

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.08.002
文章编号: 1005-8982 (2026) 08-0008-06

肠道疾病专题·论著

术前血清GDF-8、TTF-1水平与腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移的关系*

张晓清, 郭建义, 孟媛媛

[邢台医学院第二附属医院(东院区)检验科, 河北 邢台 054000]

摘要: **目的** 探讨术前血清生长分化因子-8 (GDF-8)、甲状腺转录因子-1 (TTF-1) 水平与腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移的关系。**方法** 选取2022年10月—2024年10月于邢台医学院第二附属医院接受腹腔镜根治术的128例结直肠癌患者。根据术后12个月内复发转移情况将患者分为复发转移组(34例)和无复发转移组(94例)。比较两组血清GDF-8、TTF-1水平。绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估预测价值;进行单因素分析,并通过多因素逐步Logistic回归模型分析腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移的影响因素。**结果** 复发转移组术前、术后GDF-8、TTF-1水平均高于无复发转移组;两组术后GDF-8水平均升高($P < 0.05$),术后TTF-1水平均降低($P < 0.05$)。ROC曲线结果显示,术前GDF-8联合TTF-1预测腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移的曲线下面积为0.904(95% CI: 0.873, 0.942),高于单独预测。联合预测的敏感性为85.3%(95% CI: 0.832, 0.873),特异性为86.2%(95% CI: 0.842, 0.881)。复发转移组年龄 ≥ 60 岁占比、TNM分期Ⅲ期占比、低分化占比、脉管侵犯率、神经侵犯率和肿瘤直径 ≥ 5 cm占比均高于无复发转移组($P < 0.05$)。多因素逐步Logistic回归分析结果显示, TNM分期Ⅲ期 [$\hat{OR}=3.435$ (95% CI: 1.562, 7.553)]、分化程度低 [$\hat{OR}=3.016$ (95% CI: 1.592, 5.714)]、肿瘤直径 ≥ 5 cm [$\hat{OR}=2.678$ (95% CI: 1.436, 4.994)]、术前GDF-8 ≥ 16.83 $\mu\text{g/L}$ [$\hat{OR}=2.782$ (95% CI: 1.509, 5.127)]、术前TTF-1 ≥ 15.47 $\mu\text{g/L}$ [$\hat{OR}=2.759$ (95% CI: 1.428, 5.331)]均为腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移的危险因素($P < 0.05$)。**结论** 术前血清GDF-8、TTF-1升高与腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移密切相关,且两者联合检测的预测效能较好。

关键词: 结直肠癌;生长分化因子-8;甲状腺转录因子-1;腹腔镜结直肠癌根治术;复发转移

中图分类号: R735.3;R730.43;R656.9

文献标识码: A

Association of preoperative serum GDF-8 and TTF-1 levels with recurrence and metastasis after laparoscopic radical resection for colorectal cancer*

Zhang Xiao-qing, Guo Jian-yi, Meng Yuan-yuan

[Department of Clinical Laboratory, Second Affiliated Hospital of Xingtai Medical University (East Campus), Xingtai, Hebei 054000, China]

Abstract: Objective To investigate the association of preoperative serum levels of growth differentiation factor-8 (GDF-8) and thyroid transcription factor-1 (TTF-1) with postoperative recurrence and metastasis in patients undergoing laparoscopic radical resection for colorectal cancer. **Methods** A total of 128 patients with colorectal cancer who underwent laparoscopic radical resection at our hospital between October 2022 and October 2024 were enrolled. Patients were categorized into recurrence/metastasis ($n = 34$) and non-recurrence/metastasis ($n = 94$) groups based on postoperative events within 12 months. Serum GDF-8 and TTF-1 levels were compared between groups.

收稿日期: 2025-11-08

* 基金项目: 河北省卫生健康委员会2025年度医学科学研究课题计划项目(20251405);邢台市重点研发计划自筹项目(2024ZC81)

Predictive value was assessed via receiver operating characteristic (ROC) curve analysis. Univariable analysis was performed, followed by multivariable stepwise logistic regression analysis to identify factors influencing postoperative recurrence and metastasis in patients undergoing laparoscopic colorectal cancer resection. **Results** Preoperative and postoperative GDF-8 and TTF-1 levels were significantly higher in the recurrence/metastasis group than in the non-recurrence/metastasis group ($P < 0.05$). Postoperative GDF-8 levels increased in both groups ($P < 0.05$), while postoperative TTF-1 levels decreased in both groups ($P < 0.05$). ROC curve analysis revealed that the AUC of preoperative GDF-8 combined with preoperative TTF-1 in predicting postoperative recurrence and metastasis in colorectal cancer patients undergoing laparoscopic radical resection was 0.904 (95% CI: 0.873, 0.942), higher than that of either individual marker. The combined prediction demonstrated a sensitivity of 85.3% (95% CI: 0.832, 0.873) and a specificity of 86.2% (95% CI: 0.842, 0.881). The proportions of patients aged ≥ 60 years and those with TNM stage III disease, poorly differentiated tumors, lymphovascular invasion, perineural invasion, and tumor diameter ≥ 5 cm were all higher in the recurrence/metastasis group than in the non-recurrence/metastasis group ($P < 0.05$). Multivariable stepwise logistic regression analysis revealed that TNM stage III disease [$\hat{O}R = 3.435$ (95% CI: 1.562, 7.553)], poorly-differentiated tumors [$\hat{O}R = 3.016$ (95% CI: 1.592, 5.714)], tumor diameter ≥ 5 cm [$\hat{O}R = 2.678$ (95% CI: 1.436, 4.994)], preoperative GDF-8 ≥ 16.83 $\mu\text{g/L}$ [$\hat{O}R = 2.782$ (95% CI: 1.509, 5.127)], and preoperative TTF-1 ≥ 15.47 $\mu\text{g/L}$ [$\hat{O}R = 2.759$ (95% CI: 1.428, 5.331)] were all risk factors for postoperative recurrence and metastasis in colorectal cancer patients undergoing laparoscopic radical resection ($P < 0.05$). **Conclusion** Elevated preoperative serum GDF-8 and TTF-1 levels are closely associated with postoperative recurrence and metastasis in colorectal cancer patients undergoing laparoscopic radical resection, and combined detection of both markers demonstrates good predictive efficacy.

Keywords: colorectal cancer; growth differentiation factor-8; thyroid transcription factor-1; laparoscopic radical resection for colorectal cancer; recurrence and metastasis

结直肠癌是具有高发病率和高致死率的消化道恶性肿瘤,典型临床症状包括排便习惯改变、便血及腹部不适等,严重影响患者生活质量^[1]。腹腔镜根治术是结直肠癌标准的根治手段,能够有效切除原发病灶并延缓疾病进展^[2-3],然而结直肠淋巴引流结构复杂、血供丰富且吻合交通密集,加之肿瘤细胞具有高度侵袭性且容易发生转移,因此即便患者接受手术治疗,仍存在较高的复发与转移风险。相关数据显示,腹腔镜结直肠癌根治术后1年复发率可达20%以上,显著增加患者不良预后的发生风险^[4-5]。因此,探寻高效、可靠的术后复发转移预测生物标志物具有重要意义。生长分化因子-8(growth differentiation factor-8, GDF-8)也称为肌肉生长抑制素,在肌肉发育过程中发挥着关键的调控作用^[6]。相关研究显示,GDF8不仅可促进癌症的发生、发展,而且在细胞上皮间转化中同样发挥重要作用^[7-8]。甲状腺转录因子-1(thyroid transcription factor-1, TTF-1)是一种核蛋白,是NKX2转录因子家族成员之一,亦称作NKX2-1,被视为一种新的原癌基因候选物,对肺癌和甲状腺癌的诊断具有较高的特异性^[9-10]。因此,本研究探究术前血清GDF-8、TTF-1水平与腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2022年10月—2024年10月于邢台医学院第二附属医院接受腹腔镜根治术的128例结直肠癌患者。根据术后12个月内复发或转移情况将患者分为复发转移组(34例)和无复发转移组(94例)。本研究经医院医学伦理委员会批准同意(202406)。

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①确诊为原发性结直肠腺癌^[11]; ②TNM分期I~III期; ③年龄 ≥ 18 岁; ④首次接受腹腔镜根治术。

1.2.2 排除标准 ①合并其他肿瘤; ②患有其他结直肠疾病,如克罗恩病等; ③合并凝血功能障碍; ④出现心、肝、肾等重要器官功能障碍; ⑤妊娠期或哺乳期女性。

1.3 方法

1.3.1 临床资料收集 收集患者年龄、性别、体质指数(body mass index, BMI)、高血压病史、糖尿病史、肿瘤生长方式、TNM分期、分化程度、病理学类型、脉管是否侵犯、神经是否侵犯、肿瘤部位、肿瘤直径等。

1.3.2 血清 GDF-8、TTF-1 水平检测 术前及术后次日采集患者空腹静脉血 3 mL, 3 500 r/min 离心 30 min, 分离血清。采用酶联免疫吸附试验检测血清 GDF-8、TTF-1 水平, 试剂盒分别购自上海钦诚生物科技有限公司、美国 Invitrogen 公司。

1.3.3 术后复发转移判定 所有结直肠癌患者依据《腹腔镜结直肠癌根治术操作指南(2023 版)》^[12] 实施腹腔镜根治术。术后随访 1 年, 每 3 个月门诊随访 1 次, 并复查胸部 CT、腹部超声等常规项目。随访时间截至 2025 年 10 月或发生肿瘤复发转移事件。肿瘤复发的判定标准为原切除病灶范围内出现新病灶, 肿瘤转移则定义为发生远处器官转移病灶, 两者均须经影像学或病理学检查确诊^[13]。

1.4 统计学方法

数据分析采用 SPSS 26.0 统计软件。计数资料以构成比或率(%)表示, 比较用 χ^2 检验; 计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 比较用 t 检验; 绘制受试

者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线; 影响因素分析采用多因素逐步 Logistic 回归模型。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组手术前后血清 GDF-8、TTF-1 水平比较

复发转移组与无复发转移组术前、术后 GDF-8、TTF-1 水平比较, 经 t 检验, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); 复发转移组术前、术后 GDF-8、TTF-1 水平均高于无复发转移组。复发转移组术前与术后 GDF-8、TTF-1 水平比较, 经 t 检验, 差异均有统计学意义($t = 2.568$ 和 8.875 , $P = 0.012$ 和 0.000); 无复发转移组术前与术后 GDF-8、TTF-1 水平比较, 经 t 检验, 差异均有统计学意义($t = 4.341$ 和 16.420 , 均 $P = 0.000$); 两组术后 GDF-8 水平均升高, 术后 TTF-1 水平均降低。见表 1。

表 1 两组手术前后血清 GDF-8、TTF-1 水平比较 ($\mu\text{g/L}$, $\bar{x} \pm s$)

组别	n	GDF-8		TTF-1	
		术前	术后	术前	术后
复发转移组	34	18.23 \pm 3.47	20.41 \pm 3.53	16.38 \pm 1.67	13.14 \pm 1.32
无复发转移组	94	15.42 \pm 2.64	17.25 \pm 3.12	14.56 \pm 1.43	11.42 \pm 1.18
t 值		4.874	4.885	6.077	7.055
P 值		0.000	0.000	0.000	0.000

2.2 术前血清 GDF-8、TTF-1 水平对结直肠癌根治术后复发转移的预测价值

以术后是否复发转移为终点, 绘制 ROC 曲线。结果显示, 术前 GDF-8 联合 TTF-1 预测腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移的曲线下面积 (area under the curve, AUC) 为 0.904 (95% CI: 0.873, 0.942), GDF-8、TTF-1 单独预测的 AUC 分别为 0.835 (95% CI: 0.796, 0.865)、0.742 (95% CI: 0.704, 0.783), 联合预测 AUC 高于单独预测。联合预测的

敏感性为 85.3% (95% CI: 0.832, 0.873), 特异性为 86.2% (95% CI: 0.842, 0.881)。见表 2 和图 1。

2.3 腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移的单因素分析

复发转移组与无复发转移组性别构成、BMI、高血压患病率、糖尿病患病率、肿瘤生长方式构成、病理学类型构成和肿瘤部位构成比较, 经 t/χ^2 检验, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。复发转移组与无复发转移组年龄构成、TNM 分期构成、分化

表 2 术前血清 GDF-8、TTF-1 预测结直肠癌根治术后复发转移的效能分析

因素	截断值	AUC	95% CI		敏感性/%	95% CI		特异性/%	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
术前 GDF-8	16.83 $\mu\text{g/L}$	0.835	0.796	0.865	91.2	0.895	0.934	64.9	0.649	0.670
术前 TTF-1	15.47 $\mu\text{g/L}$	0.742	0.704	0.783	91.2	0.895	0.934	56.4	0.548	0.589
联合		0.904	0.873	0.942	85.3	0.832	0.873	86.2	0.842	0.881

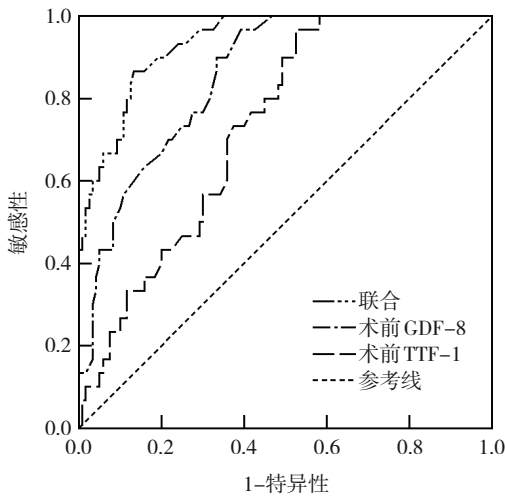


图 1 血清 GDF-8、TTF-1 水平预测结直肠癌根治术后复发转移的 ROC 曲线

程度构成、脉管侵犯率、神经侵犯率和肿瘤直径构成比较, 经 χ^2 检验, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$); 复发转移组年龄 ≥ 60 岁占比、TNM 分期 III 期占比、低分化占比、脉管侵犯率、神经侵犯率和肿瘤直径 ≥ 5 cm 占比均高于无复发转移组。见表 3。

2.4 结直肠癌根治术后复发转移的多因素逐步 Logistic 回归分析

以患者术后是否复发转移 (否=0, 是=1) 为因变量, 年龄 (<60 岁=0, ≥ 60 岁=1)、TNM 分期 (I、II 期=0, III 期=1)、分化程度 (中高分化=0, 低分化=1)、脉管侵犯 (否=0, 是=1)、神经侵犯 (否=0, 是=1)、肿瘤直径 (<5 cm=0, ≥ 5 cm=1)、术前 GDF-8 ($<16.83 \mu\text{g/L}$ =0, $\geq 16.83 \mu\text{g/L}$ =1)、术前 TTF-1 ($<15.47 \mu\text{g/L}$ =0, $\geq 15.47 \mu\text{g/L}$ =1) 为自变量, 进行多因素逐步 Logistic 回归分析 (引入水准为 0.05, 排除水准为 0.10)。结果显示, TNM 分期 III 期 [$\hat{OR} = 3.435$ (95% CI: 1.562, 7.553)]、分化程度低 [$\hat{OR} = 3.016$ (95% CI: 1.592, 5.714)]、肿瘤直径 ≥ 5 cm [$\hat{OR} = 2.678$ (95% CI: 1.436, 4.994)]、术前 GDF-8 $\geq 16.83 \mu\text{g/L}$ [$\hat{OR} = 2.782$ (95% CI: 1.509, 5.127)]、术前 TTF-1 $\geq 15.47 \mu\text{g/L}$ [$\hat{OR} = 2.759$ (95% CI: 1.428, 5.331)] 均为腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移的危险因素 ($P < 0.05$)。见表 4。

表 3 两组患者临床资料比较

组别	n	年龄 例(%)		男/女/例	BMI/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	高血压病史 例(%)	糖尿病史 例(%)	肿瘤生长方式 例(%)		TNM 分期 例(%)	
		<60 岁	≥ 60 岁					浸润型	其他	I、II 期	III 期
复发转移组	34	13(38.24)	21(61.76)	20/14	22.28 \pm 2.21	13(38.24)	9(26.47)	23(67.65)	11(32.35)	14(41.18)	20(58.82)
无复发转移组	94	58(61.70)	36(38.30)	51/43	22.75 \pm 2.45	32(34.04)	22(23.40)	54(57.45)	40(42.55)	63(67.02)	31(32.98)
χ^2/t 值		5.567		0.211	0.983	0.193	0.128	1.084		6.958	
P 值		0.018		0.646	0.328	0.661	0.721	0.298		0.008	

组别	分化程度 例(%)		病理学类型 例(%)		脉管侵犯 例(%)	神经侵犯 例(%)	肿瘤部位 例(%)		肿瘤直径 例(%)	
	低分化	中高分化	腺癌	其他			结肠	直肠	<5 cm	≥ 5 cm
复发转移组	20(58.82)	14(41.18)	29(85.29)	5(14.71)	14(41.18)	11(32.35)	15(44.12)	19(55.88)	14(41.18)	20(58.82)
无复发转移组	30(31.91)	64(68.09)	78(82.98)	16(17.02)	19(20.21)	13(13.83)	46(48.94)	48(51.06)	65(69.15)	29(30.85)
χ^2/t 值	7.595		0.098		5.735	5.623	0.232		8.269	
P 值	0.006		0.755		0.017	0.018	0.630		0.004	

表 4 结直肠癌根治术后复发转移的多因素逐步 Logistic 回归分析参数

变量	b	S _b	Wald χ^2 值	P 值	\hat{OR}	95% CI	
						下限	上限
TNM 分期	1.234	0.402	9.423	0.002	3.435	1.562	7.553
分化程度	1.104	0.326	11.468	0.001	3.016	1.592	5.714
肿瘤直径	0.985	0.318	9.594	0.002	2.678	1.436	4.994
术前 GDF-8	1.023	0.312	10.751	0.001	2.782	1.509	5.127
术前 TTF-1	1.015	0.336	9.125	0.003	2.759	1.428	5.331

3 讨论

目前,根治性切除术是结直肠癌最有效的治疗手段^[14],但由于结直肠癌具有高复发转移倾向,仍有较多患者在术后出现复发转移或病灶扩散^[15]。研究表明,结直肠癌复发转移与基因异常表达、炎症反应等多种机制密切相关^[16]。因此,筛选与腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移有关的血清标志物,对于早期风险预警、优化防治策略及改善患者临床结局具有重要临床意义。

本研究发现,复发转移组术前、术后血清 GDF-8 水平均高于无复发转移组,且两组术后 GDF-8 水平均高于术前。提示腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移与 GDF-8 有关。高侵袭性肿瘤常伴随显著的炎症微环境和代谢紊乱,而肿瘤源性因子可诱导 GDF-8 表达,形成促转移前微环境。术后两组 GDF-8 水平同步升高,提示手术创伤可激活全身炎症反应,刺激骨骼肌分泌 GDF-8。GDF-8 作为转化生长因子- β 超家族成员,是骨骼肌质量的负向调节因子,其过表达可通过激活素 II 型受体介导的 ALK4/ALK5 轴,诱导 Smad2/3 磷酸化,并抑制 Akt-TORC1 合成代谢途径,导致肌肉萎缩和脂肪消耗。该机制在癌症的发生、发展中发挥重要作用^[17]。恶病质被定义为持续的骨骼肌质量流失,常规的营养支持无法得到完全逆转,最终导致患者功能逐渐衰退。恶病质常见于恶性肿瘤及其他多种慢性疾病,不仅损害患者的躯体功能、降低生活质量、削弱对抗癌治疗的耐受性,而且缩短生存期^[18-19]。除代谢调控外,GDF-8 通过介导 Smad 信号通路促进上皮间充质转化(epithelial mesenchymal transition, EMT)^[20]。EMT 是细胞表型由上皮型向间充质型转变的动态过程,不仅参与胚胎发育、伤口愈合等生理过程,而且在肿瘤恶性转化中发挥关键作用^[21]。经历 EMT 的肿瘤细胞具备干细胞特性、药物抗性、及迁移能力增强等恶性肿瘤典型特征。EMT 的诱导受 Snail、Slug、ZEB1/ZEB2 和 Twist 等核心转录因子调控,而转化生长因子- β 通过上调上述转录因子,在 EMT 中发挥核心调控作用,STAT3 亦是 EMT 的正向调控因子。与转化生长因子- β 类似,GDF-8 通过与激活素 II A/II B 型受体结合,进而激活 ALK4/ALK5 I 型受体,最终启动 SMAD2/3 信号通路,实现对 EMT

的促进作用^[22]。GDF-8 的双重作用机制使其成为连接癌症代谢异常与转移扩散的关键分子,并有望成为结直肠癌术后管理的新型生物标志物和治疗靶点。

本研究结果显示,复发转移组术前及术后血清 TTF-1 水平均高于无复发转移组,而术后两组 TTF-1 水平均低于术前。术前 TTF-1 在复发转移组中高表达,反映了肿瘤固有的高侵袭性生物学特征。TTF-1 可通过双重机制促进肿瘤恶性进展:一方面,其激活磷脂酰肌醇-3 激酶/蛋白激酶 B 等原癌信号通路,驱动正常上皮细胞向恶性转化^[23];另一方面,TTF-1 通过调控下游靶基因,诱导肿瘤细胞增殖、抑制终末分化,进而形成低分化表型^[24-25]。TTF-1 通过激活细胞周期素 D1-细胞周期蛋白依赖性激酶 4/6 轴,加速残留癌细胞增殖周期,并协同 B 细胞淋巴瘤因子-2 家族蛋白,抑制放疗诱导的细胞凋亡,最终导致术后复发风险显著升高^[26]。术后 TTF-1 水平的普遍下降与手术减瘤效应密切相关,腹腔镜根治术通过清除原发病灶,显著降低肿瘤负荷,进而减少循环中癌细胞来源的 TTF-1。然而,复发转移组术后 TTF-1 水平仍显著高于无复发转移组,说明残留的微转移灶或隐匿性肿瘤细胞仍维持 TTF-1 的高表达状态。这种对肿瘤细胞恶性行为及增强治疗抵抗性的双重调控功能,使 TTF-1 成为预测术后复发转移的重要标志物。

ROC 曲线分析结果显示,术前血清 GDF-8 联合 TTF-1 预测腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移的 AUC 为 0.904,显著高于单独预测,表明两者联合预测腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移的效能更高。因此,建议将 GDF-8 联合 TTF-1 检测纳入术后监测体系,以早期识别复发转移高风险人群,为临床及时干预提供依据。多因素逐步 Logistic 回归分析结果显示,TNM 分期 III 期、分化程度低、肿瘤直径 ≥ 5 cm、术前 GDF-8 ≥ 16.83 $\mu\text{g/L}$ 、术前 TTF-1 ≥ 15.47 $\mu\text{g/L}$ 是腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移的独立危险因素。根据上述结果,对具备 ≥ 2 项高危因素的患者,建议实施多学科联合干预,包括强化辅助化疗周期、靶向治疗及加强影像学随访,以期通过早期识别与精准干预改善预后。

综上所述,术前血清 GDF-8、TTF-1 水平升高与腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移关系密切,

且两者联合检测的预测效能较好。然而, 本研究存在一定局限性: 采用单中心回顾性设计, 且混杂因素控制不充分, 可能影响标志物预测效能的稳定性。未来研究需通过多中心、大样本、前瞻性队列研究、延长随访周期, 以验证标志物在不同地域、病理亚型患者中的普适性。

参 考 文 献 :

- [1] MATSUDA T, FUJIMOTO A, IGARASHI Y. Colorectal cancer: epidemiology, risk factors, and public health strategies[J]. *Digestion*, 2025, 106(2): 91-99.
- [2] LI M Y, HU J, SUO L W, et al. Efficacy of laparoscopic radical resection of right-sided colon cancer by different surgical approaches: network-meta-analysis[J]. *BMC Surg*, 2024, 24(1): 347.
- [3] 施亮, 李增亮, 王海啸. 腹腔镜结直肠癌根治术患者血清 CXCL5 联合 CYFRA21-1 对术后复发转移的预测价值[J]. *中国肿瘤外科杂志*, 2023, 15(5): 444-447.
- [4] 欧洋, 王泽军, 田雾, 等. 血清 miR-30c-5p 和 NLGN1 联合检测对腹腔镜结直肠癌根治术患者术后复发转移的预测价值[J]. *中国现代普通外科进展*, 2024, 27(9): 689-693.
- [5] 王尧, 阎华金, 邓少博. 术前血清 IV 型胶原和富含半胱氨酸蛋白 61 水平与腹腔镜结直肠癌根治术患者术后复发的关系[J]. *中国内镜杂志*, 2023, 29(5): 71-77.
- [6] 金燕, 王雪, 阎春英, 等. 血清 GDF-8、VEGF、FGF21 水平与肝硬化患者肌肉减少症发生的关系[J]. *疑难病杂志*, 2024, 23(12): 1455-1459.
- [7] HUANG Q R, WU M L, WU X Y, et al. Muscle-to-tumor crosstalk: the effect of exercise-induced myokine on cancer progression[J]. *Biochim Biophys Acta Rev Cancer*, 2022, 1877(5): 188761.
- [8] ABDELHAFEZ F, KLAUSEN C, ZHU H, et al. Myostatin increases human trophoblast cell invasion by upregulating N-cadherin via SMAD2/3-SMAD4 signaling†[J]. *Biol Reprod*, 2022, 106(6): 1267-1277.
- [9] 孙勇, 温晓红, 王会冲. 血清 IL-21 和 TTF-1 与非小细胞肺癌患者放化疗预后的相关性[J]. *社区医学杂志*, 2025, 23(16): 566-571.
- [10] 李真真. 超声造影参数、血清 TTF-1 水平与甲状腺癌患者临床病理特征的相关性[J]. *中国民康医学*, 2025, 37(10): 135-138.
- [11] 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(2020年版)[J]. *中华外科杂志*, 2020, 58(8): 561-585.
- [12] 中华医学会外科学分会腹腔镜与内镜外科学组, 中华医学会外科学分会结直肠外科学组, 中国医师协会外科医师分会结直肠外科专家工作组, 等. 腹腔镜结直肠癌根治术操作指南(2023版)[J]. *中华消化外科杂志*, 2024, 23(1): 10-22.
- [13] 孙会群, 马熙, 高星. 腹腔镜结直肠癌根治术前病人外周血穿透素-联合 miR-486-3p 水平预测术后复发转移的价值探讨[J]. *临床外科杂志*, 2023, 31(10): 954-958.
- [14] 汤红, 雷秀兵, 柴秀丽. 腹腔镜结直肠癌根治术患者血清 CYFRA21-1、CA724 水平变化与复发转移的关系[J]. *中国实验诊断学*, 2021, 25(5): 709-712.
- [15] 石鑫, 张克钊, 申旭龙, 等. 血清 CCR3、CXCL13、CCL20 与腹腔镜结直肠癌根治术患者术后复发转移的关系[J]. *检验医学与临床*, 2025, 22(2): 232-237.
- [16] 王钢, 杨卫振, 侯伟. 结直肠癌根治术后血清 CCL18、MMP-16 水平与肿瘤复发、转移的关系[J]. *检验医学与临床*, 2024, 21(23): 3557-3560.
- [17] MARTIN A, GALLOT Y S, FREYSSENET D. Molecular mechanisms of cancer cachexia-related loss of skeletal muscle mass: data analysis from preclinical and clinical studies[J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2023, 14(3): 1150-1167.
- [18] PIN F, BONEWALD L F, BONETTO A. Role of myokines and osteokines in cancer cachexia[J]. *Exp Biol Med (Maywood)*, 2021, 246(19): 2118-2127.
- [19] LAN X Q, DENG C J, WANG Q Q, et al. The role of TGF- β signaling in muscle atrophy, sarcopenia and cancer cachexia[J]. *Gen Comp Endocrinol*, 2024, 353: 114513.
- [20] WEN H Y, QIAN M, HE J, et al. Inhibiting of self-renewal, migration and invasion of ovarian cancer stem cells by blocking TGF- β pathway[J]. *PLoS One*, 2020, 15(3): e0230230.
- [21] ABDELHAFEZ F F, KLAUSEN C, ZHU H, et al. Growth differentiation factor myostatin regulates epithelial-mesenchymal transition genes and enhances invasion by increasing serine protease inhibitors E1 and E2 in human trophoblast cells[J]. *FASEB J*, 2023, 37(10): e23204.
- [22] ZHANG Z H, QIAO Y, YANG L, et al. Kaempferol 3-O-gentiobioside, an ALK5 inhibitor, affects the proliferation, migration, and invasion of tumor cells via blockade of the TGF- β /ALK5/Smad signaling pathway[J]. *Phytother Res*, 2021, 35(11): 6310-6323.
- [23] MORGOS D T, STEFANI C, MIRICESCU D, et al. Targeting PI3K/AKT/mTOR and MAPK signaling pathways in gastric cancer[J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(3): 1848.
- [24] 贺慧, 刘秋雨, 张宁. 肺腺癌中 TROP2、TTF-1、Napsin A 表达及其临床意义[J]. *临床肿瘤学杂志*, 2025, 30(6): 588-592.
- [25] TAO T, CHEN H, XU Q M, et al. NKX2-1-AS1 promotes the lymphangiogenesis of lung adenocarcinoma through regulation of ERG-mediated FABP4[J]. *Tissue Cell*, 2024, 87: 102314.
- [26] 杨燕君, 张晓丽, 董跃华, 等. 血清甲状腺转录因子 1 水平对表皮生长因子受体酪氨酸激酶抑制剂治疗肺腺癌效果的评估价值[J]. *中国医药*, 2020, 15(9): 1372-1376.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 张晓清, 郭建义, 孟媛媛. 术前血清 GDF-8、TTF-1 水平与腹腔镜结直肠癌根治术后复发转移的关系[J]. *中国现代医学杂志*, 2026, 36(8): 8-13.

Cite this article as: ZHANG X Q, GUO J Y, MENG Y Y. Association of preoperative serum GDF-8 and TTF-1 levels with recurrence and metastasis after laparoscopic radical resection for colorectal cancer[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2026, 36(8): 8-13.