

论 著

磁共振弥散加权成像ADC值联合血清肿瘤标志物对结直肠癌患者术后复发转移的预测价值*

徐锰超* 谢玉玺 邵元伟
江苏大学附属医院影像科 (江苏 镇江 212000)

【摘要】目的 研究磁共振弥散加权成像表观弥散系数(ADC)值联合血清肿瘤标志物癌胚抗原(CEA)、糖类抗原(CA)242、CA199对结直肠癌患者术后复发转移的预测价值。方法 选取2020年1月-2021年1月我院收治的行根治性切除术治疗的结直肠癌患者120例作为结直肠癌组,同期行结直肠癌筛查排除结直肠癌的健康人120例作为健康组,均行磁共振弥散加权成像检查,获得ADC值,测定血清CEA、CA242、CA199等肿瘤标志物水平,比较两组ADC值、CEA、CA242、CA199水平差异及在不同临床特征结直肠癌患者中的表达差异。所有结直肠癌患者在术后均经门诊随访,随访24个月,根据术后随访结果分为复发转移组、未复发转移组,比较两组临床资料及ADC值、CEA、CA242、CA199水平,分析ADC值、CEA、CA242、CA199预测患者术后复发转移的效能及相关性。结果 与健康组比较,结直肠癌组ADC值降低,CEA、CA242、CA199水平升高($P<0.05$)。TNM分期III期、低分化结直肠癌患者ADC值低于I/II期患者、中/高分化患者($P<0.05$)。与未复发转移组比较,复发转移组ADC值降低,CEA、CA242、CA199水平升高($P<0.05$)。多因素Logistic回归分析显示,结直肠癌患者术后复发转移受TNM分期、分化程度、脉管侵犯、ADC值、CEA、CA242、CA199等因素的影响。ROC曲线显示,ADC值、CEA、CA242、CA199预测患者术后复发转移的AUC分别为0.897、0.800、0.829、0.783,ADC值预测效能优于CEA、CA242、CA199;ADC值与CEA、CA242、CA199联合预测价值优于单项预测[AUC(95%CI)=0.934,敏感度、特异度分别为90.65%、84.53%]。经分析ADC值与CEA、CA242、CA199的相关性发现,ADC值与CEA、CA242、CA199呈显著负相关关系($P<0.05$)。结论 磁共振弥散加权成像ADC值在结直肠癌患者降低,肿瘤标志物水平升高,与患者术后复发转移有关,或可作为预测结直肠癌患者术后复发转移的重要手段。

【关键词】磁共振弥散加权成像;表观弥散系数;结直肠癌;肿瘤标志物;术后复发转移

【中图分类号】R445.2; R735.3+7

【文献标识码】A

【基金项目】江苏省优势学科建设工程项目(YSHL0814-327)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.1.043

Predictive Value of MR Diffusion-weighted Imaging ADC Values Combined with Serum Tumor Markers for Postoperative Recurrence and Metastasis in Patients with Colorectal Cancer*

XU Meng-chao*, XIE Yu-xi, SHAO Yuan-wei.

Department of Imaging, Affiliated Hospital of Jiangsu University, Zhenjiang 212000, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective To study the predictive value of the apparent diffusion coefficient of MR diffusion weighted imaging (ADC) value combined with serum tumor marker carcinoembryonic antigen (CEA), sugar antigen (CA) 242 and CA199 for postoperative recurrence and metastasis in patients with colorectal cancer. **Methods** 120 colorectal cancer patients treated from January 2020 to January 2021 as colorectal cancer group, and 120 healthy patients with colorectal cancer screening as healthy group, were examined by MR diffusion weighted imaging, obtained ADC values, determined the levels of tumor markers such as serum CEA, CA242, CA199, and compared the differences in ADC values, CEA, CA242, CA199 levels and the expression differences in colorectal cancer patients with different clinical characteristics. All patients with colorectal cancer were followed up in outpatient service for 24 months. According to the postoperative follow-up results, they were divided into recurrence and metastasis groups. The clinical data, ADC value, CEA, CA242 and CA199 levels were compared, and the efficacy and correlation of ADC value, CEA, CA 2, CA242 and CA199 to predict postoperative recurrence and metastasis were analyzed. **Results** Compared with the healthy group, CEA, CA242 and CA199 levels increased ($P<0.05$). The ADC value in patients with stage III and low differentiation of colorectal cancer in TNM stage was lower than that in patients with stage I / II and moderate/high differentiation ($P<0.05$). Compared with the group without recurrence, ADC values decreased and CEA, CA242 and CA199 levels increased ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that postoperative recurrence and metastasis of colorectal cancer patients were influenced by factors such as TNM stage, degree of differentiation, vascular invasion, ADC value, CEA, CA242 and CA199. ROC curve showed that the AUC of ADC, CEA, CA242, CA199 were 0.897, 0.800, 0.829, 0.783, ADC, CA242, CA199; ADC combined with CEA, CA242 and CA199 [AUC (95%CI) = 0.934, sensitivity and specificity were 90.65%, 84.53%, respectively]. After analysis of the correlation between ADC values and CEA, CA242 and CA199, there was a significant negative relationship between ADC values and CEA, CA242 and CA199 ($P<0.05$). **Conclusion** Magnetic resonance diffusion-weighted imaging ADC values decrease in patients with colorectal cancer and have increased levels of tumor markers, which are related to postoperative recurrence and metastasis in patients, or can be used as an important means to predict postoperative recurrence and metastasis in patients with colorectal cancer.

Keywords: Magnetic Resonance Diffusion-weighted Imaging; Apparent Diffusion Coefficient; Colorectal Cancer; Tumor Markers; Postoperative Recurrence and Metastasis

结直肠癌临床高发,早期仅表现为排便习惯变化、腹泻、便血等,随着恶化程度的加深,晚期则表现为体重减轻、贫血等全身性症状,生活方式、遗传因素、肠道炎症均可诱发^[1-2]。据调查,目前我国全部恶性肿瘤中结直肠癌的发病率居第3位,死亡率居第5位,多数患者预后不良,近年来以手术为中心的综合治疗水平显著提高,临床一旦确诊为结直肠癌,常以手术疗法为首选,是可以根治肿瘤的重要手段^[3]。据统计^[4],I期患者术后5年生存率高于90%,II期患者在60%-80%间,III期患者在30%-60%间,虽然近年来结直肠癌患者术后5年生存率不断提高,但仍有部分患者因手术效果不理想,术后病灶复发或转移而缩短生存期,因此早发现复发转移灶,并及时切除对降低患者死亡风险具有重要意义。既往临床上多根据血清肿瘤标志物癌胚抗原(CEA)、糖类抗原(CA)242、CA199水平评估恶性肿瘤患者预后,但随着肿瘤标志物在临床上的广泛应用发现,其临床诊断敏感度、特异度均较低,可能导致临床误诊的发生^[5]。磁共振弥散加权成像属于一种通过分析水分子在组织中的扩散作用诊断组织病变的技术,其所获得的定量指标表现弥散系数(ADC)值可反映出组织器官结构和功能改变状况^[6]。在上述背景下,本研究分析磁共振弥散加权成像ADC值与血清肿瘤标志物联合对结直肠癌患者术后复发转移事件的预测效能,为临床上早期预防提供依据。

1 资料与方法

1.1 研究资料 选取2020年1月至2021年1月我院收治的行根治性切除术治疗的结直肠癌患者120例作为结直肠癌组,男75例,女45例,年龄43-65岁,平均(54.53±5.67)岁,同期行结直肠癌筛查排除结直肠癌的健康人120例作为健康组,健康组男70例,女50

【第一作者】徐锰超,女,影像技师,主要研究方向:影像技术方向。E-mail: mcsteshe0182@21cn.com

【通讯作者】徐锰超

例，年龄42-65岁，平均(55.09±6.12)岁。两组性别、年龄等资料比较无意义(P>0.05)。

纳入标准：结直肠癌纳入标准：术前均经病理证实为结直肠癌；术前排除肺转移、肝转移或其他远处转移，无其他组织来源的恶性肿瘤；初次行根治性切除手术治疗，且手术成功；资料完整。健康组纳入标准：各项检查结果正常，身体健康。排除标准：妊娠或哺乳期妇女；经脏器功能检查提示心肝肾等脏器功能不全者；肠套叠、梗阻、肠痿者；难以控制的内科疾病者。

1.2 研究方法

1.2.1 磁共振弥散加权成像 取仰卧位，使用Siemens Magnetom Trio 3.0T磁共振扫描仪在横断位、矢状位、轴位T₁WI、T₂WI扫描患者整个盆腔，然后行磁共振弥散加权成像检查，自动生成ADC图。T₁WI参数设置：TR、TE分别400ms、20ms，层厚、层间距均为3mm，视野160mm×160mm，矩阵256×256，激励2次；T₂WI参数设置：TR、TE分别4600ms、80ms，层厚、层间距5mm、1mm，视野350mm×350mm，矩阵256×256，激励4次；磁共振弥散加权成像取b值0、1000s/mm²，TR、TE分别4000ms、65ms，层厚、层间距3mm、1mm，视野18mm×180mm，矩阵256×256。数据导入Philips MR 工作区处理分析，获得ADC值。

1.2.2 血清肿瘤标志物水平检测 于结直肠癌组术前、健康组体检当日抽取3mL静脉血，使用新产业MAGLUMI X8全自动化学发光免疫分析仪测定血清CEA、CA242、CA199等肿瘤标志物水平，CEA正常范围≤5ng/mL，CA242正常范围≤37.00U/mL，CA199正常范围≤20.00U/mL。

1.2.3 术后复发转移评价 结直肠癌患者在术后均经门诊随访，随访24个月，直至患者死亡或随访结束，根据术后随访症状特征、实验室指标及影像学、病理学检查评价肿瘤复发转移情况。

1.3 指标观察

1.3.1 比较结直肠癌组与健康组ADC值、CEA、CA242、CA199水平及在不同临床特征结直肠癌患者中的表达差异。

1.3.2 根据术后随访结果，将结直肠癌患者分为复发转移组、未复发转移组，比较两组临床资料及ADC值、CEA、CA242、CA199水平，分析ADC值、CEA、CA242、CA199对结直肠癌患者术后复发转移的预测价值。

1.3.3 分析结直肠癌患者ADC值与CEA、CA242、CA199的相关性。

1.4 统计学分析 采用SPSS 26.0统计软件进行分析处理。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，两组间比较采用独立样本t检验，多组间比较采用方差齐性检验，多组间两两比较采用LSD-t检验；计数资料以构成比(%)表示，两组间比较采用 χ^2 检验；采用Pearson或Spearman检验分析相关性，采用Logistics回归分析影响结直肠癌患者术后复发转移的危险因素；采用ROC分析ADC值、CEA、CA242、CA199对结直肠癌患者术后复发转移的预测价值。检验水准 $\alpha=0.05$ ，以P<0.05表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 结直肠癌组与健康组ADC值、CEA、CA242、CA199水平比较 与健康组比较，结直肠癌组ADC值降低，CEA、CA242、CA199水平升高(P<0.05)，见表1。

表1 结直肠癌组与健康组ADC值、CEA、CA242、CA199水平比较

组别	例数	ADC值(×10 ⁻³ mm ² /s)	CEA(ng/mL)	CA242(U/mL)	CA199(U/mL)
结直肠癌组	120	0.79±0.10	18.74±3.93	78.96±10.21	65.32±7.78
健康组	120	1.35±0.24	2.31±0.57	11.89±2.24	15.46±1.13
t		23.590	45.320	70.290	69.480
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 ADC值、CEA、CA242、CA199与结直肠癌患者临床特征的关系 不同TNM分期、分化程度结直肠癌患者ADC值、CEA、CA242、CA199水平比较，III期、低分化患者ADC值最低，CEA、CA242、CA199水平最高(P<0.05)；ADC值、CEA、CA242、CA199水平在其余临床特征中表达无意义(P>0.05)，见表2。

表2 ADC值、CEA、CA242、CA199与结直肠癌患者临床特征的关系

临床特征	例数	ADC值(×10 ⁻³ mm ² /s)	CEA(ng/mL)	CA242(U/mL)	CA199(U/mL)
性别	男	75	0.81±0.12	18.12±3.84	79.83±9.98
	女	45	0.79±0.10	18.89±2.79	78.79±10.12
t		0.939	1.172	0.550	0.088
P		0.350	0.244	0.584	0.930
年龄(岁)	≥60	30	0.80±0.14	18.78±2.12	78.68±9.21
	<60	90	0.79±0.10	19.00±1.68	78.09±9.79
t		0.427	0.580	0.290	0.481
P		0.670	0.563	0.772	0.632
组织学类型	乳头状腺癌	37	0.82±0.13	18.57±1.76	79.87±9.80
	管状腺癌	45	0.80±0.15	18.45±1.70	78.66±7.86
	粘液腺癌	38	0.79±0.12	19.09±2.94	79.54±8.32
F		1.559	1.389	0.236	0.452
P		0.201	0.238	0.583	0.509
肿瘤位置	直肠	68	0.81±0.13	18.75±1.79	79.85±9.09
	结肠	52	0.80±0.14	18.59±1.68	79.34±10.23
t		0.404	0.498	0.288	0.367
P		0.687	0.619	0.774	0.714
肿瘤直径(cm)≥5	≥5	51	0.85±0.18	18.42±1.56	79.44±8.79
	<5	69	0.84±0.15	17.94±1.12	78.86±9.02
t		0.331	1.963	0.352	0.361
P		0.741	0.052	0.725	0.719
TNM分期	I 期	46	0.99±0.10	15.46±1.47	60.43±7.68
	II 期	42	0.80±0.11	20.32±2.53	76.84±8.97
	III期	32	0.67±0.12	29.98±2.32	89.09±10.32
F		19.200	152.280	21.090	27.810
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
分化程度	低分化	41	0.65±0.09	14.56±1.57	61.21±6.53
	中分化	49	0.79±0.12	21.43±1.89	79.87±8.02
	高分化	30	0.93±0.23	31.32±2.43	87.78±11.45
F		10.653	52.920	18.570	28.695
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.3 复发转移组、未复发转移组临床资料比较 与未复发转移组比较,复发转移组TNM分期III期、低分化程度、有脉管侵犯占比升高($P<0.05$);两组其余资料比较无意义($P>0.05$),见表3。

2.4 复发转移组、未复发转移组ADC值、CEA、CA242、CA199比较 与未复发转移组比较,复发转移组ADC值降低,CEA、CA242、CA199水平升高($P<0.05$)。见表4。

2.5 影响结直肠癌患者术后复发转移的多因素分析 以结直肠癌患者术后复发转移为因变量,以表3、表4中比较有意义的变量作为自变量,行多因素Logistic回归分析,结果显示,TNM分期、分化程度、脉管侵犯、ADC值、CEA、CA242、CA199水平均是影响患者术后复发转移的因素。见表5。

表3 复发转移组、未复发转移组临床资料比较[例(%)]

临床资料	例数	复发转移组 (n=48)	未复发转移组 (n=72)	χ^2	P
性别					
男	75	35(72.92)	40(55.56)	3.704	0.054
女	45	13(27.08)	32(44.44)		
年龄(岁)				0.741	0.389
≥60	30	10(20.83)	20(27.78)		
<60	90	38(79.17)	52(72.22)		
组织学类型				3.783	0.151
乳头状腺癌	37	10(20.83)	27(37.50)		
管状腺癌	45	21(43.75)	24(33.33)		
粘液腺癌	38	17(35.42)	21(29.17)		
肿瘤位置				0.090	0.764
直肠	68	28(58.33)	40(55.56)		
结肠	52	20(41.67)	32(44.44)		
肿瘤直径(cm)				0.051	0.821
≥5	51	21(43.75)	30(41.67)		
<5	69	27(56.25)	42(58.33)		
TNM分期				15.510	<0.001
I期	46	12(25.00)	34(47.22)		
II期	42	14(29.17)	28(38.89)		
III期	32	22(45.83)	10(13.88)		
分化程度				19.330	<0.001
低分化	41	27(56.25)	14(19.44)		
中分化	49	16(33.33)	33(45.83)		
高分化	30	5(10.42)	25(34.72)		
脉管侵犯				29.037	<0.001
有	45	32(66.67)	13(18.06)		
无	75	16(33.33)	59(81.94)		
神经侵犯				0.185	0.667
有	30	11(22.92)	19(26.39)		
无	90	37(77.08)	53(73.61)		
浸润深度				0.368	0.544
T1~T2	49	18(37.50)	31(43.06)		
T3~T4	71	30(62.50)	41(56.94)		
术后治疗方式				2.456	0.117
辅助化疗	63	21(43.75)	42(58.33)		
姑息化疗	57	27(56.25)	30(41.67)		

2.6 ADC值、CEA、CA242、CA199对结直肠癌患者术后复发转移的预测价值 经绘制ROC曲线显示,ADC值、CEA、CA242、CA199预测结直肠癌患者术后复发转移的AUC分别为0.897、0.800、0.829、0.783,ADC值预测效能优于CEA、CA242、CA199;ADC值与CEA、CA242、CA199联合预测价值优于单项预测[AUC(95%CI)=0.934,敏感度、特异度分别为90.65%、84.53%]。见表6、图1。

2.7 结直肠癌患者ADC值与CEA、CA242、CA199的相关性分析 经分析ADC值与CEA、CA242、CA199的相关性发现,ADC值与CEA、CA242、CA199呈显著负相关关系($P<0.05$)。见图2。

2.8 磁共振弥散加权成像诊断典型病例图片(见图3)

表4 复发转移组、未复发转移组ADC值、CEA、CA242、CA199比较

组别	例数	ADC值($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)	CEA(ng/mL)	CA242(U/mL)	CA199(U/mL)
复发转移组	48	0.60 $\pm$ 0.10	32.53 $\pm$ 3.12	88.32 $\pm$ 10.53	74.53 $\pm$ 8.57
未复发转移组	72	1.02 $\pm$ 0.23	15.94 $\pm$ 1.57	46.74 $\pm$ 7.98	52.96 $\pm$ 6.12
t		11.910	38.450	24.570	16.090
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表5 影响结直肠癌患者术后复发转移的多因素Logistic回归分析

	β	S.E.	Wald	P	OR	95%CI
TNM分期(参照: I期)						
II期	0.334	0.187	11.043	<0.001	2.587	1.970~6.785
III期	0.412	0.224	10.443	<0.001	3.790	2.798~9.796
分化程度(参照: 高分化)						
中分化	0.456	0.121	11.034	<0.001	3.678	2.009~5.768
低分化	0.412	0.167	12.845	<0.001	3.776	2.043~7.905
脉管侵犯(参照: 无)						
有	0.332	0.245	10.080	<0.001	2.564	2.000~4.542
ADC值	0.454	0.127	11.659	<0.001	2.945	1.890~3.896
CEA	0.346	0.134	7.000	<0.001	2.679	1.786~3.285
CA242	0.328	0.154	7.069	<0.001	2.675	1.969~3.806
CA199	0.337	0.565	8.907	<0.001	2.879	2.006~3.000

表6 ADC值、CEA、CA242、CA199对结直肠癌患者术后复发转移的预测效能分析

指标	AUC(95%CI)	阈值	敏感度(%)	特异度(%)
ADC值	0.897	0.87 $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$	88.97	82.31
CEA	0.800	21.78ng/mL	80.15	79.00
CA242	0.829	68.76U/mL	83.24	75.34
CA199	0.783	63.89U/mL	79.87	70.89
联合	0.934	—	90.65	84.53

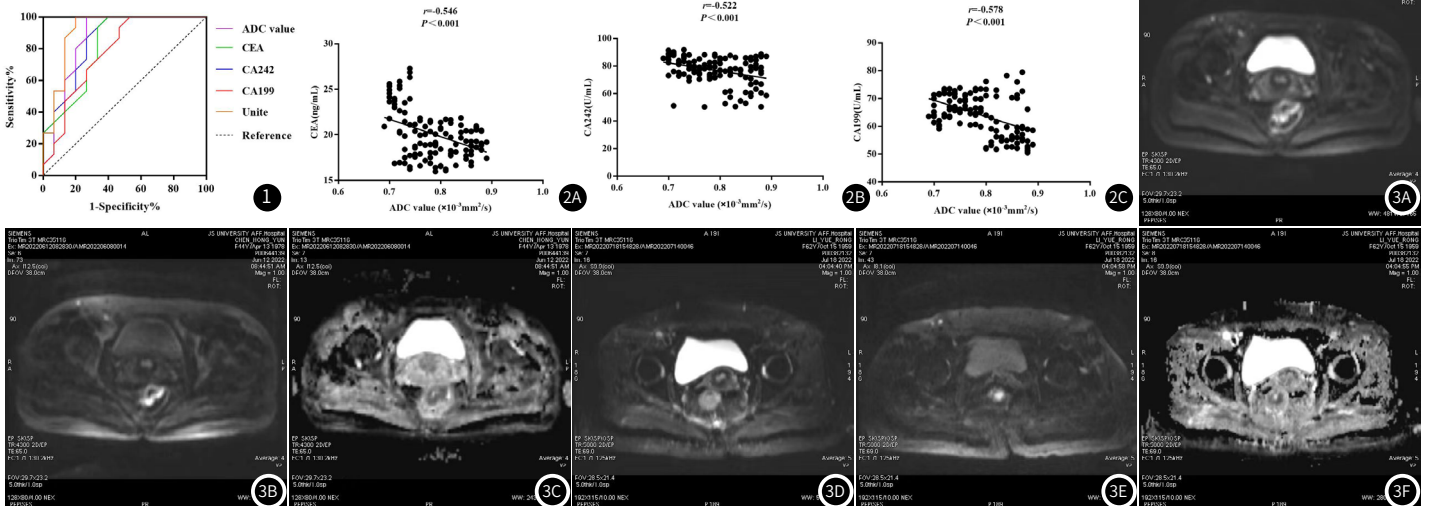


图1 ADC值、CEA、CA242、CA199预测结直肠癌患者术后复发转移的ROC曲线;

图2A-图2C 结直肠癌患者ADC值与CEA、CA242、CA199的相关性分析图;

图3A-图3F 两组低b值图像/高b值图像/adc图像;

3 讨 论

目前仍以手术作为根治结直肠癌重要手段，经根治性切除术治疗后可在一定程度上改善患者病情，抑制病灶进一步扩大，但对于难以清除的肿瘤细胞可基序破坏组织器官，从而导致术后复发转移，既往研究显示^[7-9]，接受根治性切除术治疗的患者术后无瘤生存期较短，是影响总体生存期的重要原因，故寻找如何早期预测患者术后复发转移，对及早预防、延长总体生存期具有重要意义。

在肿瘤细胞生物学功能维持过程中大量表面蛋白形成并释放入血，目前研究认为^[10]，恶性肿瘤的转移和复发与肿瘤侵袭性、肿瘤符合有关，临床多用于评估恶性肿瘤患者病情进展和转归。CEA、CA242、CA199是临床较常用的肿瘤标志物，CEA属于一种人胚胎抗原特性的酸性蛋白，主要分布于胞浆内，经细胞膜分泌至细胞外，进入至血液循环，在正常组织中表达降低，一旦细胞癌变表达急剧升高，与肿瘤细胞免疫、凋亡、黏附有关^[11-12]。CA242属于一种唾液酸化黏蛋白脂类抗原，高表达与各恶性肿瘤组织中，与肿瘤细胞迁移、侵袭能力有关^[13-14]。CA199属于一种黏液性糖蛋白，具有抑制T细胞增殖的作用，可诱导肿瘤参与恶性肿瘤局部转移，在结直肠癌、胃癌等患者血清中水平升高^[15-16]。王奇龙等学者^[17]在其报道中显示，CEA、CA242、CA199在结直肠癌患者中表达升高，尤其是出现转移和预后不良的患者，升高更显著。本研究发现，CEA、CA242、CA199在术后复发转移患者中处于高表达状态，与上述报道一致。本研究中经绘制ROC曲线分析CEA、CA242、CA199预测患者术后复发转移的效能，结果显示，CEA预测结直肠癌术后复发转移的敏感度、特异度分别为80.15%、79.00%，CA242敏感度、特异度分别为83.24%、75.34%，CA199敏感度、特异度分别为79.87%、70.89%，高于姜雅聪等学者^[18]报道结果，可能与纳入样本量或样本间个体差异有关。

既往多采用磁共振诊断结直肠癌复发转移状况，多依靠磁共振图像信号差别区别组织病变状况，然而常规磁共振受吻合口血供的影响，导致诊断准确性降低^[19]。磁共振弥散加权成像作为磁共振的延伸技术，是在无创的基础上在活体下观察水分子微观运动，以此充分展现出组织处于不同生理病理状态下水交换功能^[20]。研究显示^[21]，组织中水分子扩散运动与膜结构分布、微循环、核浆比、大分子物质有关，当组织出现病理变化时，大分子物质在胞内、膜结构、胞外间隙发生物理性质改变，进而影响水分子扩散功能，此诊断手段可准确反映出根治性切除术后结直肠癌吻合口新发病灶、密度状况。ADC值是磁共振弥散加权成像检查中描述水分子在不同方向扩散范围、速度的指标，其值高低与组织细胞密度有关，当细胞密度增加、细胞间隙减少、胞内结构改变时，水分子活动受限，导致磁共振弥散加权成像信号升高，ADC值降低^[22-23]。韩超等学者^[24]在其报道中发现，结直肠癌患者放化疗后病灶厚度增加，影响水分子扩散，导致ADC值变化，其值降低可用于评估结直肠癌患者放化疗效果。另外郭达等学者^[25]在其报道中显示，直肠癌患者ADC值降低有助于判断术后吻合口局部复发状况。在本研究中，为提高临床对结直肠癌患者术后复发转移的预测效能，分析磁共振弥散加权成像ADC值对患者术后复发转移的预测价值，结果发现，术后复发转移的患者ADC值降低，推测其降低原因可能与术后复发转移病灶组织细胞密度改变引起ADC值降低有关，与上述报道结果一致。

本研究进一步绘制ROC曲线，分析磁共振弥散加权成像ADC值、肿瘤标志物CEA、CA242、CA199对结直肠癌患者术后复发转移的预测价值，结果显示，与肿瘤标志物比较，磁共振弥散加权成像ADC值对结直肠癌患者术后复发转移的预测效能更优，但将磁共振弥散加权成像ADC值与肿瘤标志物联合预测价值优于单项，提示着可将磁共振弥散加权成像ADC值与血清肿瘤标志物联合提高结直肠癌患者术后复发转移预测效能，尽早预防。

综上所述，磁共振弥散加权成像ADC值在结直肠癌患者降低，肿瘤标志物CEA、CA242、CA199水平升高，与术后复发转移有一定关联，或可用于结直肠癌术后复发转移的预测。

参考文献

- [1] Wang RC, Wang JQ, Zhou XY, et al. Survival benefits of para-aortic lymphadenectomy in colorectal cancer with clinically suspected para-aortic lymph node metastasis: a meta-analysis and systematic review[J]. World J Surg Oncol, 2023, 21 (1): 28.
- [2] García-Fadrique A, Estevan Estevan R, Sabater Ortí L. Quality standards for surgery of colorectal peritoneal metastasis after cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy[J]. Ann Surg Oncol, 2022, 29 (1): 188-202.
- [3] 伍远浩, 黄平, 李来春. 趋化因子受体4对结直肠癌患者术后复发转移的评估价值[J]. 河北医学, 2022, 28 (8): 1361-1365.
- [4] 俞甲子, 张明元, 金梁斌, 等. 结直肠癌不同部位的原发灶对肝转移瘤根治切除术后早期复发的影响[J]. 中华普通外科杂志, 2022, 37 (6): 434-438.
- [5] Sepulveda AR, Hamilton SR, Allegra CJ, et al. Molecular biomarkers for the evaluation of colorectal cancer: guideline from the American Society for Clinical Pathology, College of American Pathologists, Association for Molecular Pathology, and the American Society of Clinical Oncology[J]. J Clin Oncol, 2017, 35 (13): 1453-1486.
- [6] Zhang K, Ren Y, Xu S, et al. A clinical-radiomics model incorporating T2-weighted and diffusion-weighted magnetic resonance images predicts the existence of lymphovascular invasion / perineural invasion in patients with colorectal cancer[J]. Med Phys, 2021, 48 (9): 4872-4882.
- [7] 柴文晓, 戴福宏, 郑宁刚, 等. 综合介入技术在结直肠癌复发转移治疗中的应用[J]. 中国老年学杂志, 2019, 39 (17): 4182-4184.
- [8] 黄荷, 陈婷, 郑丹, 等. ¹⁸F-FDG PET/CT联合Ki-67诊断结直肠癌术后复发、转移的价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18 (12): 135-137.
- [9] 张建林, 吴韦, 林见敏. II、III期结直肠癌组织中微小RNA-192表达及其与术后复发转移的相关性[J]. 实用癌症杂志, 2019, 34 (11): 1745-1748.
- [10] Hu H, Huang J, Lan P, et al. CEA clearance pattern as a predictor of tumor response to neoadjuvant treatment in rectal cancer: a post-hoc analysis of FOWARC trial[J]. BMC Cancer, 2018, 18 (1): 1145.
- [11] 杨兴, 邹兵, 袁灵. 血清CA724、CEA及多层螺旋CT检查对结直肠癌及转移的诊断价值[J]. 临床和实验医学杂志, 2023, 22 (2): 209-213.
- [12] 杨曦, 桑璐, 王雪莲. 血清suPAR、CEA和CA19-9联合检测在结直肠癌术后复发的预测价值研究[J]. 北京医学, 2023, 45 (1): 42-46.
- [13] 邱绪文, 王祖斌. 血清CEA、CA199、CA724、CA242与结直肠癌关系的临床研究[J]. 中国现代普通外科进展, 2016, 19 (4): 326-327, 330.
- [14] 罗雄, 夏于新, 孙晓梅, 等. 结肠镜联合CEA、CA242鉴别结直肠息肉与癌变的效能研究[J]. 影像科学与光化学, 2021, 39 (2): 280-285.
- [15] 汤俊, 黄春锦, 陈玺. 老年结直肠癌患者血清内CEA、AFP、CA50、CA199和CA724的表达及意义[J]. 实用癌症杂志, 2019, 34 (3): 397-399, 406.
- [16] 马琛茹, 关泉林, 郝建鹏, 等. 血清Hcy、CEA、CA199对结直肠癌诊断值及其分期的相关性研究[J]. 西部医学, 2019, 31 (10): 1549-1553.
- [17] 王奇龙, 陈南征, 吕铁升. 血清CEA、CA19-9、CA242对结直肠癌转移及预后的评估价值[J]. 解放军医药杂志, 2020, 32 (6): 29-33.
- [18] 姜雅聪, 张旭初, 王剑杰, 等. 血清肿瘤标志物测定联合应用对结直肠癌术后复发与转移探测的临床诊断价值[J]. 标记免疫分析与临床, 2021, 28 (7): 1106-1109.
- [19] Surov A, Pech M, Powerski M, et al. Pretreatment apparent diffusion coefficient cannot predict histopathological features and response to neoadjuvant radiochemotherapy in rectal cancer: a meta-analysis[J]. Dig Dis, 2022, 40 (1): 33-49.
- [20] Amodeo S, Rosman AS, Desiato V, et al. MRI-based apparent diffusion coefficient for predicting pathologic response of rectal cancer after neoadjuvant therapy: systematic review and meta-analysis[J]. AJR Am J Roentgenol, 2018, 211 (5): W205-W216.
- [21] Meyer HJ, Wienke A, Surov A. Association between VEGF expression and diffusion weighted imaging in several tumors-A systematic review and meta-analysis[J]. Diagnostics (Basel), 2019, 9 (4): 126.
- [22] 李粤, 侯佳宁, 吕国庆. 3.0T MRI联合血清DR-70检测显著提高早期结直肠癌的诊断效能[J]. 分子影像学杂志, 2022, 45 (3): 335-338.
- [23] 胡江伟, 张巍巍. MR扩散成像结合血清COLIV、CEA水平在诊断结直肠癌肝转移中的临床价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17 (2): 94-97.
- [24] 韩超, 陈新晖. 磁共振弥散加权成像ADC值对结直肠癌放化疗疗效的评估价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19 (8): 144-147.
- [25] 郭达, 杨陈, 周倩, 等. MR7503.0T DWI ADC值与直肠癌患者临床病理分级及术后复发和吻合口炎性纤维化关系[J]. 放射学实践, 2020, 35 (10): 1310-1315.

(收稿日期: 2023-05-30)
(校对编辑: 孙晓晴)