中国现代普通外科进展
Chin J Curr Adv Gen Surg
2025年9月　第28卷　第9期　Sep. 2025 Vol. 28 No. 9

腹腔镜胆囊切除术后并发肠粘连的列线图预测模型构建

楚振飞　缪琦　刘平　周杰

安徽医科大学附属滁州医院　急诊外科　（安徽　滁州　239000）

【摘要】**目的：**分析腹腔镜胆囊切除术（LC）患者术后并发肠粘连的影响因素，并以此构建列线图预测模型。**方法：**回顾性选取2021年11月—2025年3月进行LC手术治疗的患者265例，根据7∶3的比例随机分为训练集（*n*=185）和验证集（*n*=80）。根据术后有无并发肠粘连将训练集185例患者分为发生组（*n*=28）和未发生组（*n*=157）；验证集80例患者发生肠粘连13例、未发生67例。收集患者临床相关资料，分析术后并发肠粘连的影响因素，并以此构建列线图模型，用ROC曲线分析预测模型对患者术后肠粘连发生风险的预测效能；决策曲线（DCA）分析模型临床效益。**结果：**训练集发生组年龄≥65岁、合并糖尿病、留置引流管、伴腹腔残余感染占比及WBC水平均高于未发生组（*P*<0.05）。Logistic分析结果显示年龄（*OR*=3.025，95% *CI*：1.453～6.296）、合并糖尿病（*OR*=3.836，95% *CI*：1.557～9.450）、留置引流管（*OR*=5.312，95% *CI*：1.898～14.864）、伴腹腔残余感染（*OR*=6.174，95% *CI*：2.914～13.079）是患者术后发生肠粘连的独立影响因素（*P*<0.05）。基于Logistic结果构建的列线图模型对应的风险范围为0.10～0.80，C指数为0.842（95% *CI*：0.765～0.919），预测术后肠粘连发生的校正曲线趋近于理想曲线（*P*>0.05）。训练集ROC曲线显示，模型预测术后肠粘连发生的敏感度为85.70%、特异度为88.50%，AUC为0.882（*P*<0.05）；验证集ROC曲线敏感度为81.30%、特异度为84.10%，AUC为0.860（*P*<0.05）。DCA曲线显示，预测模型在0～0.23的阈值概率时可获得最大临床效益。**结论：**基于年龄、合并糖尿病、留置引流管、伴腹腔残余感染构建的预测模型对LC术后肠粘连风险有较好的预测价值。

【关键词】腹腔镜胆囊切除术•肠粘连•影响因素•列线图•预测模型
【中图分类号】R657.4
【文献标识码】A　DOI: 10.3969/j.issn.1009-9905.2025.09.006
【文章编号】1009-9905(2025)09-0702-05

Construction of a nomogram prediction model for postoperative intestinal adhesion in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy

CHU Zhen-fei, MIAO Qi, LIU Ping, ZHOU Jie

Department of Emergency Surgery, Chuzhou Hospital Affiliated to Anhui Medical University (Chuzhou 239000, China)

【ABSTRACT】***Objective:*** To analyze the influencing factors of postoperative intestinal adhesion in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy (LC), and to construct a nomogram prediction model based on this. ***Methods:*** A total of 265 patients who underwent LC in our hospital from November 2021 to March 2025 were retrospectively selected and randomly divided into a training set (185 cases) and a validation set (80 cases) according to the ratio of 7∶3. According to

[通信作者] 缪琦，E-mail: 13721004360@163.com

the presence or absence of postoperative intestinal adhesion, 185 patients in the training set were divided into occurrence group (28 cases) and non-occurrence group (157 cases). In the validation set, 13 cases occurred and 67 cases did not occur. The clinical data of patients were collected to analyze the influencing factors of postoperative intestinal adhesion, and a nomogram model was constructed based on this. The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to analyze the predictive efficacy of the prediction model on the risk of postoperative intestinal adhesion. Decision curve analysis (DCA) was used to analyze the clinical benefit of the prediction model. ***Result:*** The proportion of patients aged ≥65 years, complicated with diabetes, indwelling drainage tube, residual abdominal infection, and WBC level in the occurrence group were higher than those in the non-occurrence group (P<0.05). Logistic regression analysis showed that age (OR=3.025, 95% CI: 1.453-6.296), diabetes (OR=3.836, 95% CI: 1.557-9.450), indwelling drainage tube (OR=5.312, 95% CI: 1.898-14.864) and residual abdominal infection (OR=6.174, 95% CI: 2.914-13.079) were independent influencing factors for postoperative intestinal adhesion (P<0.05). The corresponding risk rate of the nomogram model based on Logistic results ranged from 0.10 to 0.80, and the C-index was 0.842 (95% CI: 0.765-0.919). The calibration curve of predicting postoperative intestinal adhesion was close to the ideal curve (P>0.05). The ROC of the training set showed that the sensitivity and specificity of the model in predicting postoperative intestinal adhesion were 85.70% and 88.50%, respectively, and the area under the curve (AUC) was 0.882 (P<0.05). In the validation set, the sensitivity, specificity and AUC of ROC curve were 81.30%, 84.10% and 0.860 (P<0.05), respectively. DCA curve showed that the prediction model could obtain the maximum clinical benefit at the threshold probability of 0-0.23. ***Conclusion:*** The prediction model based on age, diabetes, indwelling drainage tube and residual abdominal infection has a good predictive value for the risk of intestinal adhesion after LC.

【KEY WORDS】Laparoscopic cholecystectomy•Intestinal adhesions•Influencing factors•Nomogram•Prediction model

研究报道，胆囊疾病发生率有逐渐增加的趋势[1]。腹腔镜胆囊切除术（laparoscopic cholecystectomy, LC）是治疗胆囊良性疾病的主要方法[2]。LC属于微创手术，相较于开腹手术，在保证疗效的同时，会减少手术创伤，促进术后恢复、缩短住院时间等，临床应用广泛[3-4]。术后并发肠粘连是外科手术常见并发症之一，指肠道内或肠道与周围组织、器官之间由于手术、炎症、损伤等原因形成的异常纤维连接，会限制肠道的正常运动，严重可造成肠梗阻[5-6]。腹部手术由于手术感染、术中暴露肠浆膜过久、止血效果不佳等都可能造成肠道异常黏附，从而引发肠粘连，影响术后恢复[7]。因此，早期有效预测患者术后肠粘连发生风险有重要作用。列线图模型基于Logistic结果进行建立，可通过图形更为直观地将Logistic结果展示出来，根据各项指标评分，预测发生风险，目前广泛应用于临床[8]。基于此，本研究分析了LC术后肠粘连发生的影响因素，并构建预测模型，为临床防治肠粘连、促进术后恢复提供可靠指导。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取安徽医科大学附属滁州医院2021年11月—2025年3月行LC手术的265例患者，其中男109例，女156例；年龄34～80岁，平均（58.32±7.29）岁；体质量指数（body mass index, BMI）16.6～34.8 kg/m^2，平均（22.41±1.32）kg/m^2。根据7∶3的比例随机分为训练集（n=185）和验证集（n=80）。根据术后有无并发肠粘连将训练集185例患者分为发生组（n=28）和未发生组（n=157）；验证集80例患者，发生肠粘连13例、未发生67例。

纳入标准：（1）符合LC指征[9]；（2）临床资料完整；（3）麻醉医师协会（ASA）分级Ⅰ～Ⅱ级[10]；（4）知晓研究方案且自愿参与。排除标准：（1）伴恶性肿瘤、凝血障碍等；（2）伴精神类疾病；（3）术前即合并粘连性肠梗阻；（4）胆囊坏死穿孔；（5）妊娠或哺乳期女性；（6）先天性心脏病；（7）器官功能严重损伤或不全。本研究经医院伦理委员会同意[（2025）伦审【生物】第（49）号]。

1.2 方法

1.2.1 临床资料收集 根据患者临床病历收集相关资料，包括性别、年龄、BMI、合并基础疾病（高血压、糖尿病、高血脂）、有无留置引流管、腹部手术史、胆囊壁厚度、白细胞（white blood cell, WBC）计数、谷草转氨酶（aspartate aminotransferase, AST）、谷丙转氨酶（alanine aminotransferase, ALT）水平等。

1.2.2 肠粘连诊断 术后肠粘连诊断参考《外科学》[11]中相关诊断标准：（1）术后出现阵发性腹痛，同时伴有便秘、腹胀、恶心呕吐等症状，在活动或排气排便后可缓解；（2）X线检查显示小肠充气，肠壁有张力，小肠内存在液平面，即气体和液体分界的水平线；（3）腹部超声检查显示，腹部内各器官之间或器官与腹壁之间移动范围缩小，肠系膜增厚超过1

cm、肠管局部扩张超过2 cm，同时排除吻合口狭窄、肠套叠、肿瘤压迫、肠扭转等。

1.2.3　术后随访　每月通过定期门诊复查、电话随访等形式对患者进行1～6个月的随访，观察肠粘连发生情况，随访时间截至2025年3月。

1.2.4　列线图模型判断方法　将每个因素分别对照评分标准得出评分，将所有因素评分相加即得到总评分，将总评分与发生风险概率相对应即可得出患者肠粘连发生风险概率。患者总评分越高，肠粘连发生风险越高。

1.3　统计学处理　采用SPSS20.0软件，计数资料以例数或百分比（%）表示，行χ^2或Fisher精确概率检验；计量资料以$\bar{x}\pm s$表示，行独立t检验；Logistic回归分析术后肠粘连发生的影响因素；基于Logistic结果的列线图模型用R4.2.1软件构建，用Bootstrap法C指数进行验证；Hosmer-Lemeshow拟合优度检验对列线图一致性进行评估；ROC曲线评估预测效能；DCA曲线预测模型临床效益。P<0.05表示差异有统计学意义。

2　结果

2.1　训练集LC患者术后并发肠粘连的单因素分析　训练集发生组与未发生组性别、BMI、合并高血压、腹部手术史、胆囊壁厚度、AST、ALT水平比较差异无统计学意义（P>0.05），发生组年龄≥65岁、合并糖尿病、留置引流管、伴腹腔残余感染占比及WBC水平均高于未发生组（P<0.05）。见表1。

2.2　LC患者术后并发肠粘连的多因素Logistic分析　以患者术后是否发生肠粘连为因变量（是=1，否=0），以年龄（≥65岁=1，<65岁=0）、合并糖尿病（有=1，无=0）、留置引流管（否=0，是=1）、伴腹腔残余感染（是=1，否=0）及WBC水平（实际值）为自变量进行赋值，行多因素逐步Logistic回归分析，结果显示年龄、合并糖尿病、留置引流管、伴腹腔残余感染是LC患者术后发生肠粘连的独立影响因素（P<0.05）。见表2。

2.3　LC患者术后并发肠粘连的列线图预测模型　以Logistic回归分析结果筛选出的独立影响因素作为预测变量，进行列线图模型构建，根据Logistic结果中各个影响因素对结局变量的贡献程度（回归系数的大小），给每个影响因素的每个取值水平进行赋分，年龄为61分、合并糖尿病为74分、留置引流管为92分、伴腹腔残余感染为100分，见图1。

2.4　模型的验证　Bootstrap法C指数为0.842（95% *CI*：0.765～0.919），可提示该模型有较好的区分度；Calibration曲线中校正曲线与理想曲线趋近，且Hosmer-Lemeshow拟合优度检验差异无统计学意义（χ^2=0.258，P=0.631），提示该模型有较好的拟合度，见图2。

2.5　模型的预测效能　绘制ROC曲线，因变量为发生肠粘连，自变量为风险总分，结果显示，训练集ROC曲线敏感度为85.70%、特异度为88.50%，AUC为0.882（95% *CI*：0.805～0.958，P<0.05）；验证集ROC曲线敏感度为81.30%、特异度为84.10%，AUC为0.860（95% *CI*：0.734～0.985，P<0.05），提示该模型对术后肠粘连发生有较好的预测效能，见图3、4。

2.6　预测模型临床效益分析　DCA曲线显示，模型在0～0.23阈值概率时可获得最大临床效益（图5）。

表1　LC患者术后并发肠粘的单因素分析

因素	发生组（n=28）	未发生组（n=157）	χ^2/t值	P值
年龄[例（%）]				
≥65岁	17（60.71）	47（29.94）	9.948	0.002
<65岁	11（39.29）	110（70.06）		
性别[例（%）]				
男	13（46.43）	64（40.76）	0.314	0.575
女	15（53.57）	93（59.24）		
BMI[例（%）]				
≥24 kg/m^2	20（71.43）	87（55.41）	2.499	0.114
<24 kg/m^2	8（28.57）	70（44.59）		
合并症[例（%）]				
高血压	9（32.14）	35（22.29）	1.272	0.259
糖尿病	8（28.57）	8（5.10）		0.001[a]
留置引流管[例（%）]				
是	21（75.00）	51（32.48）	18.068	<0.001
否	7（25.00）	106（67.52）		
伴腹腔残余感染[例（%）]				
是	13（46.43）	18（11.46）	20.825	<0.001
否	15（53.57）	139（88.54）		
腹部手术史[例（%）]				
有	10（35.71）	35（22.29）	2.325	0.127
无	18（64.29）	122（77.71）		
胆囊壁厚度（mm，$\bar{x}\pm s$）	4.14±0.85	3.97±0.85	1.059	0.291
WBC（×10^9/L，$\bar{x}\pm s$）	9.92±4.28	7.95±3.41	2.704	0.008
AST（U/L，$\bar{x}\pm s$）	90.43±15.06	87.25±14.54	1.060	0.290
ALT（U/L，$\bar{x}\pm s$）	70.21±11.70	67.84±11.31	1.016	0.311

注：a为Fisher精确概率检验结果。

表2　LC患者术后并发肠粘多因素分析

变量	β	SE	Wald χ^2值	P值	OR值	95% *CI*	
						上限	下限
年龄	1.107	0.374	8.759	0.003	3.025	1.453	6.296
合并糖尿病	1.344	0.460	8.542	0.003	3.836	1.557	9.450
留置引流管	1.669	0.525	10.118	0.001	5.312	1.898	14.864
伴腹腔残余感染	1.820	0.383	22.589	<0.001	6.174	2.914	13.079

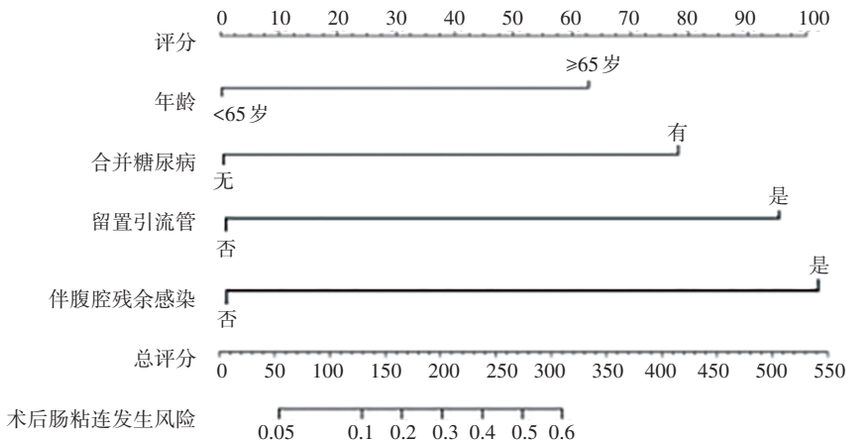


图1　预测LC患者术后并发肠粘连的列线图模型

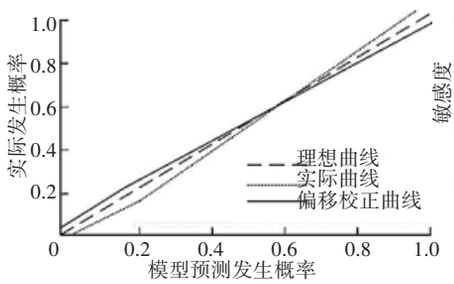


图2　LC患者术后并发肠粘连的列线图模型验证曲线

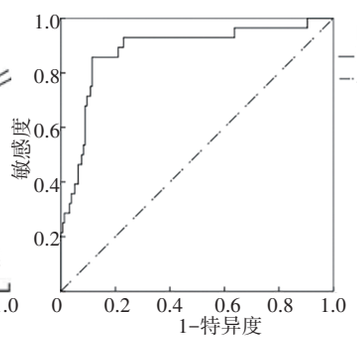


图3　训练集LC患者术后并发肠粘连的列线图模型ROC曲线

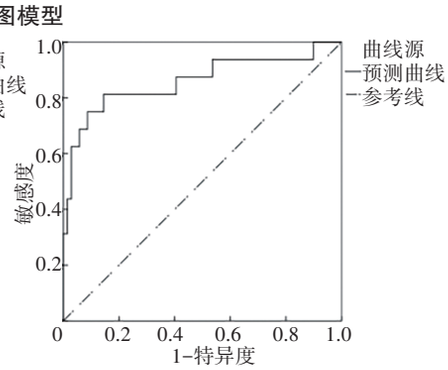


图4　验证集LC患者术后并发肠粘连的列线图模型ROC曲线

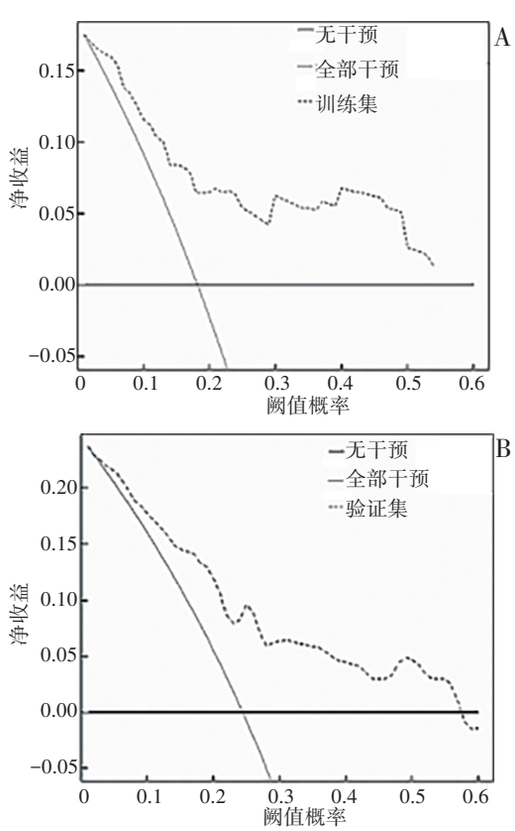


图5　LC患者术后并发肠粘连列线图模型DAC曲线

A:训练集;B:验证集

3　讨论

腹部手术、开放性手术、腹腔感染、出血、肠穿孔等都是肠粘连发生的高危因素,患者临床可见便秘、腹胀、腹部绞痛等症状[11]。腹腔术后肠粘连由于发生部位与粘连结构不同,严重时可导致肠梗阻、盆腔疼痛,还可能导致女性不孕不育,需再次手术治疗,但粘连会增加手术难度及再次粘连风险,从而影响患者身心健康,以及增加经济负担[12-13]。因此,临床早期预测发生风险,并提前采取措施进行积极预防,降低发生率至关重要。

本研究显示,LC术后肠粘连发生组年龄≥65岁占比、合并糖尿病占比、留置引流管占比、伴腹腔残余感染占比及WBC水平均高于未发生组。分析其原因为,随年龄增加,机体各项机能逐渐衰弱,组织修复能力也会随之下降,老年人由于纤维蛋白溶解活性降低,术后组织修复时的纤维化程度可能更为严重,且各器官功能逐渐下降,容易造成肌肉萎缩、肌张力下降等,会导致肠蠕动减缓,同时机体耐受力差,术后需卧床静养,不利于肠道蠕动,从而增加肠粘连风险[14];另外老年人免疫系统的功能减弱,炎症反应的控制能力下降,会增加术后感染风险,从而增加了术后粘连形成的风险。高血糖水平可促进炎症细胞因子释放,促进炎症反应发生和纤维蛋白的沉积,增加粘连形成的风险;糖尿病患者常伴有免疫功能障碍,术后感染和炎症反应的控制能力下降,也会导致肠粘连发生[15]。留置引流管用于引

流术后的体液、脓液或血液，减少腹腔内液体堆积，可以减少细菌在腹腔内的滋生，从而降低术后感染的发生概率[16]。但引流管在体内可能对周围组织产生物理刺激，从而促进炎症反应，还可能增加术后疼痛程度，导致患者术后不能早期下床活动，通过减缓肠道蠕动功能，增加肠粘连风险。残余感染会导致持续的炎症反应，释放大量的炎症介质，刺激腹腔内的组织，促进炎症和纤维化的过程，感染可能导致伤口愈合的延迟，腹腔内组织不能正常修复，增加纤维化导致粘连的可能性[17]。WBC 也是常用的炎症标志物，感染发生会使其水平显著升高，尤其是细菌性感染，可以反映机体感染情况，高水平 WBC 通常提示体内存在活动性炎症或感染，从而增加粘连形成的概率。

多因素逐步 Logistic 回归分析结果显示，年龄、糖尿病、术后留置引流管、伴残余腹腔感染是肠粘连发生的独立影响因素，与王鹏等[18]和缪琦等[19]研究结果较为相似，但两项研究中年龄不属于肠粘连的影响因素，与本研究结果存在差异，这可能与纳入样本量、年龄范围等差异有关。列线图有直观、简便的特点，是常用临床预测工具，能个体化预测发生风险[20]。本研究基于 Logistic 结果进行列线图模型构建，结果显示，C 指数为 0.842，且预测肠粘连的校正曲线与理想曲线趋近；训练集 ROC 曲线显示，模型预测肠粘连的 AUC 为 0.882，验证集 ROC 曲线的 AUC 为 0.860，可提示该模型对术后肠粘连的预测效能较好。另外 DCA 曲线还显示，该预测模型临床效益较好。

综上所述，年龄、伴糖尿病、术后留置引流管、伴残余腹腔感染是 LC 术后肠粘连发生的独立影响因素，基于影响因素构建的列线图预测模型能较好的预测患者肠粘连发生风险。但由于本研究样本纳入范围及数量小，变量选择不全面等，可能未考虑到所有影响术后肠粘连发生的因素，预测模型解释能力可能不足，今后有待扩大样本量及范围对结果加以验证。

参　考　文　献

[1] 王正文，李昭凤．胆囊收缩素 1 型受体与胆囊动力相关性的研究进展[J]. 生理科学进展，2020，51（6）：475-478. DOI: 10.3969/j.issn.0559-7765.2020.06.015.

[2] 耿蕴峰，张景承，薛菲，等．不同时间行腹腔镜胆囊切除术对急性胆囊炎患者肝功能、围手术期指标、免疫功能的影响[J]. 中国临床医生杂志，2024，52（5）：581-584. DOI: 10.3969/j.issn.2095-8552.2024.05.020.

[3] 查茜，居霞，徐四七，等．不同剂量阿芬太尼对日间腹腔镜胆囊切除术气管插管应激反应的影响[J]. 中国现代普通外科进展，2025，28（3）：235-238. DOI: 10.3969/j.issn.1009-9905.2025.03.014.

[4] 乔宇，徐望，孙雨微．经脐单孔腹腔镜胆囊切除术对胆囊结石患者胃肠功能和血清固醇激素调节元件结合蛋白 2 水平的影响[J]. 中国内镜杂志，2024，30（5）：56-62. DOI: 10.12235/E20230466.

[5] 单卓程，叶人，袁拯忠，等．柴芍汤治疗外科术后肠粘连临床疗效观察[J]. 上海中医药大学学报，2024，38（2）：61-64，70. DOI: 10.16306/j.1008-861x.2024.02.009.

[6] 罗慧，闫曙光，魏海梁，等．基于 NF-κB/TGF-β1/Smad3 信号通路研究通腑活血方防治肠粘连作用机制[J]. 陕西中医，2022，43（7）：833-837. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7369.2022.07.004.

[7] 康飞，郭忠华，石家堃．中医定向透药疗法防治腹部手术患者术后肠粘连、胃肠功能紊乱的疗效观察[J]. 世界中西医结合杂志，2021，16（10）：1912-1915. DOI: 10.13935/j.cnki.sjzx.211029.

[8] 董健，谭伟，吴丰，等．老年腹腔镜结直肠手术患者手术部位感染列线图预测模型的构建和评估[J]. 中国现代普通外科进展，2024，27（10）：818-820. DOI: 10.3969/j.issn.1009-9905.2024.10.015.

[9] 中国研究型医院学会微创外科学专业委员会，胡三元，刘荣．日间腹腔镜胆囊切除术专家共识[J]. 临床肝胆病杂志，2023，39（11）：2550-2557. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5256.2023.11.006.

[10] Gervais HW. The ASA Classification - solid like a rock in anesthesiology[J]. Anaesthesist, 2017, 66（1）: 3-4. DOI: 10.1007/s00101-016-0252-6.

[11] 郝齐，许阳贤．术后腹腔粘连的诊断和治疗进展[J]. 国际外科学杂志，2024，51（7）：485-492. DOI: 10.3760/cma. j. cn115396-20240116-00011.

[12] 李雪，何运胜，刘洋，等．中药通过调控核因子 κB 信号通路介导炎症反应防治肠粘连的研究进展[J]. 中国医药导报，2024，21（20）：51-56. DOI: 10.20047/j.issn1673-7210.2024.20.09.

[13] 曹丽娟，孙建飞，雷霆，等．中医药治疗术后腹腔粘连的机制研究进展[J]. 中国中西医结合外科杂志，2022，28（4）：578-581. DOI: 10.3969/j.issn.1007-6948.2022.04.029.

[14] 唐晓明，吴胜，李伟，等．腹股沟疝无张力修补术后并发肠粘连的危险因素探讨[J]. 中国现代普通外科进展，2021，24（6）：489-491. DOI: 10.3969/j.issn.1009-9905.2021.06.019.

[15] 张丽华，李爱伏．血清降钙素原、白细胞介素 6、肿瘤坏死因子 α 在糖尿病合并感染患者中的变化及临床意义[J]. 临床误诊误治，2020，33（1）：53-56. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3429.2020.01.013.

[16] Ji H, Hou Y, Cheng X, et al. Association of laparoscopic methods and clinical outcomes of cholecystolithiasis plus choledocholithiasis: a cohort study[J]. Turk J Gastroenterol, 2023, 34（1）: 35-42. DOI: 10.5152/tjg.2022.22110.

[17] Liu D, Wang Y, Sun L, et al. Establishment and validation of a nomogram for predicting postoperative intestinal adhesion in children with acute appendicitis[J]. BMC Pediatr, 2024, 24（1）: 730. DOI: 10.1186/s12887-024-05213-z.

[18] 王鹏，席树强．腹腔镜下胆囊切除术后并发肠粘连的危险因素分析[J]. 临床外科杂志，2019，27（12）：1024-1027. DOI: 10.3969/j.issn.1005-6483.2019.12.004.

[19] 缪琦，杜华劲，高学键，等．老年急性胆囊炎患者腹腔镜切除术后肠粘连发生的影响因素[J]. 中国老年学杂志，2022，42（6）：1378-1381. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2022.06.030.

[20] 尼加提江·艾比不拉，阿依甫汗·阿汗，亚力坤·赛来．胆囊癌根治术后预后影响因素列线图预测模型的建立及验证[J]. 中华肝胆外科杂志，2023，29（10）：742-747. DOI: 10.3760/cma.j.cn113884-20230331-00096.

（收稿日期：2025-04-03）