中国现代普通外科进展
Chin J Curr Adv Gen Surg
2025年12月　第28卷　第12期　Dec. 2025　Vol. 28　No. 12

胃癌根治术后肠梗阻风险预测模型的构建

王川　孙海滨　李军梅　聂立敏

河北医科大学第二医院　普外科　（河北　石家庄　230601）

【摘要】**目的：**构建胃癌根治术后肠梗阻（POI）风险预测模型。**方法：**回顾性分析2015年1月至2022年1月本院行胃癌根治术的565例患者的临床资料，将术后第4天及之后发生POI的患者纳入POI组，其余患者为非POI组，以此为基础展开研究并建立模型。收集2022年1月至2024年1月符合同等条件的243例胃癌患者的临床资料，对构建的风险预测模型进行外部验证。**结果：**POI组术前贫血、术前肠梗阻、肿瘤分期Ⅲ～Ⅳ期、开腹手术的比例及手术时间、术中失血量均明显高于非POI组，术前白蛋白水平低于非POI组（$P<0.05$）。多因素Logistic回归分析结果显示，术前白蛋白、手术时间、术中失血量、术前是否存在肠梗阻、手术方式均是术后POI的影响因素（$P<0.05$）。基于以上影响因素构建的列线图预测模型显示，术前白蛋白每降低1.00 g/L增加9.09分的权重；手术时间每增加50.00 min增加6.56分的权重；术中失血量每增加75 mL增加10.44分的权重；术前肠梗阻增加62.10分的权重；开腹手术增加51.10分的权重。内部及外部验证结果均显示，构建的列线图预测模型一致性、区分度较好。**结论：**术前白蛋白、手术时间、术中失血量、术前是否存在肠梗阻、手术方式均是胃癌根治术患者发生POI的影响因素，基于此建立的列线图预测模型临床应用价值较高。

【关键词】胃癌•根治术•术后肠梗阻•风险预测模型
【中图分类号】R735.2
【文献标识码】A　DOI: 10.3969/j.issn.1009-9905.2025.12.005
【文章编号】1009-9905(2025)12-0954-06

Construction of a risk prediction model for intestinal obstruction after radical gastrectomy for gastric cancer

WANG Chuan, SUN Hai-bin, LI Jun-mei, NIE Li-min

Department of General Surgery, The Second Hospital Of Hebei Medical University(Shijiazhuang 230601, China)

【ABSTRACT】***Objective:*** To construct a risk prediction model for intestinal obstruction(POI) after radical gastrectomy for gastric cancer. ***Methods:*** A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 565 patients who underwent radical gastrectomy for gastric cancer in our hospital from January 2015 to January 2022. Patients who developed POI on the 4th day after the operation were included in the POI group, while the remaining patients were in the non-POI group. Based on this, the study was carried out and a model was established. Clinical data of 243 gastric

[基金项目] 2024年河北省医学科学研究课题计划项目（20240525）
[通信作者] 聂立敏，E-mail: 27035779@qq.com

cancer patients who met the same conditions from January 2022 to January 2024 were collected to externally validate the constructed risk prediction model. **Results:** The proportions of preoperative anemia, preoperative intestinal obstruction, tumor stage Ⅲ－Ⅳ, open surgery, operation time and intraoperative blood loss in the POI group were significantly higher than those in the non-POI group, and the preoperative albumin level was lower than that in the non-POI group(P<0.05). The results of multivariate Logistic regression analysis showed that preoperative albumin, operation time, intraoperative blood loss, preoperative presence of intestinal obstruction, and surgical method were all influencing factors of postoperative POI(P<0.05). The nomogram prediction model constructed based on the above influencing factors shows that for every 1.00 g/L decrease in preoperative albumin, the weight increases by 9.09 points. For every additional 50.00 minutes of operation time, the weight increases by 6.56 points. For every additional 75 mL of intraoperative blood loss, the weight increases by 10.44 points. Preoperative intestinal obstruction increased the weight by 62.10 points. Open abdominal surgery adds 51.10 points to the weight. Both internal and external verification results show that the constructed nomogram prediction model has good consistency and discrimination. **Conclusion:** Preoperative albumin, operation time, intraoperative blood loss, preoperative presence of intestinal obstruction, and surgical method are all influencing factors for the occurrence of POI in patients undergoing radical gastrectomy for gastric cancer. Moreover, the nomogram prediction model established based on these influencing factors has high clinical application value.

【KEY WORDS】Gastric cancer•Radical surgery•Postoperative ileus•Risk prediction model

当前，胃癌根治术是进展期胃癌的标准外科治疗[1]。但术后并发症往往影响预后。其中术后肠梗阻（postoperative ileus，POI）是常见的并发症之一[2]。POI临床主要表现为腹胀疼痛、恶心呕吐、肠鸣音缺失、气体液体积聚、不能排便等，通常可持续3~5 d，有的患者会在胃肠功能恢复后再次出现[3]。免疫损伤、手术创伤和肠道内容物滞留均可能增加POI的发生概率，进而诱发菌血症和全身性脓毒症[4-5]。因此，迫切需要一个POI风险预测模型以帮助临床医师确定最佳术后管理策略。列线图作为一种可视化风险预测模型，可以提供高度准确的、个体化的循证风险评估[6-7]。本研究通过分析胃癌根治术患者POI的影响因素，构建胃癌根治术POI列线图预测模型，以期早期识别、早期干预。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2015年1月至2022年1月本院行胃癌根治术的565例患者的临床资料。根据患者术后第4天及之后是否发生POI进行分组，发生POI的62例患者纳入POI组，其余503例患者为非POI组。

纳入标准：（1）年龄≥45岁；（2）术后经病理检查证实为胃癌；（3）行全胃切除术；（5）ASA分级Ⅰ~Ⅲ级；（6）资料完整；（7）无精神障碍。排除标准：（1）合并其他肿瘤；（2）存在手术禁忌证；（3）术前有免疫抑制、糖皮质激素史；（4）术后发生心肌梗死、血栓等并发症。POI组患者需符合POI诊断标准[7]。

另收集2022年1月至2024年1月符合同等条件的243例胃癌患者的资料，对构建的列线图模型进行外部验证。本研究经医院伦理委员会审批同意，批件文号：2023-R333。

1.2 资料收集 由专业人员对565例建模患者及243例外部验证患者的资料进行统计，包括年龄、性别、体质量指数（BMI）、既往史（吸烟、饮酒、冠心病、糖尿病、高血压、腹部手术史）、术前情况（ASA分级、术前贫血、术前白蛋白、术前肠梗阻、术前新辅助化疗、肿瘤直径、肿瘤部位、肿瘤分期、分化程度）、手术情况（手术方式、吻合方式、手术时间、术中失血量）。

1.3 统计学方法 所获数据应用SPSS25.0进行统计学处理，正态分布的计量资料以$\bar{x}\pm s$表示，行t检验；计数资料以例（%）表示，行χ^2检验；Logistic回归分析POI影响因素。R3.6.3软件及rms程序包构建胃癌根治术POI列线图预测模型；采用受试者工作特征（receiver operating characteristic，ROC）曲线评估模型的区分度，并通过绘制校准曲线并结合Hosmer-Lemeshow（H-L）拟合优度检验评估模型的一致性（校准度）。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 影响胃癌根治术POI的单因素分析 POI组术前贫血、术前肠梗阻、肿瘤分期Ⅲ~Ⅳ期、开腹手术的比例及手术时间、术中失血量均明显高于非POI组，术前白蛋白水平低于非POI组（P<0.05）。见表1。

2.2 胃癌根治术POI影响因素的多因素Logistic回归分析 以患者术后是否出现POI（是=1，否=0）为

表1 影响胃癌根治术POI的单因素分析（n=565）

观察指标	POI组（n=62）	非POI组（n=503）	χ^2/t值	P值
术前白蛋白水平（$\bar{x}\pm s$，g/L）	32.15±2.12	36.29±4.83	6.666	＜0.001
术前肠梗阻[例（%）]				
是	18（29.03）	27（5.37）	39.002	＜0.001
否	44（70.97）	476（94.63）		
术前新辅助化疗[例（%）]				
是	4（6.45）	17（3.38）	0.724	0.395
否	58（93.55）	486（96.62）		
肿瘤直径[例（%）]				
≥5 cm	31（50.00）	237（47.12）	0.184	0.668
＜5 cm	31（50.00）	266（52.88）		
肿瘤部位[例（%）]				
胃体	7（11.29）	38（7.55）	0.659	0.719
胃底	5（8.06）	35（6.96）		
胃窦	50（80.65）	430（85.49）		
肿瘤分期[例（%）]				
Ⅱ期	28（45.16）	348（69.18）	14.310	＜0.001
Ⅲ~Ⅳ期	34（54.84）	155（30.82）		
分化程度[例（%）]				
低分化	20（32.26）	138（27.44）	0.637	0.425
中高分化	42（67.74）	365（72.56）		
手术方式[例（%）]				
开腹	39（62.90）	194（38.57）	13.489	＜0.001
腹腔镜	23（37.10）	309（61.43）		
吻合方式[例（%）]				
Roux-en-Y	60（96.77）	493（98.01）	0.029	0.864
Overlap	2（3.23）	10（1.99）		
手术时间（$\bar{x}\pm s$，min）	265.62±76.17	197.93±59.02	8.229	＜0.001
术中失血量（$\bar{x}\pm s$，mL）	203.62±61.54	176.81±52.96	3.692	＜0.001
年龄（$\bar{x}\pm s$，岁）	64.52±6.18	63.87±7.83	0.630	0.529
性别[例（%）]				
男	35（56.45）	263（52.29）	0.384	0.535
女	27（43.55）	240（47.71）		
BMI（$\bar{x}\pm s$，kg/m^2）	23.15±2.59	23.42±3.13	0.652	0.515
吸烟[例（%）]				
是	20（32.26）	120（23.86）	2.090	0.148
否	42（67.74）	383（76.14）		
饮酒[例（%）]				
是	22（35.48）	196（38.97）	0.282	0.595
否	40（64.52）	307（61.03）		
合并冠心病[例（%）]				
是	14（22.58）	71（14.12）	3.095	0.079
否	48（77.42）	432（85.88）		
合并糖尿病[例（%）]				
是	9（14.52）	55（10.93）	0.705	0.401
否	53（85.48）	448（89.07）		
合并高血压[例（%）]				
是	23（37.10）	147（29.22）	1.626	0.202
否	39（62.90）	356（70.78）		
ASA分级[例（%）]				
Ⅰ~Ⅱ级	48（77.42）	413（82.11）	0.808	0.369
Ⅲ级	14（22.58）	90（17.89）		
腹部手术史[例（%）]				
是	6（9.68）	40（7.95）	0.220	0.639
否	56（90.32）	463（92.05）		
术前贫血[例（%）]				
是	43（69.35）	98（19.48）	73.305	0.000
否	19（30.65）	405（80.52）		

因变量，以术前贫血、术前白蛋白、术前肠梗阻、肿瘤分期、手术方式、手术时间、术中失血量为自变量进行多因素Logistic回归分析。结果显示，术前白蛋白、手术时间、术中失血量、术前肠梗阻、手术方式均是术后POI的影响因素（P＜0.05）。见表2。

2.3 构建胃癌根治术POI的列线图预测模型 将表2筛选出的5项POI影响因素引入R软件，构建胃癌根治术POI的列线图预测模型。结果显示，术前白蛋白水平每降低1.00 g/L增加9.09分的权重；手术时间每增加50.00 min增加6.56分的权重；术中失血量每增加75 mL增加10.44分的权重；术前肠梗阻增加62.10分的权重；开腹手术增加51.10分的权重。见图1。

2.4 内部验证 H-L检验结果显示，χ^2=0.360、P=1.000，校准曲线斜率趋近1，模型一致性较好；ROC曲线下面积（AUC）为0.849（95%CI：0.800~0.897），区分度较好。见图2。

表2　胃癌根治术POI影响因素的多因素Logistic回归分析

影响因素	赋值	*B*	*SE*	*Wald*	*P*	*OR*	95%*CI*
术前白蛋白	连续变量	−0.425	0.090	22.220	0.000	0.654	0.548~0.780
手术时间	连续变量	2.103	0.799	6.933	0.008	8.193	1.712~39.205
术中失血量	连续变量	0.049	0.010	24.328	0.000	1.050	1.030~1.071
术前肠梗阻	是=1，否=0	2.386	0.686	12.096	0.001	10.875	2.834~41.735
手术方式	开腹=1，腹腔镜=0	1.941	0.802	5.863	0.015	6.966	1.448~33.516
常量		−8.674	2.745	9.986	0.002	0.000	–

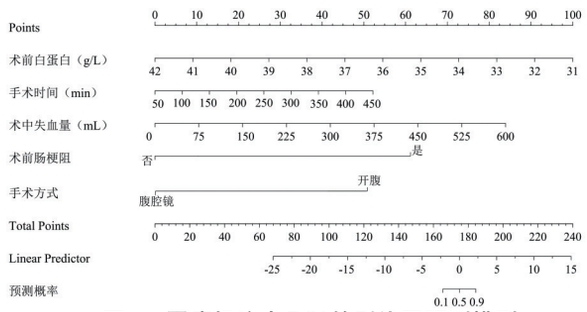


图1　胃癌根治术POI的列线图预测模型

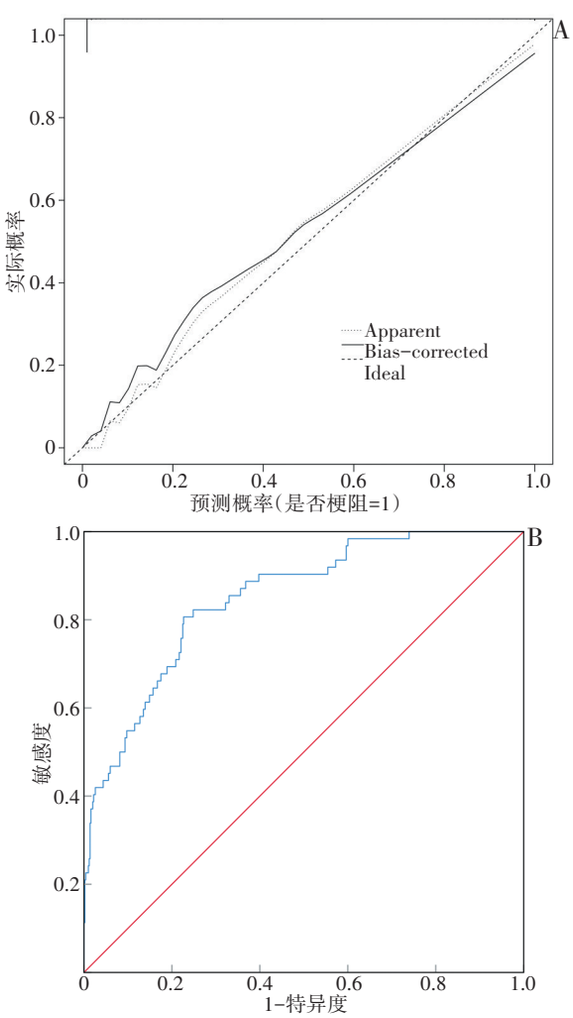


图2　胃癌根治术POI列线图预测模型的内部验证

A：校准曲线；B：ROC曲线

2.5　外部验证　外部验证POI组术前白蛋白水平、术前肠梗阻、开腹手术比例以及手术时间、术中失血量均高于非POI组（$P<0.05$，表3）；列线图预测模型的校准曲线一致性、区分度均较好，AUC为0.899（95*CI*：0.864~0.935），见图3。

表3　外部验证影响胃癌根治术POI的单因素分析（*n*=243）

观察指标	POI组（*n*=23）	非POI组（*n*=220）	χ^2/t值	*P*值
术前白蛋白（$\bar{x}\pm s$，g/L）	33.08±3.11	35.97±3.28	4.039	<0.001
术前肠梗阻[例（%）]				
是	6（26.09）	15（6.82）	7.504	<0.001
否	17（73.91）	205（93.18）		
手术方式[例（%）]				
开腹	15（65.22）	86（39.09）	5.852	0.016
腹腔镜	8（34.78）	134（60.91）		
手术时间（$\bar{x}\pm s$，min）	259.83±71.42	201.24±51.37	4.996	<0.001
术中失血量（$\bar{x}\pm s$，mL）	204.18±59.33	174.75±49.26	2.672	0.008

3　讨论

统计数据显示，胃癌是世界范围内癌症相关死亡的第五大常见原因，也是中国、日本、韩国等东亚地区最常见的癌症类型之一[8-9]。胃癌根治术是目前唯一可能治愈进展期胃癌的方法，POI是患者术后恢复延迟的主要因素之一。“不复杂”或“正常”的POI通常被认为是术后不可避免的过程，可在3 d内消退；而“迁延性”或“麻痹性”POI持续时间多超过3 d。因此，Vather等[7]提出，术后第4天是其分界点，目前接受度较高。长时间POI的胃癌根治术患者恢复慢，生活质量差。因此预测POI风险并尽早干预可以促进胃癌根治术患者的术后恢复。

本研究发现，565例胃癌根治术患者POI的发生率为10.97%，低于师帅等[10]的研究结果，考虑可能与患者年龄、个体差异有关；通过单因素和多因素Logistic回归分析，发现术前白蛋白、手术时间、术中失血量、术前肠梗阻、手术方式是胃癌根治术POI的影响因素，并以此为基础构建列线图预测模型。

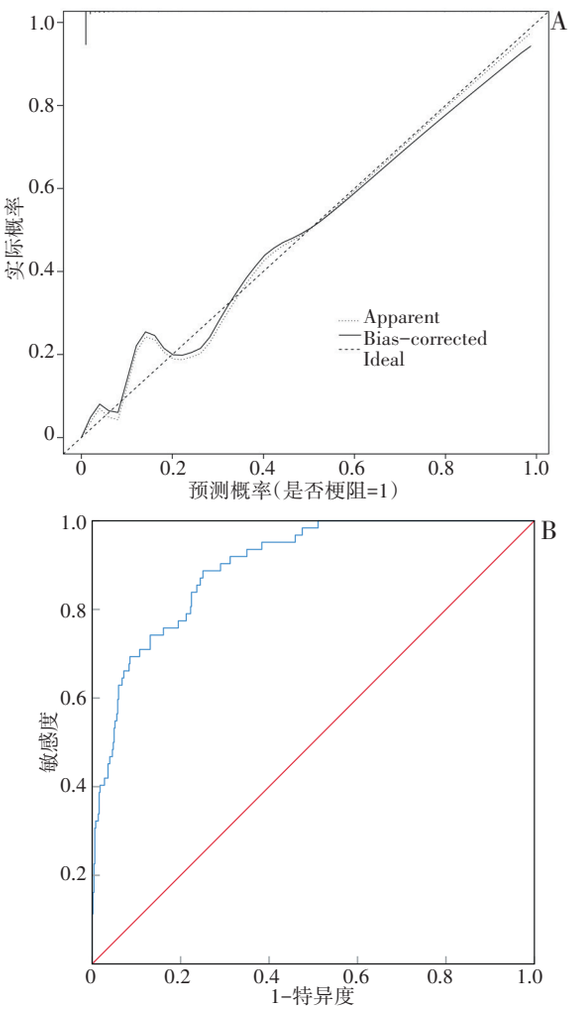


图3　胃癌根治术POI列线图预测模型的外部验证

A：校准曲线；B：ROC曲线

本研究列线图预测模型显示，术前白蛋白每降低1.00 g/L增加9.09分的权重。白蛋白是临床评估营养储备的重要指标之一，其水平可反映机体蛋白质储备状态及慢性营养状况[11]。研究证实，低白蛋白水平预示着更差的手术预后[12]。分析原因，白蛋白水平低提示机体处于低营养状态，可能引发肠道水肿，加剧炎症渗出，损害肠道功能，增加POI发生概率[13]。本研究还发现，手术时间每增加50.00 min增加6.56分的权重，即手术时间越长，术后出现POI的可能性越高。有研究表明，手术时间超过400 min的胃癌患者POI的概率更高[10]，与本研究结果一致。研究证实，术后短时间内出现的炎症反应可导致粘附分子水平升高并激活肠道吞噬细胞，大量释放一氧化氮、前列腺素，导致平滑肌受抑而无法正常收缩，影响肠道正常蠕动[14-15]，增加了POI的发生概率。因此，减少手术时间可能是降低POI概率、促进术后恢复的重要手段。术中失血量及手术方式也是胃癌根治术POI的影响因素。这是因为术中失血可以导致肠道血供不足，影响肠道正常蠕动功能；而与腹腔镜手术比较，开腹手术操作范围更广，对腹腔组织损伤更大，患者炎症反应更强烈，出血量亦更多[16-17]，发生POI概率更高。本研究列线图预测模型还显示，术前肠梗阻增加62.10分的权重。术前肠梗阻患者肠腔压力已处于较高水平，肠壁无法进行正常静脉回流，大大增加胃癌根治术POI的概率，因此术后应密切关注其排便、饮食情况，尽早发现，及时干预[18-19]。

本研究基于术前白蛋白、手术时间、术中失血量、术前肠梗阻、手术方式等影响因素构建的胃癌根治术POI列线图预测模型，通过内部验证和外部验证，发现模型的一致性及区分度均较好，临床价值较高。对于存在上述因素的胃癌患者，在行根治术前，应重点关注并及时干预。对于术前白蛋白水平较低的患者，提高其营养储备；对于术前肠梗阻的患者，通过选择腹腔镜手术、精细操作减少失血，以及尽量缩短手术时间等措施，降低POI发生风险。

综上所述，术前白蛋白、手术时间、术中失血量、术前肠梗阻、手术方式均是胃癌根治术POI的影响因素，基于此建立的列线图预测模型临床应用价值较高，有助于临床医生术前识别高危患者、制定针对性预防策略提供依据。

参　考　文　献

[1] 汤牛明，吴文涌．腹腔镜远端胃癌根治术ROUX-EN-Y和BILLROTHⅡ+BRAUN吻合方式疗效比较[J].中国现代普通外科进展，2025，28（4）：295-298. DOI: 10.3969/j. issn. 1009-9905.2025.04.009.

[2] GEIST ACB, MOTTIN CC, DILLENBURG CF, et al. Intestinal obstruction following gastric bypass[J]. Obes Res Clin Pract, 2021, 15(3): 291-292. DOI:10.1016/j.orcp.2021.04.001.

[3] LIANG WQ, ZHANG KC, Cui JX, et al. Nomogram to predict prolonged postoperative ileus after gastrectomy in gastric cancer[J]. World J Gastroenterol, 2019, 25(38): 5838-5849. DOI: 10.3748/wjg.v25.i38.5838.

[4] GIRÓN F, CHAVES CER, RODRÍGUEZ L, et al. Association between clinical and surgical variables with postoperative outcomes in patients treated for intestinal obstruction for non-malignant conditions: a cross-sectional study[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 14544-14554. DOI:10.1038/s41598-023-41328-6.

[5] YANG J, RAN T, LIN X, et al. Association between preoperative systemic immune inflammation index and postoperative sepsis in patients with intestinal obstruction: a retrospective observational cohort study[J]. Immun Inflamm Dis, 2024, 12(2): e1187-e1196. DOI: 10.1002/iid3.1187.

[6] MELNYCHENKO M, KVASHNINA A, SYTNIKOVA V, et al. Prog-

nostic model ofpostoperative adhesive itestinal obsruction risk in children[J]. Georgian Med News, 2022, (330): 106-109. PMID: 36427852.

[7] VATHER R, TRIVEDI S, BISSETT I. Defining postoperative ileus: results of a systematic review and global survey[J]. J Gastrointest Surg, 2013, 17(5): 962-972. DOI:10.1007/s11605-013-2148-y.

[8] BRAY F, LAVERSANNE M, SUNG H, et al. Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. CA Cancer J Clin, 2024, 74(3): 229-263. DOI:10.3322/caac .21834.

[9] WANG S, ZHENG R, LI J,et al. Global, regional, and national lifetime risks of developing and dying from gastrointestinal cancers in 185 countries: a population-based systematic analysis of GLOBOCAN [J]. Lancet Gastroenterol Hepatol, 2024, 9(3): 229-237. DOI: 10.1016/S2468-1253(23)00366-7.

[10] 师帅，冯涛，高德健，等.老年胃癌患者全胃切除术后肠梗阻发生的危险因素分析：病例对照研究[J].中国普外基础与临床杂志，2024，31(1)：69-73. DOI:10.7507/1007-9424.202306059.

[11] KUBOTA T, SHODA K, KONISHI H, et al. Nutrition update in gastric cancer surgery[J]. Ann Gastroenterol Surg, 2020, 4(4): 360-368. DOI:10.1002/ags3.12351.

[12] ZHANG H, SHI J, XIE H, et al. Superiority of CRP-albumin-lymphocyte index as a prognostic biomarker for patients with gastric cancer[J]. Nutrition, 2023, 116(1): 112191-112198. DOI:10.1016/j.nut.2023.112191.

[13] PASCAL P, MALLOIZEL J, LAIREZ O, et al. Primary intestinal lymphangiectasia: diagnostic accuracy of 99mTc-labeled human serum albumin nanocolloid SPECT/CT before biopsy[J]. Clin Nucl Med, 2021, 46(1): e34-e35. DOI:10.1097/RLU.0000000000003285.

[14] DOCSA T, SIPOS A, COX CS, et al. The role of inflammatory mediators in the development of gastrointestinal motility disorders[J]. Int J Mol Sci, 2022, 23(13): 6917-6928. DOI:10.3390/ijms23136917.

[15] 张伟健，梁艺钟，张维晴，等.穴位埋线治疗胃肠功能障碍的作用机制研究进展[J].世界中医药，2021，16(5)：844-848. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7202.2021.05.029.

[16] 黄昌明，郑华龙，王福海，等.胃癌微创外科的研究与技术进展[J].中华消化外科杂志，2023，22(1)：65-69. DOI:10.3760/cma.j.cn115610-20221115-00692.

[17] OHYA Y, HAYASHIDA S, YONEDA A, et al. Laparoscopic-assisted treatment for diospyrobezoar-induced intestinal obstruction after distal gastrectomy and cholecystectomy[J]. Drug Discov Ther, 2023, 17(3): 217-219. DOI:10.5582/ddt.2023.01009.

[18] KIM Y, KIM YM, KIM JH, et al. Peri-operative inflammatory marker as a predictive factor for prolonged post-operative ileus after gastrectomy for gastric cancer[J]. J Neurogastroenterol Motil, 2021, 27(4): 588-595. DOI:10.5056/jnm20203.

[19] 王震，陈林云，王琳，等.结直肠癌术后发生肠梗阻的影响因素分析及预测模型的构建[J].结直肠肛门外科，2024，30(1)：64-71. DOI:10.19668/j.cnki.issn1674-0491.2024.01.011.

（收稿日期：2025-05-22）

读者·作者·编者

欢迎订阅2026年《中国现代普通外科进展》杂志

《中国现代普通外科进展》杂志是国家教育部主管、山东大学主办的学术性刊物，国内外公开发行，以从事普通外科的临床工作者、科研人员和研究生为主要读者对象，报道普通外科领域内的最新学术动态与进展、临床实践经验和原创性科研成果，以及与临床密切结合的基础理论研究。

本刊贯彻我刊顾问、中国科学院院士裘法祖教授提出的“在现代中获得启迪，读进展后有所创新”的办刊方向，坚持以“现代”“进展”为导向，启迪读者，以提高广大普通外科工作者的业务水平与科研能力。

本刊为月刊，每年12期。定价：15元/期，180元/年。

订阅方法：(1)通过全国邮局订阅(邮发代号：24-190)

(2)向编辑部订阅

地址：山东省济南市文化西路107号(250012)

电话：0531-82169203

联系人：连培凤