

基于经直肠超声造影参数的 Logistic 回归模型评估 局部进展期直肠癌新辅助放化疗疗效的临床价值

廖中凡 罗 源 敬基刚 杨 音 闫静文 彭玉兰 庄 华

摘 要 **目的** 探讨基于经直肠超声造影参数的 Logistic 回归模型评估局部进展期直肠癌(LARC)新辅助放化疗(NCRT)疗效的临床价值。**方法** 选取于我院接受 NCRT 后并行全直肠系膜切除术的 LARC 患者 96 例,根据病理肿瘤退缩分级(pTRG)将其分为反应良好组(pTRG 0、1 级)34 例和反应不佳组(pTRG 2、3 级)62 例。比较两组治疗前、后肿瘤长径、厚径、肿瘤内主要动脉的收缩期峰值血流速度(PSV)和阻力指数(RI)、超声造影不均匀增强程度分级(CEUS-IG_{治疗前}和 CEUS-IG_{治疗后}),以及治疗后长径变化率、厚径变化率、PSV 变化率、RI 变化率、CEUS-IG 降级占比的差异;应用 Logistic 回归分析预测 LARC 患者 NCRT 反应良好的独立影响因素,并建立 Logistic 回归模型;绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析该模型及单一参数预测 LARC 患者 NCRT 反应良好的诊断效能。**结果** 两组 CEUS-IG_{治疗后}、肿瘤长径变化率、PSV 变化率、CEUS-IG 降级占比比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);其余参数比较差异均无统计学意义。Logistic 回归分析显示,PSV 变化率、CEUS-IG_{治疗后}、CEUS-IG 降级均为预测 LARC 患者 NCRT 反应良好的独立影响因素($OR = 6.95、15.69、4.62$, 均 $P < 0.05$)。ROC 曲线分析显示,Logistic 回归模型预测 LARC 患者 NCRT 反应良好的特异度、准确率和 AUC 均最高,分别为 94.10%、84.4%、0.917,且其 AUC 与单一参数比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。**结论** 基于经直肠超声造影参数的 Logistic 回归模型在评估 LARC 患者 NCRT 疗效中有一定临床价值。

关键词 超声检查,经直肠;造影剂;直肠癌,局部进展期;肿瘤退缩分级;新辅助放化疗

[中图分类号] R445.1; R735.37

[文献标识码] A

Clinical value of Logistic regression model based on transrectal contrast-enhanced ultrasound parameters in assessing the efficacy of neoadjuvant chemoradiotherapy for locally advanced rectal cancer

LIAO Zhongfan, LUO Yuan, JING Jigang, YANG Yin, YAN Jingwen, PENG Yulan, ZHUANG Hua

Department of Ultrasound, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu 610041, China

ABSTRACT **Objective** To investigate the clinical value of Logistic regression model based on transrectal contrast-enhanced ultrasound parameters in assessing the efficacy of neoadjuvant chemoradiotherapy (NCRT) for locally advanced rectal cancer (LARC). **Methods** Totally 96 patients with LARC who underwent NCRT and subsequent total mesorectal excision in our hospital were selected and divided into good response group (pTRG 0, 1, $n = 34$) and poor response group (pTRG 2, 3, $n = 62$) according to the pathological tumor regression grade (pTRG). The differences of tumor long diameter, thickness, peak systolic velocity (PSV) and resistance index (RI) of the main artery inside the tumor, the contrast-enhanced ultrasound inhomogeneity grade (CEUS-IG_{pre} and CEUS-IG_{post}) before and after treatment, and long diameter change rate, thickness change rate, PSV change rate, RI change rate, the proportion of CEUS-IG downgrade of the tumor after treatment were compared. Logistic regression analysis was applied to predict independent influences on the efficacy of NCRT in patients with LARC, and a Logistic regression model was established. Receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the Logistic regression model and a single parameter in predicting the diagnostic efficacy of good NCRT response in LARC patients. **Results** There were statistically significant differences in CEUS-IG_{post}, tumor long diameter change rate, PSV change rate and the proportion of CEUS-IG downgrade between the two groups (all $P < 0.05$), while the differences in the rest parameters were not statistically

significant. Logistic regression analysis showed that PSV change rate, CEUS-IG_{post} and CEUS-IG downgrade were independent influencing factors in predicting the efficacy of NCRT in LARC patients ($OR=6.95, 15.69, 4.62$, all $P<0.05$). ROC curve analysis showed that the Logistic regression model had the highest specificity, accuracy and AUC for predicting good NCRT response in LARC patients, with 94.10%, 84.4% and 0.917, respectively. The AUC of the model was statistically significant differences compared with that of a single parameter (all $P<0.05$). **Conclusion** The Logistic regression model based on transrectal contrast-enhanced ultrasound parameters has certain clinical value in assessing the efficacy of NCRT in LARC patients.

KEY WORDS Ultrasonography, transrectal; Contrast agent; Rectal cancer, locally advanced; Tumor regression grade; Neoadjuvant chemoradiotherapy

局部进展期直肠癌(locally advanced rectal cancer, LARC)是指临床分期为Ⅱ期(T3-4N0M0)或Ⅲ期(T1-4N1-2M0)的直肠癌,约占直肠癌的50%,其标准的治疗方案是术前新辅助放化疗(neoadjuvant chemoradiotherapy, NCRT)联合全直肠系膜切除术。NCRT后,肿瘤会出现退缩性改变^[1]。通过观察治疗后癌巢内残余肿瘤细胞和纤维化占比,可获得病理指标肿瘤退缩分级(pathological tumor regression grade, pTRG),该指标广泛用于评估直肠癌NCRT的疗效,与患者预后密切相关。因此,术前准确预测pTRG,对于临床制定适合患者的个体化治疗方案具有重要意义。影像学作为无创或低创的检查手段,是术前预测TRG的主要手段。Patel等^[2]首次提出了磁共振肿瘤退缩分级(magnetic resonance tumor regression grade, mrTRG),并表明mrTRG是NCRT后总体生存期和无病生存期的独立预测因素。但研究^[3-4]表明pTRG与mrTRG的一致性较低($Kappa$ 为0.25~0.36),mrTRG不能代替pTRG。有研究^[5-6]将mrTRG改进为二分类变量后,其预测效能有所提升,但仍不足以对直肠癌患者的治疗反应进行准确评估。经直肠超声(transrectal ultrasound, TRUS)可清晰显示NCRT后直肠癌的形态、大小,并可通过超声造影(contrast-enhanced ultrasound, CEUS)评估其血流灌注情况。本研究旨在探讨基于经直肠CEUS参数的Logistic回归模型评估LARC患者NCRT疗效的临床价值,以期对肿瘤的疗效监测提供更准确的手段。

资料与方法

一、研究对象

选取2020年1月至2022年8月于我院接受NCRT后并行全直肠系膜切除术的LARC患者96例,根据第7版美国癌症联合委员会(AJCC)pTRG分级标准^[7]将其分为反应良好组(pTRG 0、1级)34例和反应不佳组(pTRG 2、3级)62例。反应良好组中,男24例,女10例,年龄39~73岁,平均(42.59±10.45)岁;pTRG 0级12例,

pTRG 1级22例。反应不佳组中,男50例,女12例,年龄36~75岁,平均(38.74±9.58)岁;pTRG 2级51例,pTRG 3级11例。纳入标准:①患者均经病理确诊有单发的直肠癌病灶;②术前均接受NCRT;③NCRT前后均行TRUS检查;④NCRT后均接受全直肠系膜切除术治疗并获得明确的病理结果;⑤临床资料、病理资料均完整。排除标准:①肠腔狭窄,TRUS检查时探查受限,不能全面评估者;②发生远处转移或合并其他脏器的恶性肿瘤者;③NCRT后的超声检查间隔时间超过10周^[8];④超声图像质量欠佳。本研究经我院医学伦理委员会批准,所有患者均签署知情同意书。

二、仪器与方法

1. TRUS及CEUS检查:使用BK 5000彩色多普勒超声诊断仪,E14CL4b(9048)双平面经直肠超声探头,频率4~14 MHz。检查前嘱患者尽量排空肠道,取左侧卧位,嘱其深呼吸,放松肛管,缓慢经肛门旋转置入探头,先行常规超声对直肠及肛管进行全面扫查,确定肿瘤位置后,于肿瘤最大切面测量其长径、厚径、肿瘤下缘距白线距离,以及肿瘤内主要动脉的收缩期峰值血流速度(PSV)、阻力指数(RI);然后切换至CEUS模式,经患者肘正中静脉团注2.4 ml配置好的SonoVue混悬液(意大利Bracco公司),观察约1 min,选取造影剂达峰时的图像对肿瘤进行超声造影不均匀增强程度分级(contrast-enhanced ultrasound inhomogeneity grade, CEUS-IG),分级标准^[9]:Ⅰ级,病灶呈不均匀增强,增强分布极不均匀,可出现无增强区域;Ⅱ级,病灶呈欠均匀增强,可出现大片低增强区域;Ⅲ级,病灶呈较均匀增强,可出现分层增强或小片状低增强区域;Ⅳ级,病灶呈均匀性增强,各部分增强程度及分布基本无差异。CEUS-IG_{治疗后}Ⅰ、Ⅱ级提示治疗后肿瘤灌注出现明显异质性,预示反应良好;Ⅲ、Ⅳ级提示肿瘤整体灌注与治疗前比较无变化或变化小,预示反应不佳;CEUS-IG降级预示反应良好,未降级预示反应不佳^[10]。计算治疗后肿瘤长径、厚径、肿瘤下缘距白线距离、PSV、RI变化率,各参数变化率计算公式为:变

化率=(治疗前参数-治疗后参数)/治疗前参数×100%。
以上操作均由同一具有 5 年以上胃肠道超声检查经验的超声医师完成。

2. 临床资料收集:收集患者年龄、性别,以及治疗前后癌胚抗原(CEA)、糖类抗原 199(CA199)水平,并计算 CEA、CA199 变化率,变化率计算公式同上。

三、统计学处理

应用 SPSS 26.0 统计软件,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组比较采用独立样本 *t* 检验;不符合正态分布的计量资料以 *M* (IQR) 表示,两组比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料以频数或率表示,两组比较采用 χ^2 检验。应用 Logistic 回归分析筛选 LARC 患者 NCRT 疗效的独立影响因素,并建立 Logistic 回归模型;应用 Hosmer-Lemeshow 检验评估该模型的拟合优度。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析 Logistic 回归模型及单一参数预测 LARC 患者 NCRT 疗效的诊断效能;AUC 比较采用 Delong 检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

一、两组临床资料比较

两组性别比、年龄、CEA_{治疗前}、CA199_{治疗前}、CEA_{治疗后}、CA199_{治疗后}、CEA 变化率、CA199 变化率比较差异均无统计学意义。见表 1。

二、两组 TRUS 参数和 CEUS 参数比较

两组肿瘤长径变化率、PSV 变化率、CEUS-IG_{治疗后}、CEUS-IG 降级占比比较差异均有统计学意义(均 *P* < 0.05);其余参数比较差异均无统计学意义。见表 2, 3 和图 1, 2。

三、Logistic 回归分析及预测模型建立

将上述差异有统计学意义的肿瘤长径变化率、PSV 变化率、CEUS-IG_{治疗后}、CEUS-IG 降级纳入 Logistic 回归分析,结果显示,PSV 变化率、CEUS-IG_{治疗后}、CEUS-IG 降级均为预测 LARC 患者 NCRT 疗效的独立影响因素(*OR* = 6.95、15.69、4.62, 均 *P* < 0.05);建立 Logistic 回归模型, Hosmer-Lemeshow 检验显示该模型的拟合

表 1 两组临床资料比较

组别	男/女 (例)	年龄 (岁)	CEA _{治疗前} (ng/ml)	CEA _{治疗后} (ng/ml)	CEA 变化率 (%)	CA199 _{治疗前} (ng/ml)	CA199 _{治疗后} (ng/ml)	CA199 变化率 (%)
反应良好组(34)	24/10	42.59±10.45	12.00±20.84	5.16±14.80	33.00(70.00)	27.54±44.08	11.79±6.23	11.50(65.00)
反应不佳组(62)	50/12	38.74±9.58	7.06±9.60	3.22±2.14	18.50(70.00)	15.53±16.23	12.28±9.26	0.00(60.00)
<i>t</i> / χ^2 / <i>Z</i> 值	1.257	1.822	1.307	0.758	-1.096	1.533	-0.313	-1.416
<i>P</i> 值	0.262	0.072	0.199	0.454	0.273	0.134	0.755	0.144

CEA:癌胚抗原;CA199:糖类抗原 199

表 2 两组 TRUS 参数比较

组别	长径 _{治疗前} (mm)	长径 _{治疗后} (mm)	长径变化率 (%)	厚径 _{治疗前} (mm)	厚径 _{治疗后} (mm)	厚径变化率 (%)	肿瘤下缘距白线 距离 _{治疗前} (mm)	肿瘤下缘距白线 距离 _{治疗后} (mm)	肿瘤下缘距白线 距离变化率(%)
反应良好组	42.58±10.45	27.41±9.67	36.50(18.00)	16.79±7.01	9.97±3.93	37.00(33.00)	36.82±25.23	42.35±25.13	95.50(36.00)
反应不佳组	38.74±9.58	29.16±11.07	25.00(37.00)	16.46±6.43	11.27±4.89	32.00(33.00)	42.35±26.93	45.13±28.60	95.50(36.00)
<i>t</i> / <i>Z</i> 值	1.822	-0.773	-2.143	0.230	-1.333	-1.332	-0.984	-0.474	-1.284
<i>P</i> 值	0.072	0.441	0.003	0.818	0.186	0.186	0.328	0.636	0.199
组别	PSV _{治疗前} (cm/s)	PSV _{治疗后} (cm/s)	PSV 变化率(%)	RI _{治疗前}	RI _{治疗后}	RI 变化率(%)			
反应良好组	11.65±6.53	10.54±6.25	34.50(42.00)	0.78±0.13	0.70±0.11	8.50(22.00)			
反应不佳组	16.20±11.03	12.07±8.16	9.00(62.00)	0.79±0.16	0.71±0.12	10.50(21.00)			
<i>t</i> / <i>Z</i> 值	-1.297	-0.953	-3.363	-0.040	-0.678	-0.800			
<i>P</i> 值	0.198	0.343	0.001	0.687	0.500	0.936			

PSV:收缩期峰值血流速度;RI:阻力指数

表 3 两组 CEUS 参数比较

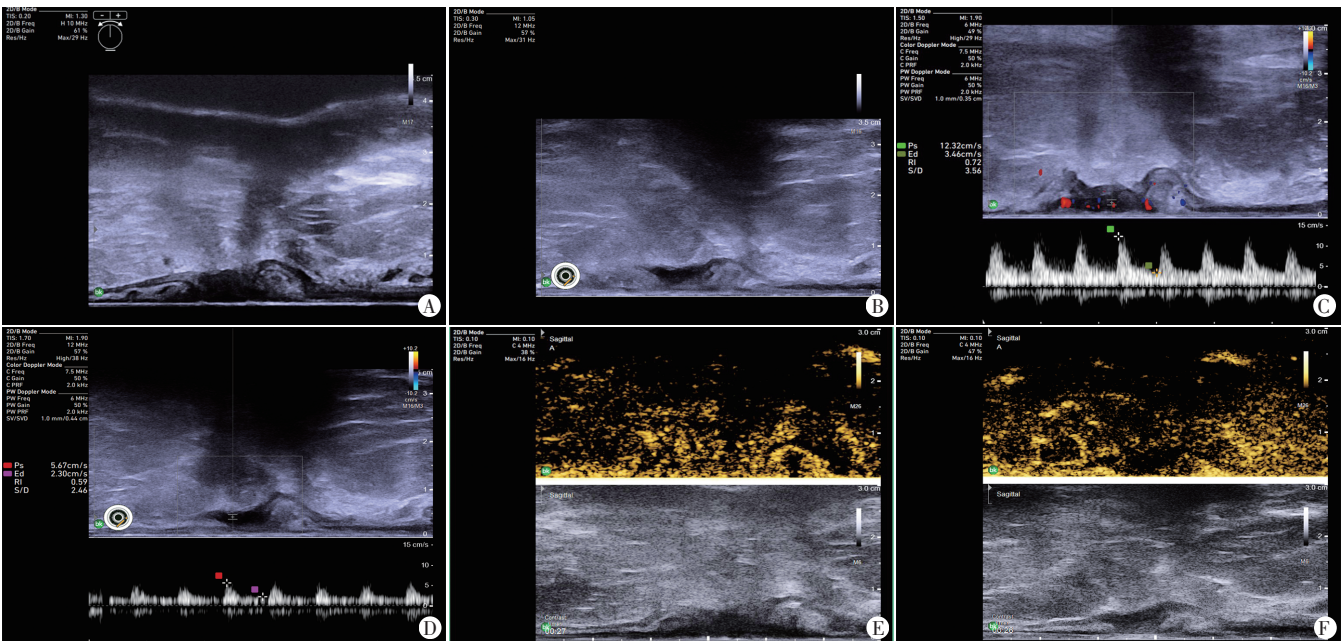
组别	CEUS-IG _{治疗前}		CEUS-IG _{治疗后}		CEUS-IG 降级	
	良好	不佳	良好	不佳	是	否
反应良好组	8	26	26	8	27	7
反应不佳组	21	41	10	52	20	42
χ^2 值	1.114	40.286	19.538			
<i>P</i> 值	0.291	0.000	0.000			

CEUS-IG:超声造影不均匀增强程度分级

效果良好(χ^2 = 13.803, *P* = 0.087)。见表 4。

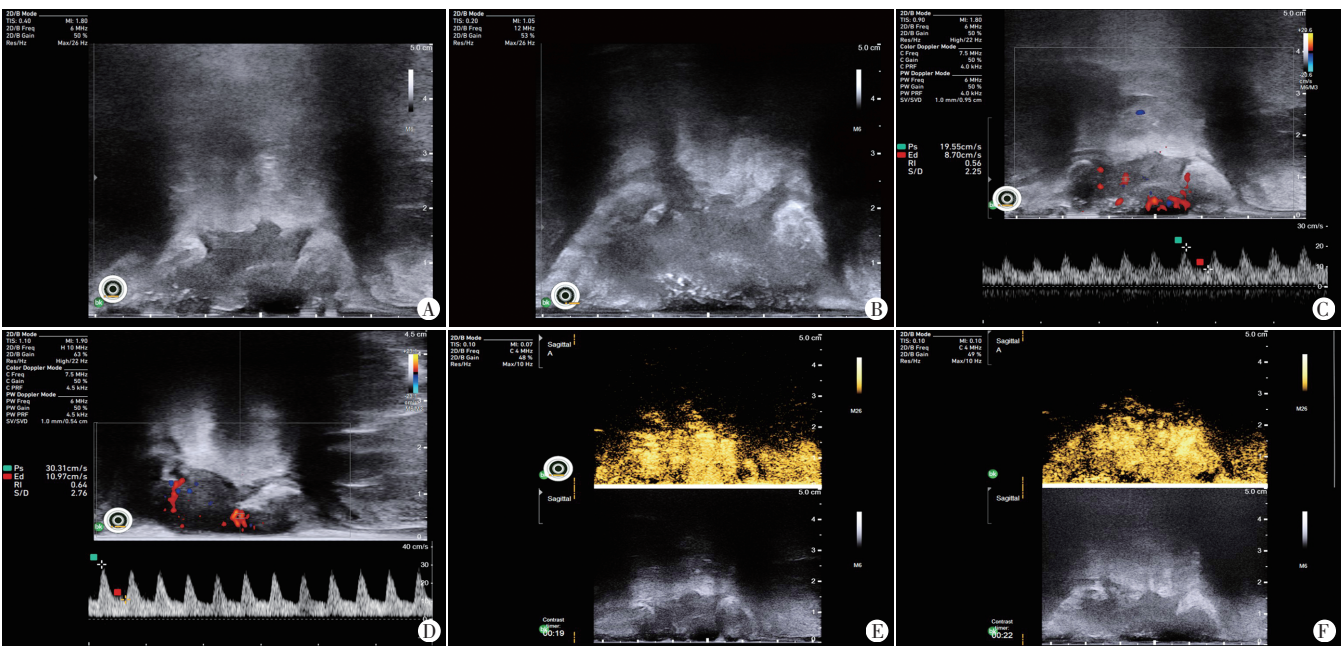
四、ROC 曲线分析预测 NCRT 反应良好的诊断效能

ROC 曲线分析显示, Logistic 回归模型预测 NCRT 反应良好的特异度、准确率和 AUC 均最高;且 CEUS-IG_{治疗后} 预测 NCRT 反应良好的 AUC 高于长径变化率, Logistic 回归模型的 AUC 高于单一参数, 差异均有统计学意义(均 *P* < 0.05)。见表 5 和图 3。



A、B:肿瘤长径_{治疗前}为26.00 mm,肿瘤长径_{治疗后}为16.00 mm,长径变化率为38.46%;C、D:肿瘤内PSV_{治疗前}为12.32 cm/s,肿瘤内PSV_{治疗后}为5.67 cm/s, PSV变化率为53.98%;E、F:CEUS-IG_{治疗前}为Ⅲ级,CEUS-IG_{治疗后}为Ⅰ级,CEUS-IG降级

图1 反应良好组(男,59岁,pTRG 0级)NCRT前、后TRUS及CEUS图



A、B:肿瘤长径_{治疗前}为35.00 mm,肿瘤长径_{治疗后}为42.00 mm,长径变化率为-20.00%;C、D:肿瘤内PSV_{治疗前}为19.55 cm/s,肿瘤内PSV_{治疗后}为30.31 cm/s, PSV变化率为-55.04%;E、F:CEUS-IG_{治疗前}为Ⅳ级,CEUS-IG_{治疗后}为Ⅳ级,CEUS-IG未降级

图2 反应不佳组(男,36岁,pTRG 3级)NCRT前、后TRUS及CEUS图

表4 Logistic 回归分析

变量	回归系数	Wald χ^2 值	P值	OR值	OR值的95%可信区间
长径变化率	2.809	3.638	0.056	16.59	0.925~297.497
PSV变化率	1.938	4.052	0.044	6.95	1.052~45.853
CEUS-IG _{治疗后}	2.753	18.638	0.000	15.69	4.496~54.762
CEUS-IG降级	1.529	5.987	0.014	4.62	1.356~15.711
常数项	-3.905	19.345	0.000	0.02	0.004~0.115

表 5 Logistic 回归模型及单一参数预测 LARC 患者 NCRT 反应良好的诊断效能

方法	截断值	灵敏度 (%)	特异度 (%)	阳性预测值 (%)	阴性预测值 (%)	准确率 (%)	AUC
长径变化率	26.0%	85.3	51.6	49.2	86.5	63.5	0.633
PSV 变化率	22.5%	70.6	67.7	54.5	77.8	68.8	0.708
CEUS-IG 治疗后	-	82.4	83.9	73.7	89.7	83.3	0.810
CEUS-IG 降级	-	79.4	67.7	57.5	85.7	71.9	0.736
Logistic 回归模型	0.281	73.5	94.1	80.6	86.2	84.4	0.917

AUC:曲线下面积

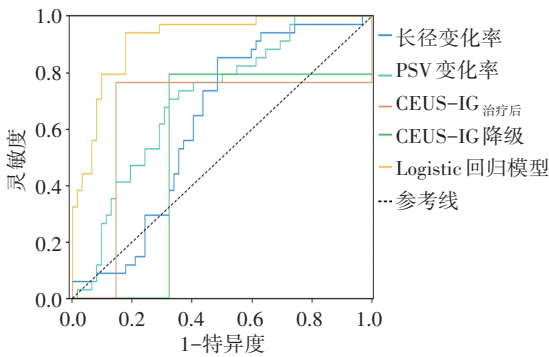


图 3 Logistic 回归模型及单一参数预测 LARC 患者 NCRT 反应良好的 ROC 曲线图

讨 论

LARC 的标准治疗方案为 NCRT 联合全直肠系膜切除术,NCRT 可减小肿瘤体积并降低肿瘤分期,提高对直肠癌的局部控制率和患者生存率。LARC 患者接受 NCRT 后肿瘤会产生退缩性改变,其中 pTRG 是评估 NCRT 疗效的重要病理指标。研究^[11]表明,若能在术前对 pTRG 进行准确预测,可对病理完全缓解(pCR)的患者采取“观察并等待”的策略,避免手术带来的并发症和永久性造瘘,有助于提高患者的生存质量,为患者制定个体化的治疗方案,实现精准医疗。既往研究^[12-13]对血清 CEA、CA199 能否准确评估 NCRT 疗效仍存在分歧,本研究结果显示,反应良好组与反应不佳组血清 CEA_{治疗前}、CEA_{治疗后}、CEA 变化率、CA199_{治疗前}、CA199_{治疗后}、CA199 变化率比较差异均无统计学意义,与 Kalady 等^[13]研究结论相似,表明血清 CEA、CA199 预测 NCRT 疗效的价值有限。影像学是术前预测 pTRG 的主要方法。TRUS 及 CEUS 可对接受 NCRT 后的 LARC 进行实时观察,显示肿瘤的大小及血流灌注,对 NCRT 的疗效评估有重要的应用价值。本研究旨在探讨基于经直肠 CEUS 参数的 Logistic 回归模型评估 LARC 患者 NCRT 疗效的临床价值。

陈丽梅等^[14]研究表明 pCR 患者 NCRT 后肿瘤长径、厚径均较治疗前显著减小(均 $P<0.05$);金鑫等^[15]研究表明, pCR 与非 pCR 组治疗后肿瘤长径、厚径、

长径变化率、厚径变化率与 pTRG 显著相关($r=0.336$ 、 -0.407 、 0.403 、 -0.435 , 均 $P<0.05$)。本研究结果显示, NCRT 治疗后长径变化率 $>26.0\%$ 时,预测其疗效的准确率为 63.5%, AUC 为 0.633,表明长径变化率可对 NCRT 疗效进行预测,与上述研究结论一致。但本研究两组肿瘤长径_{治疗前}、长径_{治疗后}、厚径_{治疗前}、厚径_{治疗后}及厚径变化率比较差异均无统计学意义,与既往研究^[14-15]结果不一致,分析原因可能与样本量较小和测量仪器不同有关。接受 NCR 后,反应良好的肿瘤内血供会受到破坏,超声血流参数会出现相应改变,本研究结果显示 PSV 变化率截断值为 22.5% 时,预测 LARC 患者 NCRT 反应良好的准确率为 68.8%, AUC 为 0.708,与既往研究^[16-17]结果相似。CEUS 相较于彩色多普勒超声的优势在于能反映肿瘤整体的血流灌注,已有研究^[18]将 CEUS 用于预测 NCRT 后的肿瘤 T 分期,但暂未见研究将其应用于预测 pTRG。本研究依据 pTRG 将接受 NCRT 后行全直肠系膜切除术的 LARC 患者分为反应良好组与反应不佳组,采用 CEUS-IG 对 LARC 的血流灌注进行整体评价,将 CEUS-IG I、II 级判定为肿瘤内血供丰富,预示反应不佳,CEUS-IG III、IV 级判定肿瘤内血供匮乏,预示反应良好;比较治疗前后 CEUS 图像,治疗后 CEUS-IG 若较治疗前发生降级,则预示肿瘤内血供减少,预示反应良好,否则预示反应不佳;研究结果显示, CEUS-IG_{治疗后}和 CEUS-IG 降级预测 LARC 患者 NCRT 反应良好的准确率和 AUC 分别为 83.3%、71.9% 和 0.810、0.736,且 CEUS-IG_{治疗后}预测 LARC 患者 NCRT 反应良好的 AUC 高于长径变化率($P<0.05$),表明 CEUS 对 NCRT 疗效的评估优于常规超声的径线测量方法。

为进一步探究 TRUS 参数和 CEUS 参数评估 NCRT 疗效的价值,本研究将两组比较差异有统计学意义的超声参数纳入 Logistic 回归分析,结果显示 PSV 变化率、CEUS-IG_{治疗后}、CEUS-IG 降级均为预测 NCRT 反应良好的独立影响因素($OR=6.95$ 、 15.69 、 4.62 , 均 $P<0.05$),表明治疗后 CEUS-IG I、II 级及 PSV 降低、CEUS-IG 降

级均与 NCRT 疗效显著相关。据此建立 Logistic 回归模型,其预测 LARC 患者 NCRT 反应良好的灵敏度、特异度、准确率分别为 73.5%、94.1%、84.4%;AUC 最高,为 0.917,与单一参数比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),表明 Logistic 回归模型可联合多参数准确评估 NCRT 疗效,且优于单一参数,有助于为 LARC 患者制定治疗方案提供参考。

本研究的局限性:①为回顾性的单中心研究、样本量较小,尚需多中心、大样本量的前瞻性研究进一步验证;②超声参数的获取或评价均由同一操作者进行,可能使结果出现主观偏倚;③未考虑不同治疗方案对研究结果的影响。

综上所述,基于经直肠 CEUS 参数的 Logistic 回归模型可准确评估 LARC 患者 NCRT 疗效,为临床实现直肠癌精准治疗提供参考。

参考文献

- [1] 谭伊诺,陈海燕,丁克峰.肿瘤退缩分级标准的对比及其在直肠癌诊治中的应用进展[J].中华结直肠疾病电子杂志,2016,5(6):458-462.
- [2] Patel UB, Taylor F, Blomqvist L, et al. Magnetic resonance imaging-detected tumor response for locally advanced rectal cancer predicts survival outcomes: MERCURY experience[J]. J Clin Oncol, 2011, 29(28):3753-3760.
- [3] Sclafani F, Brown G, Cunningham D, et al. Comparison between MRI and pathology in the assessment of tumour regression grade in rectal cancer [J]. Br J Cancer, 2017, 117(10):1478-1485.
- [4] van den Broek JJ, van der Wolf FS, Lahaye MJ, et al. Accuracy of MRI in restaging locally advanced rectal cancer after preoperative chemoradiation[J]. Dis Colon Rectum, 2017, 60(3):274-283.
- [5] Jang JK, Choi SH, Park SH, et al. MR tumor regression grade for pathological complete response in rectal cancer post neoadjuvant chemoradiotherapy: a systematic review and Meta-analysis for accuracy[J]. Eur Radiol, 2020, 30(4):2312-2323.
- [6] Jia X, Zhang Y, Wang Y, et al. MRI for restaging locally advanced rectal cancer: detailed analysis of discrepancies with the pathologic reference standard[J]. Am J Roentgenol, 2019, 213(5):1081-1090.
- [7] Trakarnsanga A, Gönen M, Shia J, et al. Comparison of tumor regression grade systems for locally advanced rectal cancer after multimodality treatment [J]. J Natl Cancer Inst, 2014, 106(10):duj248.
- [8] Seo N, Kim H, Cho MS, et al. Response assessment with mri after chemoradiotherapy in rectal cancer: current evidences [J]. Korean J Radiol, 2019, 20(7):1003-1018.
- [9] 罗源,庄华,覃浪宽,等.基于灰度共生矩阵的直肠肿瘤超声造影不均匀程度的分级方法[J].生物医学工程学杂志,2019,36(6):964-968.
- [10] 李奥,林红军,巩海燕,等.BI-RADS4类乳腺肿块超声造影表现不均匀性增强的病理对照分析[J].临床超声医学杂志,2015,17(8):509-512.
- [11] Dossa F, Chesney TR, Acuna SA, et al. A watch-and-wait approach for locally advanced rectal cancer after a clinical complete response following neoadjuvant chemoradiation: a systematic review and Meta-analysis [J]. Lancet Gastroenterol Hepatol, 2017, 2(7):501-513.
- [12] 董欣鑫,陈悦,曹连群.影响局部进展期直肠癌新辅助放疗疗效的临床因素分析[J].中国综合临床,2021,37(4):294-301.
- [13] Kalady MF, de Campos-Lobato LF, Stocchi L, et al. Predictive factors of pathologic complete response after neoadjuvant chemoradiation for rectal cancer [J]. Ann Surg, 2009, 250(4):582-589.
- [14] 陈丽梅,刘小银,张文静,等.经直肠超声评估局部进展期直肠癌新辅助治疗疗效的应用价值[J].中华超声影像学杂志,2019,28(8):691-695.
- [15] 金鑫,陈东,陈海涛,等.经直肠三维超声在直肠癌新辅助放疗后病理完全缓解评估中的价值[J].临床超声医学杂志,2021,23(9):655-658.
- [16] Chen L, Liu X, Zhang W, et al. The predictive value of tumor volume reduction ratio on three-dimensional endorectal ultrasound for tumor response to chemoradiotherapy for locally advanced rectal cancer [J]. Ann Transl Med, 2022, 10(12):666.
- [17] 陈杰林,黄伟俊,邓小芸,等.经直肠超声下超声血管指数技术在直肠癌新辅助治疗的疗效评估[J].现代医用影像学,2021,30(6):1138-1140.
- [18] Xiao Y, Xu D, Ju H, et al. Application value of biplane transrectal ultrasonography plus ultrasonic elastosonography and contrast-enhanced ultrasonography in preoperative T staging after neoadjuvant chemoradiotherapy for rectal cancer [J]. Eur J Radiol, 2018, 104(1):20-25.

(收稿日期:2022-10-09)