

【经验交流】

术前系统免疫炎症指数（SII）联合CEA、CA19-9对结直肠癌患者的预后价值分析

马强¹ 朱云祥^{2*}

1. 扬州大学；扬州大学附属医院

摘要：目的 评价术前系统免疫炎症指数（SII）联合癌胚抗原（CEA）和糖类抗原19-9（CA19-9）对结直肠癌（CRC）根治术后3年预后的预测价值。方法 回顾性纳入2016-2022年扬州大学附属医院360例首次行根治术的CRC患者，收集年龄、性别、BMI、肿瘤部位、肿瘤大小、TNM分期、脉管/神经侵犯、化疗情况等临床资料。术前测定血小板、中性粒细胞和淋巴细胞计数并计算SII，采用化学发光免疫法测定CEA、CA19-9。以术后3年内无复发/转移且存活为预后良好组，发生复发、转移或死亡为预后不良组。单因素分析比较各临床特征在两组间的差异，多因素Logistic回归筛选独立预后因素；受试者工作特征曲线（ROC）评价单独及联合指标的预测性能。结果 SII在肿瘤部位和肿瘤直径分组间差异显著；CEA在不同TNM分期间差异显著；CA19-9与大多数临床特征无明显关联。单因素分析显示，高SII、高CEA、高CA19-9、右半结肠部位、肿瘤直径 ≥ 5 cm、III/IV期及未化疗患者的预后不良率显著增加。多因素回归表明， $SII \geq 589.24 \times 10^9/L$ （OR ≈ 3.49 ）、TNM III/IV期（OR ≈ 13.32 ）及年龄 ≥ 65 岁（OR ≈ 2.04 ）是预后不良的独立危险因素，化疗为保护因素。ROC分析中，SII、CEA、CA19-9单独的曲线下面积（AUC）分别为0.672、0.634和0.596；CEA+CA19-9联合AUC为0.661；SII+CEA+CA19-9三者联合AUC达0.707，敏感度与特异度均衡，预测能力最佳。结论 高SII、晚期TNM分期和高龄是CRC根治术后3年预后不良的独立危险因素，化疗显著改善生存。SII联合CEA、CA19-9可显著提高预后预测准确度，优于任何单一标志物，可用于术前风险分层和随访策略制定。

关键词：结直肠癌；系统免疫炎症指数；癌胚抗原；糖类抗原19-9；预后；联合预测

DOI：10.65976/3078-8137.2026.01.011

结直肠癌（colorectal cancer, CRC）是世界范围内高发的消化系统恶性肿瘤，术后患者预后差异明显，因此需要更精确的风险评估指标^[1-2]。系统免疫炎症指数（systemic immune-inflammation index, SII）按 $SII=PLT \times NEU/LYM$ 公式计算，其中，PLT为血小板计数（platelet count），NEU为中性粒细胞计数（neutrophil count），LYM为淋巴细胞计数（lymphocyte count），可反映炎症与免疫状态；术前SII升高与CRC患者较差的总体和无进展生存显著相关，但阈值标准尚不统一^[3-4]。血清肿瘤标志物癌胚抗原（carcinoembryonic antigen, CEA）与糖类抗原19-9（carbohydrate antigen 19-9）长期用于监测CRC，然而单独检测敏感度有限；专家共识指出，CEA与CA19-9越高，患者长期生存率越低，二者联合检测能明显改善预后分层^[5]。在此

背景下，本研究拟探讨术前SII联合CEA、CA19-9对结直肠癌根治术后患者生存的预测价值，以期构建更准确的风险评估模型。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究为单中心回顾性队列研究，回顾收集2016年1月至2022年12月在扬州大学附属医院接受根治性结直肠癌手术的患者资料，共367例，其中39例患者失访，最终纳入研究的患者为328例。见表1。所有患者均经术后病理证实为原发性结直肠癌并实施了标准淋巴结清扫，本研究已获得伦理批准。

1.1.1 纳入标准

①年龄 ≥ 18 岁；②术前无其他恶性肿瘤史且未行新辅助化疗；③具有完整的临床资料，包括外周血

作者简介：马强（1999—），男，硕士在读。

通讯作者：朱云祥（1968—），男，医学博士、博士后，副教授、主任医师、普外科主任。

全血细胞计数、凝血和生化指标、肿瘤标志物（CEA、CA19-9）和影像学检查；④术后病理为可切除的结直肠腺癌，且按照第8版UICC/AJCC（2016）标准完成TNM分期；⑤随访资料完整，可确定生存或复发结局。

1.1.2 排除标准

①合并肝硬化、慢性炎症、免疫系统疾病或感染，以及近期输血等可能显著影响血常规指标的情况；②存在其他器官转移或术中未能完成R0切除；③术后30 d内死亡或失访；④相关实验室指标或随访数据缺失无法弥补者。

1.2 研究分组

1.2.1 临床资料采集

通过扬州大学附属医院信息系统收集所有根治性结直肠癌手术患者的临床资料，包括年龄、性别、身高、体重、体质指数及临床病理特征（肿瘤部位、肿瘤最大直径、分化程度、脉管/神经侵犯、淋巴结转移数量、术后TNM分期等）。术前清晨空腹采集肘静脉血5 mL，测定全血细胞计数（血小板、绝对中性粒细胞、绝对淋巴细胞等），据此计算系统免疫炎症指数（SII=血小板计数×中性粒细胞计数/淋巴细胞计数），并检测肿瘤标志物癌胚CEA和CA19-9。

1.2.2 预后分组

所有患者完成手术后按照常规方案随访，以手术日为起点，通过门诊复查、电话访谈和病历系统查阅获取随访信息。随访截至2025年12月31日或患者出现终点事件。无病生存期定义为手术日至首次出现肿瘤复发、远处转移或死亡的时间。根据随访结果将患者划分为两组：未发生复发/转移且存活者定为预后良好组；发生复发、转移或死亡事件者定为预后不良组。后续统计分析以这两组为比较对象，探讨临床特征和指标与预后的关系。

1.3 统计学方法

采用R 4.2.0进行统计分析。连续变量经正态性检验后以均数±标准差，采用t检验或Mann-Whitney U检验比较组间差异；分类变量以频数和百分比表示，采用 χ^2 检验或Fisher精确检验。采用多因素Logistic回归分析CRC患者预后不良的独立危险因素；绘制受试者工作特征（Receiver operating characteristic, ROC）曲线分析SII联合CEA、CA19-9对CRC患者预后不良的预测价值。以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 SII、CEA、CA19-9与CRC患者临床特征的关系

SII在肿瘤位置和肿瘤大小分组中差异显著（ $P < 0.05$ ）。性别、年龄、BMI、脉管浸润、神经浸润和TNM分期之间的SII差异均无统计意义。CEA在不同TNM分期间差异显著（ $P=0.009$ ）；其余各临床特征间CEA差异均未达到显著水平。CA19-9总体上不随临床特征而明显变化，仅在有无神经浸润间接近统计学差异（ $P=0.050$ ）。见表1。

2.2 CRC患者预后的影响因素分析

高SII、高CEA和高CA19-9患者的预后不良率明显增加（ $P < 0.05$ ）。肿瘤部位在右半结肠和肿瘤直径 ≥ 5 cm的患者预后不良比例也显著更高（ $P < 0.05$ ）。III、IV期患者较I、II期显著易出现预后不良（ $P < 0.05$ ）。是否接受化疗亦有影响，未化疗者预后不良率较高（ $P < 0.05$ ）。年龄、性别、BMI、脉管浸润和神经浸润在预后良好与不良组间差异无统计学意义。见表2。

在多因素Logistic模型中，纳入所有有显著意义的单因素后。高SII是独立不良因素， $OR \approx 3.49$ （ $P < 0.001$ ）。晚期TNM分期（III/IV）与预后不良显著相关， $OR \approx 13.32$ （ $P=0.002$ ）。年龄 ≥ 65 岁也显著提高风险， $OR \approx 2.04$ （ $P=0.007$ ）。化疗为保护因素， $OR \approx 0.07$ （ $0.01-0.45$, $P=0.005$ ）。CEA、肿瘤部位、CA19-9、肿瘤大小及TNM II期在多因素分析中未达到显著性，但仍可以作为调整变量。见表3。

2.3 SII、CEA、CA19-9及三者联合对结直肠癌患者预后价值分析

单独使用传统肿瘤标志物或SII的表现一般，联合三者可明显提高对预后的预测准确度。见表4、图1。

3 讨论

SII反映全身炎症状态并补充TNM分期的不足。SII由中性粒细胞、血小板和淋巴细胞计数构成，是全身炎症和免疫状态的综合指标^[6-7]。Wu等^[8]指出，SII能同时反映不同的炎症和免疫途径并已在多种恶性肿瘤中用于预后评估，可弥补TNM分期仅关注肿瘤负荷的局限性。Menyhart等^[9]纳入10091例患者的系统综述显示，SII升高的CRC患者总生存期（ $HR \approx 1.75$, 95%CI: 1.40-2.19）和无进展生存期（ $HR \approx 1.25$, 95%CI: 1.18-1.33）显著缩短。本研究发现SII在肿瘤部位和肿瘤

表1 SII、CEA、CA19-9与CRC患者临床特征的单因素分析

临床特征	人数	SII	P值	CEA	P值	CA19-9	P值	
性别	男	189	901.05 ± 1115.38	0.155	10.81 ± 40.27	0.412	41.54 ± 166.50	0.343
	女	139	1163.67 ± 1947.25		17.53 ± 89.90		98.92 ± 696.87	
年龄	< 65岁	145	1010.98 ± 1881.56	0.989	6.58 ± 10.33	0.054	49.15 ± 190.63	0.53
	≥ 65岁	183	1013.42 ± 1178.75		19.26 ± 87.56		79.09 ± 607.59	
BMI	< 23.74	162	1144.42 ± 1839.39	0.124	20.05 ± 92.75	0.087	89.01 ± 644.76	0.385
	≥ 23.74	166	883.44 ± 1134.50		7.41 ± 12.47		43.26 ± 180.75	
肿瘤位置	左半结肠/直肠	257	878.16 ± 1147.09	0.038	11.08 ± 59.27	0.276	66.18 ± 523.18	0.97
	右半结肠	71	1498.02 ± 2403.72		22.98 ± 85.90		64.69 ± 185.99	
肿瘤大小	< 5 cm	226	787.23 ± 1365.37	0	13.26 ± 71.84	0.849	65.33 ± 555.47	0.957
	≥ 5 cm	101	1514.59 ± 1750.06		14.59 ± 51.23		67.55 ± 175.14	
是否脉管浸润	否	290	920.68 ± 1077.68	0.152	14.42 ± 70.06	0.137	71.25 ± 499.69	0.15
	是	38	1711.84 ± 3312.56		7.83 ± 9.94		24.67 ± 83.45	
是否神经浸润	否	313	951.93 ± 1392.31	0.12	13.97 ± 67.48	0.179	68.32 ± 481.88	0.05
	是	15	2272.95 ± 3080.83		7.07 ± 13.03		14.49 ± 11.17	
TNM分期	II	185	991.29 ± 1207.86	0.377	9.35 ± 38.17	0.009	31.47 ± 111.67	0.29
	III	113	1140.91 ± 2054.38		18.55 ± 88.70		135.22 ± 786.86	
	IV	6	479.15 ± 259.95		96.72 ± 211.72		10.65 ± 6.46	
	I	23	616.78 ± 712.98		3.18 ± 1.88		17.53 ± 28.40	
化疗	是	311	1008.86 ± 1546.50	0.821	12.27 ± 61.75	0.373	64.54 ± 479.10	0.737
	否	17	1075.98 ± 1150.78		39.11 ± 119.93		89.99 ± 287.76	

注：除TNM分期使用方差检验外，其余均为t检验。

表2 CRC患者预后的单因素分析

临床特征	人数	预后良好组	预后不良组	χ ² 值	P值	
SII	低 (< 589.24 × 10 ⁹ /L)	165	102 (61.8%)	63 (38.2%)	34.67	<0.0001
	高 (≥ 589.24 × 10 ⁹ /L)	163	47 (28.8%)	116 (71.2%)		
CEA	低 (< 3.81 ng/mL)	179	99 (55.3%)	80 (44.7%)	14.65	0.0001
	高 (≥ 3.81 ng/mL)	149	50 (33.6%)	99 (66.4%)		
CA19-9	低 (< 9.33 U/mL)	159	85 (53.5%)	74 (46.5%)	7.41	0.0065
	高 (≥ 9.33 U/mL)	169	64 (37.9%)	105 (62.1%)		
性别	男	189	82 (43.4%)	107 (56.6%)	0.57	0.4513
	女	139	67 (48.2%)	72 (51.8%)		
年龄	< 65岁	145	79 (54.5%)	66 (45.5%)	0.57	0.4513
	≥ 65岁	183	70 (38.3%)	113 (61.7%)		
BMI	< 23.74	162	69 (42.6%)	93 (57.4%)	0.82	0.3641
	≥ 23.74	166	80 (48.2%)	86 (51.8%)		
肿瘤位置	左半结肠/直肠	270	131 (48.5%)	139 (51.5%)	5.2	0.0225
	右半结肠	58	18 (31.0%)	40 (69.0%)		
肿瘤大小	< 5 cm	217	111 (51.2%)	106 (48.8%)	7.81	0.0052
	≥ 5 cm	111	38 (34.2%)	73 (65.8%)		
是否脉管浸润	否	290	134 (46.2%)	156 (53.8%)	0.37	0.5415
	是	38	15 (39.5%)	23 (60.5%)		

(续表2)

	临床特征	人数	预后良好组	预后不良组	χ^2 值	P 值
是否神经浸润	否	313	144 (46.0%)	169 (54.0%)	0.49	0.4855
	是	15	5 (33.3%)	10 (66.7%)		
TNM 分期	II	23	15 (65.2%)	8 (34.8%)	17.84	0.0005
	III	186	96 (51.6%)	90 (48.4%)		
	IV	113	38 (33.6%)	75 (66.4%)		
	I	6	0 (0.0%)	6 (100.0%)		
化疗	是	311	146 (46.9%)	165 (53.1%)	4.46	0.0347
	否	17	3 (17.6%)	14 (82.4%)		

表3 CRC 患者预后的多因素 Logistic 分析

因素	赋值	β	S.E	Wald	OR	95%CI	P
SII	1= 高,0= 低	1.2487	0.27	21.68	3.49	2.06-5.89	< 0.001
TNM 分期	1=TNM III/IV,0=I	2.5896	0.85	9.15	13.32	2.53-70.18	0.002
化疗	1= 接受化疗,0= 未接受	-2.6331	0.94	7.88	0.07	0.01-0.45	0.005
年龄	1= ≥ 65 岁,0= < 65 岁	0.712	0.26	7.05	2.04	1.22-3.40	0.007
TNM 分期 (II vs I)	1=TNM II,0=I	1.488	0.83	3.29	4.44	0.88-22.41	0.072
CEA	1= 高,0= 低	0.4591	0.27	2.88	1.59	0.93-2.69	0.090
肿瘤位置	1= 右半结肠,0= 左半结肠 / 直肠	0.6021	0.36	2.73	1.83	0.91-3.67	0.091
CA19-9	1= 高,0= 低	0.3157	0.27	1.31	1.37	0.81-2.31	0.237
肿瘤大小	1= 肿瘤直径 ≥ 5 cm,0= < 5 cm	0.3288	0.3	1.3	1.39	0.78-2.49	0.269

表4 SII、CEA、CA19-9 及联合预测的价值

检测指标	最佳截断值	AUC (95%CI)	敏感度	特异度	P*
SII	553.24 \times 109/L	0.672 (0.605-0.732)	0.693	0.664	< 0.001
CEA	3.13 ng/mL	0.634 (0.580-0.684)	0.659	0.564	0.011
CA19-9	36.97 U/mL	0.596 (0.532-0.660)	0.201	0.966	0.052
CEA+CA19-9	0.50	0.661 (0.601-0.705)	0.698	0.577	< 0.001
三者联合	0.48	0.707 (0.649-0.757)	0.682	0.664	< 0.001

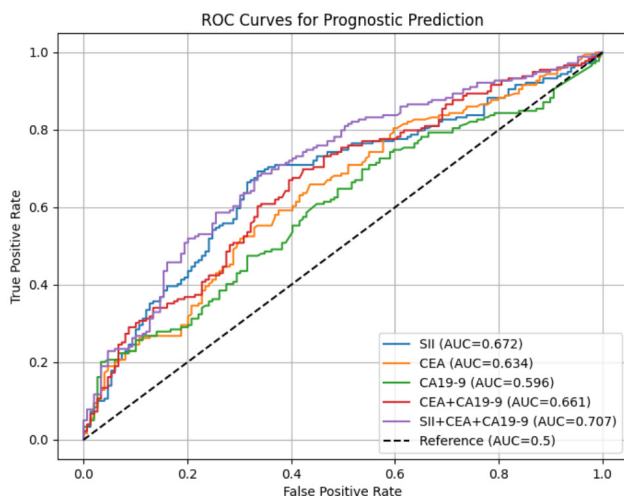


图1 SII、CEA、CA19-9 及三者联合对结直肠癌患者预后价值分析 ROC 图

大小分组中差异显著，右半结肠和直径 ≥ 5 cm 的肿瘤 SII 明显更高，提示右侧肿瘤或大体积肿瘤可能伴随更明显的炎症反应；而性别、年龄、BMI、脉管及神经浸润与 SII 无明显关联。

CEA 和 CA19-9 是经典肿瘤标志物，联合检测优于单一指标。Lakemeyer 等^[10]研究表明，预手术 CEA 和 CA19-9 水平升高与 CRC 患者 5 年生存率下降密切相关：CEA < 5 ng/mL 的患者 5 年生存率为 69%，5- < 200 ng/mL 为 44%， ≥ 200 ng/mL 仅 7%；CA19-9 < 37 U/mL 的患者 5 年生存率为 66%，37- < 200 U/mL 为 38%， ≥ 200 U/mL 仅 8%。当 CEA 和 CA19-9 同时升高时，5 年生存率降至 23%，远低于任一标志物单独升高(约 50%)或双指标均正常者(71%)。我们的单因素分析结果与上述规律一致，高 CEA、

高 CA19-9 均显著增加预后不良比例。需要指出的是, CA19-9 在 CRC 中的敏感度较低但特异度较高, Hidaka 等^[11]在晚期或转移性 CRC 中证实 CA19-9 > 370 U/mL 患者预后极差, 并认为高 CA19-9 是独立预后因子。因此, CA19-9 更适合作为辅助标志物, 与 CEA 或其他炎症指标联合使用^[12-15]。

多因素分析显示 SII、高龄及晚期 TNM 分期为独立危险因素, 化疗为保护因素。在调整年龄、TNM 分期、肿瘤部位等因素后, 本研究发现高 SII ($\geq 589.24 \times 10^9/L$) 的患者预后不良风险约为低 SII 患者的 3.5 倍; III/IV 期患者风险约为 I 期患者的 13 倍; 年龄 ≥ 65 岁风险约为 2 倍; 接受化疗显著降低不良结局 (OR ≈ 0.07)。这些发现提示, 全身炎症负担、肿瘤负荷和患者生理储备是决定术后预后的关键因素, 强调了对高危人群进行强化随访和辅助治疗的必要性^[16-18]。

联合模型提高了预后预测的准确度。本研究的 ROC 分析显示, 单独使用 SII、CEA 或 CA19-9 的 AUC 分别为 0.672、0.634 和 0.596, 预测能力有限; CEA+CA19-9 联合后 AUC 提升到 0.661; 而 SII、CEA、CA19-9 三者联合的 AUC 达到 0.707, 敏感度 0.682、特异度 0.664, 显著优于单一指标。这一结果与文献中“联合检测可显著改善风险分层”的结论一致。因此, 将炎症指标与传统肿瘤标志物结合, 可在术前准确识别高风险患者, 为术后个体化管理提供依据^[19-20]。

本研究为单中心回顾性分析, 样本量相对有限, 部分化验指标缺失采用替代值填补, 可能造成偏差; SII 受感染、药物等影响较大, 我们未能排除所有潜在干扰; 截断值基于本队列 ROC 分析确定, 尚缺乏外部验证; 此外, 我们未纳入其他炎症指标 (如 SIRI、PLR) 或分子特征, 这在未来研究中应予补充。

4 结论

本研究证实, 术前 SII、CEA 和 CA19-9 均与结肠癌根治术后预后密切相关; 其中高 SII、高 CEA、高 CA19-9、肿瘤位于右半结肠、肿瘤直径 ≥ 5 cm、晚期 TNM 分期及未接受化疗患者的预后不良风险显著增加。多因素分析进一步表明, 高 SII、晚期分期、年龄 ≥ 65 岁是独立危险因素, 而化疗是保护因素。ROC 分析显示, 单一指标的预测效能有限, 三者联合可显著提高预测准确度, 优于任一单项标志物。因此, 在临床实践中, 基于 SII、CEA、CA19-9 构建的联合评

估模型有望用于术前风险分层和辅助治疗决策。未来需要在多中心、大样本的前瞻性队列中验证这一模型, 并探索与其他炎症或分子标志物联合的价值。

参考文献:

- [1] 朱德祥, 任黎. 结直肠癌肝转移诊断和综合治疗指南 (2025 版) [J]. 中国普通外科杂志, 2025, 34(08): 1565-1588.
- [2] 杨倩, 田春方, 庄庆春, et al. 白细胞介素 6 与结直肠癌炎症反应标志物和免疫细胞浸润的关系及其对预后的影响 [J]. 中华肿瘤防治杂志, 2024, 31(12): 759-767.
- [3] 蒙姿余, 王统华, 黄晓兰, 等. 结直肠癌预后相关的生物标志物研究进展 [J]. 中国医药科学, 2025, 15(10): 33-36+74.
- [4] 董明, 唐景彤, 姚宏伟. 中国结直肠癌手术病人营养治疗指南 (2025 版) [J]. 中国实用外科杂志, 2025, 45(02): 137-148.
- [5] 何国栋, 冯青阳. 机器人结直肠癌手术中国专家共识 (2025 版) [J]. 中国普通外科杂志, 2025, 34(07): 1307-1330.
- [6] 李锦宏, 蔡灿锋, 曾军. 术前系统免疫炎症指数与结直肠癌患者预后的关系研究 [J]. 中国医药科学, 2024, 14(03): 157-160.
- [7] 韦方游, 陈妮, 黄春灵, 等. 术前 NPR 联合腰大肌指数对结直肠癌手术患者预后的价值 [J]. 山东第一医科大学 (山东省医学科学院) 学报, 2024, 45(11): 660-668.
- [8] Wu Y, Wang W, Ye B, et al. Prognostic Values of the Systemic Immune Inflammation Index and Ferritin Level Combined with Pathological Indicators for the Patients with Colon Cancer After Radical Resection [J]. J Inflamm Res, 2025, 18: 14503-14513.
- [9] Menyhart O, Fekete JT, Gyórfy B. Inflammation and Colorectal Cancer: A Meta-Analysis of the Prognostic Significance of the Systemic Immune-Inflammation Index (SII) and the Systemic Inflammation Response Index (SIRI) [J]. Int J Mol Sci, 2024, 25(15).
- [10] Lakemeyer L, Sander S, Wittau M, et al. Diagnostic and Prognostic Value of CEA and CA19-9 in Colorectal Cancer [J]. Diseases, 2021, 9(1).
- [11] Hidaka E, Maeda C, Nakahara K, et al. High Serum CA19-9 Concentration Predicts Poor Prognosis in

- Elderly Patients with Stage IV Colorectal Cancer[J]. *Gastrointest Tumors*,2019,5(3-4):117-124.
- [12] 杨战锋,郭晓磊,郭魁元,等.炎症标志物对结直肠癌患者预后影响的临床研究[J].*医学研究杂志*,2023,52(01):143-147,142.
- [13] 田虎,蔡休休,朱云祥.系统免疫炎症指数(SII)联合NAR和AFR对结直肠癌患者预后影响分析[J].*世界最新医学信息文摘(连续型电子期刊)*,2024,24(24):166-174.
- [14] 刘军伟,秦聪鹏,张振军,等.SII联合AFR对结直肠癌腹腔镜手术患者预后的预测效能[J].*实用癌症杂志*,2025,40(09):1481-1485.
- [15] 李腾飞.C反应蛋白/白蛋白比值联合系统免疫炎症指数与结直肠癌病理特征及预后的相关性分析[J].*实用癌症杂志*,2025,40(08):1321-1325.
- [16] 马瑞东,李佳玮,罗诗樵.术前临床参数对结直肠癌肝转移根治性切除术后早期复发的预测价值[J].*医学新知*,2025,35(04):419-429.
- [17] 沈续航,王启之.SII联合癌胚抗原对结直肠癌的诊断价值[J].*安徽医学*,2021,42(03):281-283.
- [18] 方庆,李曙湘,袁进益,等.结合术前炎症指标与临床特征的结直肠黏液腺癌诊断模型的构建与验证[J].*中国普通外科杂志*,2025,34(10):2119-2128.
- [19] 李芮,徐钰莹,王妍松,等.晚期结直肠癌中医治疗预后风险因素分析及中医最优动态治疗策略模型构建[J/OL].*北京中医药大学学报*,1-24[2026-02-04].<https://link.cnki.net/urlid/11.3574.R.20260127.1858.002>.
- [20] 刘涛,余儒意,严航,等.术前纤维蛋白原与前白蛋白比值、纤维蛋白原与白蛋白比值在Ⅱ、Ⅲ期结直肠癌根治术预后评估中的价值[J].*安徽医药*,2026,30(02):365-371.