· 论　　著 · Original Article ·

中国现代普通外科进展
Chin J Curr Adv Gen Surg

2025年7月　第28卷　第7期　Jul. 2025　Vol. 28　No. 7

术前区域动脉灌注化疗联合腹腔镜手术对结直肠癌患者的影响

王进峰[1]　彭雷[2]　付豹[1]　陈小贺[1]

[1]石家庄市中医院　外科　（河北　石家庄　052360）
[2]石家庄市藁城区人民医院　外科　（河北　石家庄　052160）

【摘要】目的：探讨术前区域动脉灌注化疗（PRAC）联合腹腔镜手术对结直肠癌患者疗效、免疫功能及血清基质金属蛋白酶（MMP）-7、人软骨糖蛋白（YKL-40）水平的影响。**方法：**回顾性选取164例结直肠癌患者（2014年1月—2016年12月）为研究对象，将行常规治疗加腹腔镜手术的患者作为对照组（81例）；将行PRAC加腹腔镜手术的患者作为观察组（83例）。观察治疗前（T_0）和化疗4个周期后（T_1）两组临床疗效、应激反应指标、免疫功能相关指标、血清MMP-7、YKL-40水平变化及该过程中不良反应的发生情况。**结果：**T_1时刻，观察组总有效率（85.54%）显著高于对照组（67.90%）（P<0.05）；两组血清皮质醇（Cor）、中性粒细胞（NE）、白细胞计数（WBC）、白细胞介素（IL）-6水平较T_0时刻显著升高（P<0.05），但观察组与对照组相比，上述指标水平显著降低（P<0.05）；两组免疫球蛋白（Ig）M、IgA水平较T_0时刻显著降低（P<0.05），但观察组IgM、IgA水平显著高于对照组（P<0.05）；两组MMP-7、YKL-40水平较T_0时刻降低（P<0.05），且观察组水平显著低于对照组（P<0.05）。两组不良反应总发生率和5年生存率差异均无统计学意义（P>0.05）。**结论：**PRAC联合腹腔镜手术对结直肠癌患者疗效显著，可有效提高患者免疫功能，改善患者血清MMP-7、YKL-40水平。

【关键词】术前区域动脉灌注化疗•腹腔镜手术•结直肠肿瘤•临床疗效•免疫功能
【中图分类号】R735.3
【文献标识码】A　DOI: 10.3969/j.issn.1009-9905.2025.07.003
【文章编号】1009-9905(2025)07-0517-05

Impacts of preoperative regional arterial infusion chemotherapy combined with laparoscopic surgery on patients with colorectal cancer

WANG Jin-feng[1], PENG Lei[2], FU Bao[1], CHEN Xiao-he[1]

[1]Department of Surgery, Shijiazhuang Traditional Chinese Medicine Hospital(Shijiazhuang 052360, China)
[2]Department of Surgery, Gaocheng District People's Hospital of Shijiazhuang City(Shijiazhuang 052160, China)

【ABSTRACT】*Objective:* To investigate the impacts of preoperative regional arterial infusion chemotherapy (PRAC) combined with laparoscopic surgery on the efficacy, safety, immune function, and serum levels of matrix metalloproteinase-7 (MMP-7) and human cartilage glycoprotein (YKL-40) in patients with colorectal cancer. ***Methods:*** This study retrospectively selected 164 patients with colorectal cancer (January 2014 to December 2016) as the research

[基金项目]河北省医学科学研究重点课题（20181087）
[通信作者]陈小贺，E-mail: 461711394@qq.com

subjects. Patients who underwent conventional treatment and laparoscopic surgery were included into control group (81 cases); patients undergoing PRAC+laparoscopic surgery were included into observation group (83 cases). The clinical efficacy, stress response indicators, immune function related indicators, changes in serum MMP-7 and YKL-40 levels, and occurrence of adverse reactions in two groups were observed before treatment (T0) and after 4 cycles of chemotherapy (T1). **Results:** At T_1, the total effective rate of observation group (85.54%) was greatly higher than that of control group (67.90%) (P<0.05). The levels of cortisol(Cor), neutrophile granulocyte(NE), white blood cell count (WBC), and interleukin(IL)-6 were prominently increased in both groups (P<0.05), but the levels of these indicators in observation group were greatly lower than those in control group (P<0.05). The levels of IgM and IgA in both groups were greatly reduced (P<0.05), but the levels of IgM and IgA in observation group were prominently higher than those in control group (P<0.05). The levels of MMP-7 and YKL-40 decreased in both groups (P<0.05), and the level in observation group was prominently lower than that in control group (P<0.05). There was no significant difference in the overall incidence of adverse reactions and 5-year survival rate between control group and observation group (P>0.05). **Conclusion:** The combination of PRAC and laparoscopic surgery has prominent healing effects and certain safety in patients with colorectal cancer. It can effectively improve immune function, reduce serum MMP-7 and YKL-40 levels.

【KEY WORDS】Preoperative regional arterial infusion chemotherapy•Laparoscopic surgery•Colorectal cancer•Clinical efficacy•Immune function

结直肠癌早期无明显症状，病情易被忽视，确诊时多为中晚期[1]。随着病情加重，患者表现出腹痛、大便性状及排便习惯改变等症状，严重者会发生肠梗阻等并发症，也因肿瘤部位的特殊性，患者常因排便出血而贫血和消瘦，同时伴随不同程度的炎症和免疫力低下，进一步加快病情进展[2]。近年来，腹腔镜结直肠癌手术作为一种微创手术，在临床治疗结直肠癌中广泛应用并且取得良好效果，与传统开放手术相比，腹腔镜结直肠癌手术失血量小，术后恢复快，因此短期疗效更为显著[3]。但该操作技术要求高，且相较传统开腹手术，费用偏高。术前区域动脉灌注化疗（preoperative regional intra-arterial chemotherapy，PRAC）作为一种创新的辅助化疗手段，通过提升肿瘤部位的药物浓度来增强抗癌效果[4]。基于此，本研究探讨PRAC联合腹腔镜结直肠癌手术对患者疗效、安全性、免疫功能的影响。

1　资料与方法

1.1　一般资料　本研究纳入2014年1月—2016年12月于石家庄市中医院治疗的164例结直肠癌患者作为研究对象，将行常规治疗+腹腔镜手术患者作为对照组，共81例；将行PRAC+腹腔镜手术的患者作为观察组，共83例。两组一般资料差异无统计学意义（P>0.05），见表1。本研究经石家庄市中医院伦理委员会批准（20181087）。

表1　不同治疗方式结直肠癌患者一般资料比较

组别	例数	性别[例(%)]		年龄(岁，$\bar{x}\pm s$)	肿瘤长径(cm，$\bar{x}\pm s$)	肿瘤位置[例(%)]		TNM分期[例(%)]	
		男	女			结肠	直肠	Ⅱ	Ⅲ
对照组	81	48(59.26)	33(40.74)	59.61±6.75	3.87±0.94	46(56.79)	35(43.21)	51(62.96)	30(37.04)
观察组	83	49(59.04)	34(40.96)	59.34±6.42	3.82±0.94	45(54.22)	38(45.78)	54(65.06)	29(34.94)
t/χ^2值		0.001		0.263	0.341	0.110		0.078	
P值		0.977		0.793	0.734	0.740		0.780	

1.2　纳入与排除标准　纳入标准：(1)经影像学、病理检查结合患者临床表现确诊为结直肠癌；(2)初次化疗；(3)TNM分期Ⅱ~Ⅲ期；(4)依从性高；(5)患者及其家属知情同意。排除标准：(1)合并结直肠疾病；(2)肿瘤发生转移；(3)认知障碍或不能清楚表述自身感受；(4)合并其他恶性肿瘤。

1.3　治疗方法　对照组给予腹腔镜结直肠癌手术治疗：患者于气管插管全身麻醉下完成手术，参照2006版《腹腔镜结直肠癌根治术操作规范》[5]制定个体化方案。术中严格遵循肿瘤根治原则，完整移除原发灶及受累组织，近端肠管切除范围控制在100~150 mm，远端保留15~25 mm。全程执行肿瘤无接触操作技术，切除标本经无菌塑料袋由辅助小切口取出后完成消化道连续性重建。术后对患者生命体征进行密切检测，预防术后并发症的发生。此外，给予患者常规抗生素治疗和营养支持。

观察组首先给予PRAC治疗[6]：经皮穿刺股动脉，后置入导管鞘，介由导管鞘引入造影导管。之

后进行腹腔造影，确定病灶供血动脉，引出插管。插管完成后，将1000 mg 5-氟尿嘧啶（山东凤凰制药，0.25 g）加10 mg丝裂霉素（上海新亚药业，2 mg）加50 mg顺铂（南京制药厂，20 mL∶20 mg）通过插管进行灌注治疗。直肠癌患者另外灌注40%碘化油（上海旭东海普药业，10 mL）对局部动脉进行栓塞，进一步阻断肿瘤血供。PRAC后7 d行腹腔镜手术，手术操作步骤及术后常规治疗同对照组。

两组术后2周均行静脉化疗：第1天，行奥沙利铂（远大医药黄石飞云制药，50 mg）静脉滴注，85 mg/m^2；第2~6天，行亚叶酸钙（上海上药新亚药业，0.1 g）静脉滴注2 h，100 mg/m^2，5-氟尿嘧啶静脉滴注6 h，500 mg/m^2。3周为1个化疗周期，共治疗4个周期。

1.4 观察指标 （1）临床疗效：化疗4个周期（T_1时刻）后，采用镜检的方式根据病灶残留及症状改善情况对两组临床疗效进行评估。病灶无残留，症状明显改善甚至完全消失记为显效；病灶无残留，症状有所改善记为有效；病灶较多残留，症状无明显改善甚至加重记为无效。总有效率（%）=（1-无效病例数/总病例数）×100%。

（2）实验室相关指标：治疗前（T_0时刻）和T_1时刻，采集患者血清样本，使用ELISA法测定患者血清皮质醇（cortisol, Cor）、中性粒细胞（neutrophils, NE）、白细胞介素（interleukin, IL）-6、免疫球蛋白（immunoglobulin, Ig）M、IgA水平。采用全自动血液计数仪测定患者白细胞（white blood cell, WBC）水平。

（3）血清基质金属蛋白酶（metalloproteinase, MMP）-7、人软骨糖蛋白（YKL-40）水平：ELISA法检测两组T_0、T_1时刻血清MMP-7、YKL-40水平。

（4）不良反应发生情况：观察治疗期间患者不良反应发生情况。

1.5 随访 对患者开展为期5年的随访：病史及体格检查：术后前2年每3~6个月1次，之后3年每6个月1次；影像学检查（胸、腹、盆腔CT）：前2年每3~6个月1次，后续3年每6~12个月1次；结肠镜检查：术后1年完成，术前未完成全结肠检查者提前至术后3~6个月；发现异常者1年内复查，正常者3年后随访，此后每5年定期复查[7]。

1.6 统计学处理 采用SPSS 25.0软件。计量资料（应激反应指标、免疫功能相关指标、血清MMP-7、YKL-40水平）经Shapiro-Wilk检验均符合正态分布，以$\bar{x}\pm s$表示，组内和组间比较分别行配对、独立样本t检验；计数资料（临床疗效、不良反应发生情况、累积生存率）以例数或百分比（%）表示，组间比较使用χ^2检验，利用Kaplan-Meier生存曲线法分析患者预后情况，P<0.05表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床疗效 T_1时刻，观察组总有效率（85.54%），显著高于对照组（67.90%），差异有统计学意义（P<0.05），见表2。

表2 不同治疗方式结直肠癌患者临床疗效比较[例（%）]

组别	例数	显效	有效	无效	总有效率
对照组	81	10（12.34）	45（55.56）	26（32.10）	55（67.90）
观察组	83	16（19.28）	55（66.26）	12（14.46）	71（85.54）
χ^2值					7.166
P值					0.007

2.2 应激反应指标 T_0时刻，两组Cor、NE、WBC水平差异无统计学意义（P>0.05）；T_1时刻，两组上述应激反应指标均显著升高（P<0.05），但观察组与对照组相比，应激反应指标水平显著降低（P<0.05），见表3。

表3 不同治疗方式结直肠癌患者应激反应指标比较（$\bar{x}\pm s$）

组别	例数	Cor（nmol/L）				NE（ng/mL）				WBC（10^9/L）			
		T_0	T_1	t值	P值	T_0	T_1	t值	P值	T_0	T_1	t值	P值
对照组	81	40.68±5.32	159.47±17.37	58.851	<0.001	12.38±1.43	120.55±12.64	76.532	<0.001	5.71±0.78	11.23±1.22	34.309	<0.001
观察组	83	41.27±5.04	128.95±13.68	54.792	<0.001	12.50±1.38	94.61±9.82	75.436	<0.001	5.69±0.71	9.75±1.06	28.992	<0.001
t值		0.729	12.517			0.547	14.697			0.172	8.299		
P值		0.467	<0.001			0.585	<0.001			0.864	<0.001		

2.3 免疫功能相关指标 T_0时刻，两组IL-6、IgM、IgA水平差异无统计学意义（P>0.05）；T_1时刻，两组IL-6水平显著升高（P<0.05），但观察组IL-6水平显著低于对照组（P<0.05）；两组IgM、IgA水平显著降低（P<0.05），但观察组IgM、IgA水平显著高于对照组（P<0.05），见表4。

2.4 血清MMP-7、YKL-40水平 T_0时刻，两组MMP-7、YKL-40水平差异无统计学意义（P>0.05）；T_1时刻，两组MMP-7、YKL-40水平降低（P<0.05），且观察组水平显著低于对照组（P<0.05），见表5。

2.5 不良反应发生情况 T_1时刻，观察组不良反应总发生率（18.07%）与对照组（17.28%）相比差异无统计学意义（P>0.05），见表6。

表 4　不同治疗方式结直肠癌患者免疫功能相关指标比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	IL-6(pg/mL)				IgM(μg/mL)				IgA(μg/mL)			
		T_0	T_1	t 值	P 值	T_0	T_1	t 值	P 值	T_0	T_1	t 值	P 值
对照组	81	25.19±3.12	31.37±3.79	11.330	<0.001	1225.49±136.25	986.67±102.75	12.595	<0.001	2368.43±242.61	1689.23±176.48	20.375	<0.001
观察组	83	25.48±3.14	28.42±3.56	5.643	<0.001	1219.61±128.49	1067.95±110.84	8.142	<0.001	2349.75±256.37	1894.06±195.67	12.873	<0.001
t 值		0.593	5.139			0.284	4.867			0.479	7.034		
P 值		0.554	<0.001			0.776	<0.001			0.633	<0.001		

表 5　不同治疗方式结直肠癌患者血清 MMP-7、YKL-40 水平比较($\bar{x}\pm s$,ng/mL)

组别	例数	MMP-7				YKL-40			
		T_0	T_1	t 值	P 值	T_0	T_1	t 值	P 值
对照组	81	21.73±2.25	18.31±1.88	10.498	<0.001	67.30±6.89	61.83±6.64	5.145	<0.001
观察组	83	21.86±2.21	15.64±1.67	20.457	<0.001	66.82±6.74	58.75±6.09	8.094	<0.001
t 值		0.373	9.621			0.451	3.097		
P 值		0.709	<0.001			0.653	0.002		

表 6　不同治疗方式结直肠癌患者不良反应发生情况比较[例(%)]

组别	例数	骨髓抑制	恶心呕吐	脱发	便秘	总发生率
对照组	81	6(7.40)	2(2.47)	4(4.94)	2(2.47)	14(17.28)
观察组	83	5(6.02)	4(4.82)	2(2.41)	4(4.82)	15(18.07)
χ^2 值						0.018
P 值						0.895

2.6　随访结果　对照组 81 例患者中,失访 2 例,死亡 18 例,5 年总生存率为 77.22%;观察组 83 例患者中,失访 1 例,死亡 17 例,5 年总生存率为 79.27%;两组 5 年生存率相比差异无统计学意义(χ^2=0.100,P=0.752),见图 1。

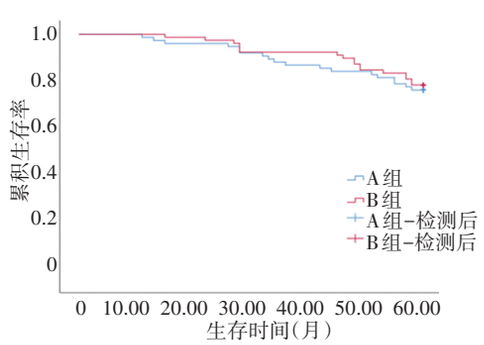


图 1　结直肠癌患者生存曲线分析

3　讨论

结直肠癌发病因素多样,发病机制复杂,加之早期症状隐蔽,最终导致该病发病率高,预后差,故寻求有效的结直肠癌治疗方法是亟待解决的问题[8]。临床研究表明,行腹腔镜手术患者术后恢复更快,发生肠梗阻等严重并发症的风险更低,同时住院时间也大大缩短[9-10]。在肿瘤根治性方面,汤庆超等[11]研究发现,传统开腹结直肠癌根治手术虽然耗时更短,但围手术期疗效不及腹腔镜手术治疗,且后者可明显降低并发症发生的风险。从远期疗效来看,经腹腔镜手术治疗患者远期生存率与传统开腹手术治疗患者相当[12]。但腹腔镜手术治疗过程中,产生的 CO_2 气腹环境增加了肿瘤转移的风险[13]。近期研究表明,新辅助化疗在降低结直肠癌患者术后复发和转移中发挥良好疗效[14]。新辅助化疗通过在术前对患者病灶进行化疗,介由化疗药物对肿瘤细胞的生长、分裂和转移产生抑制作用,使得肿瘤边界更清晰,提高手术切除治疗的彻底性,同时在减少手术创伤和术后并发症方面发挥重要作用[15]。结直肠癌容易发生肝转移,术前施以新辅助化疗可消灭或抑制微小病灶,减少术后肿瘤向肝脏或其他器官转移的风险[16]。PRAC 作为一种新兴的辅助化疗手段,可直接向肿瘤供血动脉提供化疗药物,提高肿瘤组织内部的药物浓度,以达到更好的消灭肿瘤细胞和抑制肿瘤生长的效果[17]。

本研究结果显示,治疗后,观察组总有效率高于对照组,且差异有统计学意义(P<0.05),该结果表明 PRAC 可以显著提高腹腔镜手术治疗疗效。手术治疗过程会产生机械损伤,易诱发人体产生一系列应激反应,导致 Cor、NE、WBC 等因子水平升高[1,18]。本研究检测上述指标,结果显示,两组 Cor、NE、WBC 水平显著升高,但观察组显著低于对照组。该结果表明 PRAC 可有效缓解手术引发的应激反应。可能是因为 PRAC 可在术前缩小肿瘤体积,降低手术过程对人体的创伤,且化疗药物可抑制肿瘤组织内炎症介质的释放,通过这两个方面以达到减轻患者应激反应的效果。为进一步验证本研究治疗手段对患者免疫功能的影响,对患者血清 IL-6、IgM、IgA 水平进行检测,结果显示,治疗后,两组 IL-6 水平显著升高,IgM、IgA 水平显著降低,上述指标组间差异有统计学意义(P<0.05),该结果与本院之前研究[4]相符。分析原因可能是,PRAC 可精确给

药至病灶供血动脉，相较传统化疗对患者整体免疫功能损伤较小，因此观察组治疗后免疫功能可更快恢复。作为MMP家族成员，MMP-7可通过降解细胞外基质促进肿瘤侵袭[19]。本研究显示观察组MMP-7降幅更大，提示PRAC可能通过抑制肿瘤微环境中的MMP-7分泌，延缓转移[20]；作为炎症相关糖蛋白，YKL-40高表达与肿瘤血管生成相关[21]。观察组YKL-40显著降低，可能与PRAC局部高浓度化疗药物抑制肿瘤相关炎症通路（如IL-6/STAT3）有关[22]。安全性评估结果显示观察组不良反应总发生率与对照组相比差异无统计学意义（$P>0.05$）。该结果表明行PRAC治疗并未增加对患者的毒副作用。此外，两组5年生存率差异无统计学意义（$P>0.05$），该结果与杨龙飞等[23]研究一致，可能与本研究样本量较小相关。

综上所述，PRAC联合腹腔镜手术对结直肠癌患者疗效显著，可有效提高患者免疫功能，对于改善患者预后存在作用。但受限于较小的样本量，结果可能受到个体差异的影响，后续研究应当扩大病例样本，进一步验证相关研究的可行性。

参 考 文 献

[1] 李炳强，林浩，李孟天. 三维可视化重建技术联合腹腔镜手术治疗结直肠癌的效果及并发症发生率观察[J]. 河北医学，2023，29（11）：1853-1857. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6233.2023.11.018.

[2] 范建平，林梅珊. 腹腔镜微创术联合葛根芩连汤加减对结直肠癌患者免疫功能的影响[J]. 中国医学创新，2023，20（15）：95-98. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4985.2023.15.023.

[3] 张冰凯，刘炳玉，崔玉峰. 中医扶正培本辅助腹腔镜结直肠癌手术对老年患者免疫功能的影响[J]. 辽宁中医杂志，2024，51（6）：100-103. DOI: 10.13192/j.issn.1000-1719.2024.06.027.

[4] 王进峰，彭雷，付豹，等. 术前区域动脉灌注化疗联合腹腔镜手术治疗结直肠癌患者血清肿瘤标志物、Treg细胞的变化及临床疗效[J]. 山东医药，2022，62（28）：16-19. DOI: 10.3969/j. issn. 1002-266X.2022.28.004.

[5] 中国抗癌协会大肠癌专业委员会腹腔镜外科学组，中华医学会外科分会腹腔镜与内镜外科学组. 腹腔镜结肠直肠癌根治手术操作指南（2006版）[J]. 外科理论与实践，2006，11（5）：462-464. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9610.2006.05.032.

[6] 王革芳. 经导管动脉灌注化疗药物应用原则：中国肿瘤介入专家共识[J]. 介入放射学杂志，2017，26（11）：963-970. DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2017.11.001.

[7] 于军辉，白艳艳，金岚，等. 循环肿瘤细胞预测结直肠癌患者预后的价值[J]. 中华普通外科杂志，2022，37（4）：245-249. DOI: 10.3760/cma.j.cn113855-20210802-00466.

[8] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 中国结直肠癌诊疗规范（2023版）[J]. 中华消化外科杂志，2023，22（6）：667-698. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20230526-00236.

[9] 郝立强，郭海洋，洪永刚. 腹腔镜结直肠癌手术腹膜后淋巴结清扫关键技术[J]. 中国实用外科杂志，2023，43（10）：1128-1133. DOI: 10.19538/j.cjps.issn1005-2208.2023.10.11.

[10] 孙跃明. 结直肠癌外科治疗进展[J]. 中华消化外科杂志，2024，23（6）：789-794. DOI：10.3760/cma.j.cn115610-20240508-00243.

[11] 汤庆超，熊寰，王玉柳明，等. 不同结直肠癌根治术的临床疗效与术后并发症影响因素分析（附3418例报告）[J]. 中华消化外科杂志，2023，22（1）：131-143. DOI: 10.3760/cma. j. cn115610-20221121-00701.

[12] 赵俊立. 腹腔镜手术与开放手术治疗结直肠癌远期疗效的对比分析[J]. 临床医学，2022，42（6）：39-41. DOI:10.19528/j.issn.1003-3548.2022.06.013.

[13] 俞欣，张俊，陈钢，等. 腹腔镜肝切除术二氧化碳气体栓塞发生与防治的研究进展[J]. 中华麻醉学杂志，2022，42（10）：1269-1273. DOI: 10.3760/cma.j.cn131073.20220322.01026.

[14] 张馨雅，王一凡，李金铭，等. 结直肠癌肝转移患者新辅助化疗效果相关的肠道菌群和代谢物特征及其临床预测价值[J]. 中华检验医学杂志，2024，47（7）：779-788. DOI: 10.3760/cma. j. cn114452-20240105-00007.

[15] 孙祺，刘畅，叶健乔，等. 局部进展期中低位直肠癌单纯新辅助化疗与新辅助放化疗的疗效比较[J]. 西安交通大学学报（医学版），2024，45（2）：278-283. DOI: 10.7652/jdyxb202402016.

[16] 黄忠晶，伍子奕，艾军华. 肝移植治疗结直肠癌肝转移的研究进展[J]. 器官移植，2024，15（2）：185-190. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7445.2023188.

[17] Huang B, Li XK, Peng W, et al. Preoperative hepatic arterial infusion chemotherapy for the prevention of liver metastasis after curative colorectal cancer surgery: A meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Asian J Surg, 2023, 46 (7): 2754-2756. DOI: 10.1016/j.asjsur.2023.01.021.

[18] 韩祥松，李全伟，丁战伟，等. 腹腔镜结直肠癌根治术治疗老年结直肠癌安全性及其对应激和炎症反应影响[J]. 社区医学杂志，2022，20（24）：1377-1380. DOI: 10.19790/j.cnki.JCM.2022.24.04.

[19] Liao HY, Da CM, Liao B, et al. Roles of matrix metalloproteinase-7 (MMP-7) in cancer[J]. Clin Biochem, 2021, 92: 9-18. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2021.03.003.

[20] Lee S, Yamamoto S, Srinivas B, et al. Increased production of matrix metalloproteinase-7 (MMP-7) by asbestos exposure enhances tissue migration of human regulatory T-like cells[J]. Toxicology, 2021, 452: 152717. DOI: 10.1016/j.tox.2021.152717.

[21] 葛倩云，石梦琪，王玉冰. YKL-40在脑胶质母细胞瘤微环境中的作用[J]. 中国生物化学与分子生物学报，2022，38（10）：1285-1293. DOI: 10.13865/j.cnki.cjbmb.2022.01.1509.

[22] 陈云风，胡道军，张旭，等. 结直肠癌肝转移患者血清OPN、YKL-40、HGF和VEGF-A水平及其危险因素分析[J]. 现代生物医学进展，2020，20（15）：2891-2895. DOI: 10.13241/j.cnki.pmb.2020.15.018.

[23] 杨龙飞，隋永领. 贝伐珠单抗结合奥沙利铂综合方案治疗结直肠癌肝转移的临床疗效[J]. 中国现代普通外科进展，2024，27（5）：408-411. DOI: 10.3969/j.issn.1009-9905.2024.05.018.

（收稿日期：2025-02-10）