5.617	<0.01
服药完成度/分	26.8±3.1	23.2±4.2	5.745	<0.01
服药及时性/分	22.1±2.8	19.6±3.5	4.638	<0.01
主动配合度/分	21.4±3.2	19.1±3.8	3.845	<0.01
依从性好(≥80 分)/例(%)	55(78.6)	40(58.0)	6.327	0.012
家长满意度/分	4.3±0.6	3.7±0.8	5.124	<0.01

2.5 检查完成率和安全性

观察组结肠镜检查完成率为 100%(70/70),对照组为 95.7%(66/69),3 例患儿因肠道准备不充分需重新安排检查。观察组检查时间为(28.5±6.2)min,对照组为(32.1±8.4)min,两组比较差异有统计学意义($t=2.893$, $P<0.01$)。检查过程中,观察组因肠道内容物残留导致的操作困难发生率明显低于对照组。两组患儿治疗前血清电解质和肾功能指标无明显差异($P>0.05$);治疗后,对照组血清钠水平低于观察组($P<0.05$),对照组共 3 例发生轻度低钠血症,经适当补液后恢复正常;其余电解质及肾功能指标组间比较差异无统计学意义($P>0.05$),两组均未发生严重电解质紊乱等不良事件。见表 5。

表 5 两组安全性指标比较

指标	检测时间	观察组($n=70$)	对照组($n=69$)	t	P
血清钠/(mmol/L)	治疗前	139.2±2.1	139.1±2.0	0.286	0.775
	治疗后	138.8±2.3	137.3±2.6	3.615	<0.001
血清钾/(mmol/L)	治疗前	4.1±0.3	4.0±0.4	1.675	0.096
	治疗后	4.0±0.4	3.9±0.5	1.328	0.186
血清氯/(mmol/L)	治疗前	103.5±2.8	103.8±2.6	0.652	0.515
	治疗后	103.1±3.1	102.9±3.3	0.371	0.711
肌酐/(μmol/L)	治疗前	45.2±8.1	46.1±7.8	0.668	0.505
	治疗后	46.1±7.9	47.2±8.3	0.796	0.427
尿素氮/(mmol/L)	治疗前	4.8±1.2	4.9±1.1	0.512	0.610
	治疗后	4.9±1.1	5.0±1.3	0.492	0.623

2.6 水化状态与排便频率的相关性分析

观察组排便频率与 BBPS 评分、血清渗透压与尿比重均呈正相关($P<0.01$);亚组样本量偏小,结果为探索性分析。见表 6。

表 6 水化状态与排便频率相关性亚组分析

指标	r	P	亚组	例数	BBPS 评分/分	t	P
排便频率 vs. BBPS	0.542	<0.01	≥3 次/天组	28	7.6±0.8	3.785	<0.01
血清渗透压 vs. 尿比重	0.623	<0.01	1~2 次/天组	35	6.7±1.2		
			<1 次/天组	7	6.2±1.3		
			>310 mOsm/kg 组	12	7.1±1.0	0.298	>0.05

3 讨论

儿童的胃容量相对较小,胃排空时间较成人延长,这使得大容量 PEG 溶液的一次性给药容易导致腹胀、恶心呕吐等不良反应^[10]。同时,儿童的肾脏浓缩功能发育尚不完善,体液调节能力有限,更容易出现水电解质平衡紊乱^[11]。而本研究显示,观察组采用序贯用药策略后,恶心呕吐发生率显著低于对照组。

本研究显示,观察组患儿依从性评分显著高于对照组,特别是在服药完成度和主动配合度方面优势突出,充分验证了乳糖在改善患儿接受度方面的优势^[12]。

水化状态的准确评估是实施个体化肠道准备的关键环节。传统的临床脱水评估虽然简便易行,但主观性

较强,特别是在轻度脱水的识别方面存在局限性^[13]。本研究将血清渗透压和尿比重等客观指标纳入评估体系,显著提高了水化状态判断的准确性。本研究显示,血清渗透压与尿比重呈正相关,为临床快速评估患儿水化状态提供了双重验证指标。血清渗透压是反映体液渗透压最直接的指标,而尿比重作为床旁即刻可获得的检测指标,两者结合使用可提高脱水早期识别的灵敏度和特异性。

在 70 例观察组患儿中,12 例(17.1%)血清渗透压>310 mOsm/kg,提示存在轻度脱水状态,这些患儿的 PEG 用量平均增加了 18.3%。经个体化调整后,这 12 例患儿的最终 BBPS 评分为(7.1±1.0)分,与其常规用药患儿的(7.2±1.1)分比较差异无统计学意义($P>0.05$),充分证明了基于水化状态评估的个体化调整策略能够有效弥补患儿个体差异对清洁效果的不良影响。同时,观察组在安全性方面表现优异,治疗前后各项电解质指标均无显著变化,而对照组出现了轻度低钠血症趋势,进一步证实了个体水化状态评估在保障治疗安全性方面的价值^[14]。

排便频率和粪便性状的动态监测为肠道准备效果提供了实时反馈信息。本研究结果显示,乳果糖治疗后排便频率与最终肠道清洁度呈正相关,为调整后续 PEG 用量提供了依据,排便≥3 次/天的 28 例患儿 BBPS 评分达到(7.6±0.8)分,高于排便 1~2 次/天患儿的(6.7±1.2)分和排便<1 次患儿的(6.2±1.3)分,这种梯度性差异清晰地展现了排便频率作为预测指标的可靠性。基于此,建立了个体化 PEG 剂量调整策略:排便≥3 次/天且水化状态良好的患儿 PEG 减量 20%,排便 1~2 次/天且水化状态正常的患儿按标准剂量给药,排便<1 次的患儿 PEG 增量 15%。观察组最终的肠道清洁度优良率达 91.4%,高于对照组的 76.8%,这与国外多中心研究^[15]结果一致;BBPS 总评分也明显优于对照组,说明这种精准化的给药模式不仅确保了肠道清洁效果,还最大程度减少了药物过度暴露,充分验证了基于排便频率监测的个体化策略的临床有效性,这种精准化治疗模式不仅提高了临床效率,还最大程度地减少了不必要的医疗资源浪费。

本研究结果表明,与传统单一 PEG 方案比较,序贯用药策略优势显著。在肠道清洁度方面,观察组各节段 BBPS 评分均优于对照组,右侧结肠差异最明显,因乳果糖预处理软化粪便,为 PEG 清洗创造条件。患儿耐受性方面,观察组家长满意度评分高于对照组,序贯方案分阶段给药,分散给药时间,降低患儿压力与负担,提升接受度。安全性上,个体化调整让患儿获得了适配方案,观察组 3 例轻度脱水经调整缓解,检查完成率 100%;对照组 3 例因准备不足需重检。个体化序贯用药方案有利于提升效率,减少医疗资源浪费。但亚组样本量偏小,检验效能有限,结论需大样本量研究验证。

参考文献:

[1] Lightdale J R, Acosta R, Shergill A K, et al. Modifications in

endoscopic practice for pediatric patients [J]. *Gastrointest Endosc*, 2014, 79(5): 699-710.

[2] Pall H, Zacur G M, Kramer R E, et al. Bowel preparation for pediatric colonoscopy: report of the NASPGHAN Endoscopy and Procedures Committee [J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2014, 59(3): 409-416.

[3] Hunter A, Mamula P. Bowel preparation for colonoscopy in children and adolescents [J]. *Gastrointest Endosc Clin N Am*, 2016, 26(1): 61-71.

[4] 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.

[5] Kierkus J, Horvath A, Wegner A, et al. High-dose versus standard-dose polyethylene glycol 3,350 for bowel preparation before colonoscopy in children: a randomized controlled trial [J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2020, 71(2): 214-219.

[6] Avalos D J, Castro F J, Zuckerman M J, et al. Bowel preparations administered the morning of colonoscopy provide similar efficacy to a split dose regimen: a Meta-analysis [J]. *J Clin Gastroenterol*, 2018, 52(10): 859-868.

[7] Manning-Dimmitt L L, Dimmitt S G, Wilson G R. Diagnosis of dehydration in children [J]. *Clin Pediatr (Phila)*, 2005, 44(3): 201-205.

[8] Lai E J, Calderwood A H, 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.

[9] 中华医学会消化内镜学分会儿科协作组. 中国儿童胃镜结肠镜检查规范操作专家共识[J]. *中华消化内镜杂志*, 2019, 36(1): 6-9.

[10] Nguyen T, Park E, Bray L, et al. Polyethylene glycol electrolyte solution *vs* sodium phosphate for bowel preparation in pediatric patients: systematic review and Meta-analysis [J]. *World J Gastroenterol*, 2018, 24(45): 5164-5174.

[11] Kierkus J, Horvath A, Kocsis D, et al. High-dose versus low-dose polyethylene glycol plus laxative *versus* sennosides for functional constipation in children: a triple-blind, randomized controlled trial [J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2016, 62(6): 880-886.

[12] Thakkar K, El-Serag H B, Mattek N, et al. Complications of pediatric colonoscopy: a five-year multicenter experience [J]. *Clin Gastroenterol Hepatol*, 2008, 6(5): 515-520.

[13] Goldman R D, Friedman J N, Parkin P C. Validation of the clinical dehydration scale for children with acute gastroenteritis [J]. *Pediatrics*, 2008, 122(3): 545-549.

[14] Hwang J B, Choi W J, Lee C G, et al. Bowel preparation for pediatric colonoscopy: polyethylene glycol *versus* sodium phosphate solution [J]. *World J Gastroenterol*, 2017, 23(46): 8227-8234.

[15] Sulz M C, Kröger A, Prakash M, et al. Meta-analysis of the effect of bowel preparation on adenoma detection: early adenomas affected stronger than advanced adenomas [J]. *PLoS One*, 2016, 11(6): e0154149.

(编辑:刘雄志)

(收稿日期:2025-09-17 修回日期:2026-01-16)