

经直肠超声、剪切波弹性成像和多层螺旋计算机体层摄影的多模态影像组学分析对直肠癌淋巴结转移的预测研究

骆允^{1*}, 孟祥安¹, 郝永欣¹, 董亚青¹, 许雅芳²

1. 河北中石油中心医院 超声医学科, 河北 廊坊 065000

2. 河北中石油中心医院 医学影像科, 河北 廊坊 065000

【摘要】 目的 探讨经直肠超声(transrectal ultrasound, ERUS)、剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)和多层螺旋计算机体层摄影(multi-slice spiral computed tomography, MSCT)的多模态影像组学分析对直肠癌淋巴结转移的预测价值。方法 选取2021年1月至2022年5月在河北中石油中心医院治疗的直肠癌患者100例,其中伴有淋巴结转移患者47例(转移组),不伴有淋巴结转移患者53例(非转移组),比较两组ERUS、SWE和MSCT检查参数差异,构建多因素Logistic回归模型预测直肠癌淋巴结转移。结果 转移组淋巴结长径、淋巴结短径、长短径比值、直肠肿物占肠腔环周>1/2比例、直肠肿物超声T₃及以上分期比例分别为(7.10±2.01)mm、(6.22±1.02)mm、(1.16±0.24)、76.60%和82.98%,高于非转移组($P<0.05$)。转移组淋巴结最大杨氏模量和淋巴结弹性方差分别为(77.50±24.43)kPa和(11.50±2.92),高于非转移组($P<0.05$);转移组和非转移组中位弹性对比度、肿物最大杨氏模量比较差异无统计学意义($P>0.05$)。转移组MSCT纹理影像参数峰度、熵值分别为(2.51±0.89)和(7.40±0.80),高于非转移组($P<0.05$)。ERUS、SWE和MSCT参数构建多因素Logistic回归模型,该模型预测直肠癌淋巴结转移的受试者操作特征曲线的曲线下面积为0.803(95%CI:0.718~0.888, $P<0.05$),敏感度和特异度分别为70.20%和81.10%。结论 ERUS、SWE和MSCT参数构建的Logistic回归模型在预测直肠癌淋巴结转移方面有较高的价值。

【关键词】 经直肠超声; 剪切波弹性成像; 多层螺旋计算机体层摄影; 直肠癌淋巴结转移; 预测价值

Prediction of lymph node metastasis in rectal cancer by multimodal imaging analysis of ERUS, SWE and MSCT

Luo Yun^{1*}, Meng Xiang'an¹, Hao Yongxin¹, Dong Yaqing¹, Xu Yafang²

1. Ultrasonography Department, Hebei Petro China Central Hospital, Langfang 065000, Hebei, China

2. Medical Imaging Department, Hebei Petro China Central Hospital, Langfang 065000, Hebei, China

*Corresponding author: Luo Yun, E-mail: luoyun83@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the predictive value of multimodal imaging histology analysis of transrectal ultrasound (ERUS), shear wave elastography (SWE) and multi-slice spiral computed tomography (MSCT) in lymph node metastasis of rectal cancer. **Method** 100 rectal cancer patients treated in Hebei Petro China Central Hospital from January 2021 to May 2022 were selected, including 47 patients with lymph node metastasis (metastatic group) and 53 patients without lymph node metastasis (non metastatic group), the difference of ERUS, SWE and MSCT examination parameters between the two groups were compared, and a multivariate Logistic regression model to predict lymph node metastasis of rectal cancer was built. **Result** The long diameter of lymph node, the short diameter of lymph node, the ratio of long diameter to short diameter, the proportion of rectal tumor occupying more than 1/2 of the circumference of intestinal cavity, and the proportion of ultrasonic T₃ stage and above of rectal tumor in the metastatic group were (7.10 ± 2.01) mm,

(6.22 ± 1.02) mm, (1.16 ± 0.24), 76.60% and 82.98%, respectively, which were higher than those in the non metastatic group ($P < 0.05$). The maximum Young's modulus and elastic variance of lymph nodes in metastatic group were (77.50 ± 24.43) kPa and (11.50 ± 2.92), respectively, which were higher than those in non metastatic group ($P < 0.05$). There was no statistically difference in the median elastic contrast and the maximum Young's modulus between the metastatic group and the non metastatic group ($P > 0.05$). The kurtosis and entropy of MSCT texture image parameters in the metastatic group were (2.51 ± 0.89) and (7.40 ± 0.80) respectively, which were higher than those in the non metastatic group ($P < 0.05$). ERUS, SWE and MSCT parameters were used to construct a multivariate Logistic regression model, the area under the receiver operating characteristic curve for predicting lymph node metastasis of rectal cancer was 0.803 (95% CI: 0.718–0.888, $P < 0.05$), and the sensitivity and specificity were 70.20% and 81.10%, respectively. **Conclusion** Logistic regression model constructed by ERUS, SWE and MSCT parameters has high value in predicting lymph node metastasis of rectal cancer.

【Key words】 Transrectal ultrasound; Shear wave elastic imaging; Multi-slice spiral computed tomography; Lymph node metastasis of rectal cancer; Forecast value

直肠癌是发生于齿状线到直肠乙状结肠之间的肿瘤,是消化道常见肿瘤^[1]。其发病多与饮食习惯、社会环境、遗传因素等有关;其高危因素有蛋白质及脂肪摄入过多、纤维摄取不足等^[2-3]。临床症状主要是便秘、里急后重,严重时可出现血便^[4]。淋巴结转移是直肠癌重要的转移途径,当发生淋巴结转移时,手术难度增大,预后较差,因此尽早对肿瘤是否发生淋巴结转移进行预测,对于后续治疗有重要的意义。直肠超声(transrectal ultrasound, ERUS)作为预测直肠癌的常用检测方法,其可清晰显示各个层面的直肠壁,但可能无法对重叠病灶清晰观察^[5]。剪切波弹性成像(shear wave elastography, SWE)是通过编码对成像系统中获得的横波进行处理,从而表现出组织弹性图像的方法,依据组织弹性硬度,评估肿瘤的不良性^[6];但SWE易受肿瘤大小、良恶性肿瘤图像重叠等因素影响,易造成误诊。另外,临床研究发现多层螺旋计算机体层摄影(multi-slice spiral computed tomography, MSCT)可对组织进行断层显影,因此可尽早地发现病灶,进而可对直肠癌进行诊断,以便及时对患者作出治疗^[7]。但目前临床采用ERUS联合SWE及MSCT对直肠癌预测评估的研究较少^[8],因此本文采用ERUS、SWE和MSCT的多模态影像组学分析对直肠癌淋巴结转移的预测进行研究。

1 资料与方法

1.1 一般资料 采用回顾性研究方法,选取2021年1月至2022年5月在本院治疗的直肠癌患者100例,根据病理结果,其中伴有淋巴结转移的患者47例(转移组),不伴有淋巴结转移的患者53例(非转移组),转移组和非转移组患者的性别、年

龄、体质指数、病灶距肛门距离比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表1。纳入标准:①经病理学确诊直肠癌;②肿瘤病灶距肛门≤15 cm;③在我院接受ERUS、SWE和MSCT检查,且检查前未行放疗等抗肿瘤治疗。排除标准:①影像图像质量欠佳;②合并有其他恶性肿瘤、肝肾功能障碍、内分泌疾病等其他严重疾病。本次研究获得医院伦理委员会批准(审批号 KYLL-2022-27)。

表1 转移组和非转移组一般资料比较

临床资料	转移组 (n=47)	非转移组 (n=53)	χ^2/t 值	P值
性别[例(%)]			0.221	0.638
男	28(59.57)	34(64.15)		
女	19(40.43)	19(35.85)		
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	62.20±8.89	60.40±9.11	0.997	0.321
体质指数($\bar{x} \pm s$,kg/m ²)	22.02±2.14	21.95±2.06	0.167	0.868
病灶距肛门距离($\bar{x} \pm s$,cm)	7.70±1.02	7.53±1.00	0.841	0.403
肿瘤位置[例(%)]			0.391	0.823
上段	14(29.79)	18(33.96)		
中段	20(42.55)	23(43.40)		
下段	13(27.66)	12(22.64)		

1.2 检查方法

1.2.1 ERUS检查 使用飞利浦EPIQ Elite超声诊断仪,C10-3v腔内探头,探头的频率为3~10 MHz。对患者进行清洁灌肠后,嘱患者采取左侧卧位,屈髋屈膝,使双腿贴于腹部。用触诊法初步确定直肠肿瘤位置后,将探头伸到肿瘤中心区域,进行多切面扫描探查,记录肿瘤最大切面的位置,及与肛缘的距离、形态的回声、有无血流灌注及侵袭周围组织等情况。进行ERUS检查时,需记录病灶的位置、大小及直肠肿物占肠腔环周>1/2比例;记录最大淋巴结长径、淋巴结短径、长短径比值及淋巴结数量等。

T分期: T_0 表示无肿瘤; T_1 表示肿瘤侵及黏膜下层; T_2 表示肿瘤侵及肠壁固有肌层; T_3 表示肿瘤侵及固有肌层并到达浆膜层, 或原发病灶位于无浆膜层的直肠时, 肿瘤已侵及直肠旁组织; T_4 表示肿瘤已穿透腹膜或直接侵入其他脏器组织。

1.2.2 SWE 检查 检查采用飞利浦 EPIQ Elite 超声仪, C10-3v 经直肠腔内的 8 MHz 高频探头, 检查由同一医师操作。检查前嘱患者进行清洁灌肠, 取左侧卧位, 根据肿瘤位置向肠腔内注入生理盐水 200~450 ml, 使肠腔充盈。行超声检查时, 观察肿瘤大小、位置, 并评估肿瘤浸润肠壁深度。置感兴趣区 (region of interest, ROI) 于灰阶超声图像, 获得 SWE 图像, 在 ROI 内获取影像学特征, 包括淋巴结最大杨氏模量、淋巴结弹性方差、中位弹性对比度、肿物最大杨氏模量等参数。

1.2.3 MSCT 检查 采用 64 排螺旋 CT 仪器检查, 检查前嘱患者进行清洁肠道准备, 患者需饮水来充盈膀胱, 取仰卧位, 从脐平面至耻骨联合下方, 行 CT 扫描检查。参数: 管电压 120 kV、管电流 180 mAs、层厚 4.0 mm、FOV 300 mm×300 mm、矩阵 256×256、螺距 1.50。平扫结束后, 对患者进行静脉注射 90 ml 碘海醇, 以速率 3.5 ml/s 的速度扫描, 在注射后 25 s 采集动脉期影像, 55 s 采集门静脉期图像和 120 s 采集平衡期影像。采用工作站对图像进行后处理, 用 MaZda 软件对图像纹理分析, 由 2 名放射科医生放置 ROI, 纳入几何参数, 并对灰度共生矩阵图像纹理特征进行提取, 产生峰度、方差、熵、斜度、拟差矩等参数, 并进行 3 次测量后取均值。

1.3 统计学处理 数据统计采用 SPSS 22.0 软件, 正态分布计量资料采用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, t 检验分析指标组间差异; 非正态分布计量资料采用 $M(Q_{25}, Q_{75})$ 表示, 秩和检验分析组间差异。计数资料采用例 (%) 表示, χ^2 检验分析指标组间差异。将 ERUS、SWE 和 MSCT 参数构建预测淋巴结转移的多因素 Logistic 回归方程, 并采用受试者操作特征曲线 (receiver operating characteristic curve, ROC 曲线) 分析回归方程的价值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 转移组和非转移组 ERUS 参数比较 转移组淋巴结长径、淋巴结短径、长短径比值、直肠肿物占肠腔环周 $> 1/2$ 比例、直肠肿物超声 T_3 及以上分期比例高于非转移组 ($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 转移组和非转移组 SWE 参数比较 转移组淋巴结最大杨氏模量和淋巴结弹性方差高于非转移组 ($P < 0.05$); 转移组和非转移组中位弹性对比度、肿物最大杨氏模量比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 3。

表 2 转移组和非转移组 ERUS 参数比较

临床资料	转移组 (n=47)	非转移组 (n=53)	t/χ^2 值	P 值
淋巴结长径 ($\bar{x} \pm s$, mm)	7.10±2.01	5.64±1.12	4.553	<0.001
淋巴结短径 ($\bar{x} \pm s$, mm)	6.22±1.02	5.32±1.00	4.450	<0.001
长短径比值 ($\bar{x} \pm s$)	1.16±0.24	1.04±0.21	2.667	0.009
直肠肿物占肠腔环周 $> 1/2$ 比例 [例(%)]	36(76.60)	27(50.94)	7.032	0.008
直肠肿物超声 T_3 及以上分期比例 [例(%)]	39(82.98)	30(56.60)	8.101	0.004

表 3 转移组和非转移组 SWE 参数比较

临床资料	转移组 (n=47)	非转移组 (n=53)	t 值	P 值
淋巴结最大杨氏模量 ($\bar{x} \pm s$, kPa)	77.50±24.43	51.19±20.01	5.916	<0.001
淋巴结弹性方差 ($\bar{x} \pm s$)	11.50±2.92	9.01±2.11	4.926	<0.001
肿物弹性对比度 ($\bar{x} \pm s$)	2.86±0.92	3.21±1.00	-1.813	0.073
肿物最大杨氏模量 ($\bar{x} \pm s$, kPa)	115.58±32.11	112.05±31.04	0.558	0.578

2.3 转移组和非转移组 MSCT 参数比较 转移组 MSCT 纹理影像参数峰度、熵值高于非转移组 ($P < 0.05$); 转移组和非转移组 MSCT 纹理影像参数方差、斜度、拟差矩以及肿物平扫 CT 值比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 4。

表 4 转移组和非转移组 MSCT 参数比较

MSCT 参数	转移组 (n=47)	非转移组 (n=53)	t/Z 值	P 值
纹理影像参数				
方差 ($\bar{x} \pm s$)	810.20±113.32	782.29±116.65	1.210	0.229
斜度 [$M(Q_{25}, Q_{75})$]	0.10(0.07, 0.19)	0.12(0.08, 0.21)	-1.133	0.101
峰度 ($\bar{x} \pm s$)	2.51±0.89	2.00±0.81	3.000	0.003
熵值 ($\bar{x} \pm s$)	7.40±0.80	6.20±0.83	7.339	<0.001
拟差矩 [$M(Q_{25}, Q_{75})$]	0.04(0.02, 0.07)	0.05(0.02, 0.08)	-0.928	0.182
肿物平扫 CT 值 ($\bar{x} \pm s$, HU)	44.54±8.32	42.10±8.18	1.477	0.143

2.4 构建模型预测直肠癌淋巴结转移的价值 将淋巴结长径、淋巴结短径、长短径比值、直肠肿物占肠腔环周 $> 1/2$ (是赋值 1, 否赋值 0)、直肠肿物超声 T_3 及以上分期 (是赋值 1, 否赋值 0)、淋巴结最大杨氏模量、淋巴结弹性方差、峰度、熵值构建多因素 Logistic 回归模型, 见表 5, 方程为: $\text{Logit}(P) =$

0.892×淋巴结长径+1.102×直肠肿物超声 T₃ 及以上分期+0.501×淋巴结最大杨氏模量+0.443×峰度+0.398×熵值-49.232。该模型预测直肠癌淋巴结转移的 ROC 曲线下面积为 0.803 (95%CI:0.718~0.888, $P<0.05$), 敏感度和特异度分别为 70.20%和 81.10%, 高于其他参数($P<0.05$)。见图 1。

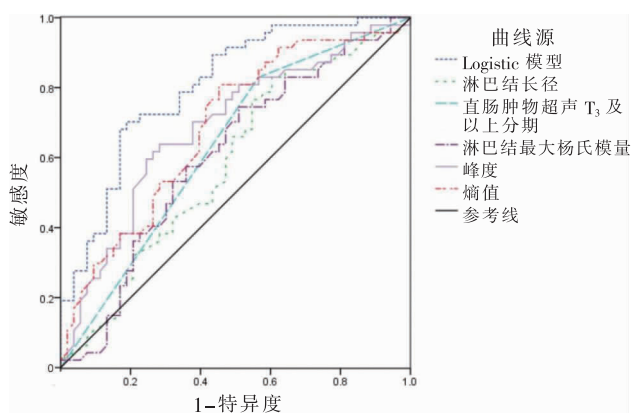


图 1 Logistic 回归模型及各参数预测直肠癌淋巴结转移的 ROC 曲线图

3 讨论

直肠癌是发生在直肠黏膜上皮的肿瘤, 其发病率较高, 且逐年上升^[9]。其主要受遗传及环境因素的影响, 大多是由腺瘤性息肉转变而来^[10]。临床表现为排便习惯改变、脓血便、里急后重等^[11]。当肿瘤出现淋巴结转移时, 提示恶化程度加重, 因此需尽早对肿瘤是否出现转移进行预测, 以提高治疗效果。ERUS 易于操作, 对肿瘤的肠壁组织显示较佳, 但对被遮挡的组织显示欠佳^[12]。SWE 不仅能反映病灶组织的均匀性及硬度, 也可测量硬度值等数据^[13]; 但 SWE 易受肿瘤大小等因素影响, 对患者肿瘤良恶性造成误诊。而 MSCT 可对病灶尽早地预测分析, 及时治疗, 使淋巴转移减少, 提高后续治疗的效果^[14]。但上述 3 种影像联合使用,

仍在临床上应用较少, 需进一步探究。

本研究结果显示, 转移组淋巴结长径、淋巴结短径、长短径比值、直肠肿物占肠腔环周>1/2 比例、直肠肿物超声 T₃ 及以上分期比例明显高于非转移组, 说明淋巴结大小形态、直肠肿物大小及 T 分期与淋巴结转移有关。当淋巴结越大, 越易对周围正常组织浸润, 即越易出现转移现象^[15]。当肿物占肠腔环周大于 1/2、且病灶分期为 T₃ 时, 代表肿瘤体积较大、浸润程度较重, 因此更容易出现淋巴结转移。ERUS 是直肠癌患者的首选影像检测手段, 也是评估病灶浸润的方法, 其对直肠癌浸润转移的预测精确性较高^[16]。ERUS 使用高分辨率探头, 将探头贴近病灶, 可显示肿瘤大小、形态、浸润度等, 且不受腹壁衰减即肠道气体影响, 为获取清晰图像提供保障^[17]。

本研究结果显示, 转移组淋巴结最大杨氏模量和淋巴结弹性方差明显高于非转移组, 说明 SWE 可精确发现淋巴结局灶性转移, 对肿瘤的病程进展预测性能较好。SWE 为超声检查新技术, 其原理为经过施加多个脉冲波, 激发组织内剪切波, 并通过图像后处理, 获取组织内部硬度差异信息^[18]。本研究中, 淋巴结弹性方差及淋巴结最大杨氏模量均显著升高, 可能是因为转移性淋巴结的硬度较高, 而这与癌细胞浸润及淋巴结结构破坏, 坏死物质沉积、纤维组织增生密切相关。SWE 可在组织内产生剪切波, 并经过弹性成像系统追踪此类波, 最后使用编码技术呈现组织弹性图, 同时经过检测杨氏模量结果来反映组织软硬度。SWE 与组织硬度成正比, 即组织越硬, 该图像显示的颜色越红, 杨氏模量数值越大, 反之则表现越蓝, 因此可用此现象对肿瘤良恶性进行判断^[19]。因此, SWE 对直肠癌浸润深度及淋巴结转移的预测评估精确性较高。

本研究结果显示, 转移组 MSCT 纹理影像参数

表 5 直肠癌淋巴结转移预测因素的多因素 Logistic 回归分析结果

因素	β	SE	Wald 值	P 值	OR (95%CI)
淋巴结长径	0.892	0.273	10.674	0.001	2.440(1.429~4.167)
淋巴结短径	0.203	0.321	0.400	0.515	1.225(0.653~2.298)
长短径比值	0.187	0.228	0.673	0.403	1.206(0.771~1.885)
直肠肿物占肠腔环周>1/2	0.229	0.415	0.304	0.654	1.257(0.557~2.836)
淋巴结弹性方差	0.109	0.275	0.157	0.812	1.115(0.651~1.912)
直肠肿物超声 T ₃ 及以上分期	1.102	0.243	20.569	<0.001	3.010(1.870~4.847)
淋巴结最大杨氏模量	0.501	0.182	7.578	0.010	1.650(1.155~2.358)
峰度	0.443	0.154	8.276	0.004	1.557(1.152~2.106)
熵值	0.398	0.132	9.090	0.003	1.489(1.149~1.928)
常数项	-49.232	11.821	17.345	<0.001	-

峰度、熵值明显高于非转移组。CT图像纹理分析经过测量肿瘤图像纹理特点来反映其异质性水平,异质性为区别良性与恶性肿瘤的重要特征。本研究分析了CT影像上直肠肿瘤区域淋巴结的纹理特征,包括参数峰度、熵值、方差、斜度、拟差矩,其中拟差矩为来源于灰度共生矩阵的纹理参数^[20-22]。纹理特征为一阶统计,分析像素灰度分布,峰度值代表像素直方图的峰值,熵值是反映区域内灰度不规则状况。本研究显示,有无淋巴结转移的直肠癌患者的峰度、熵值差异显著,且转移组表现出更大的峰度和熵值,而方差、斜度和拟差矩差异较小。转移组的正常淋巴组织被病灶组织逐渐代替,内部结构复杂,从而导致纹理分布异质性较强,熵值及峰值较高。而无转移组的正常淋巴组织未被替代,因此内部异质性较低,峰度及熵值较低。由此可见,MSCT能够为肿瘤有无淋巴结转移提供良好的预测价值^[23-25]。本研究结果显示,将ERUS、SWE和MSCT参数构建多因素Logistic回归模型,该模型预测直肠癌淋巴结转移的ROC曲线下面积为0.803,敏感度和特异度分别为70.20%和81.10%,预测价值高于单一指标,进一步说明了多模态影像对于直肠癌淋巴结转移具有良好的预测价值。

综上所述,ERUS、SWE和MSCT的多模态影像组学分析对直肠癌淋巴结转移预测价值较高。

参考文献

- [1] 徐恩盼,李冰,周平红,等.内镜黏膜下剥离术治疗超高龄患者结直肠癌前病变及早期癌的临床疗效分析[J].中华消化内镜杂志,2021,38(12):985-990.
- [2] 张骥瑛,郑莹,张军跃.离散选择实验和层次分析法在结直肠癌筛查方案决策中的应用[J].中国肿瘤,2020,29(3):177-184.
- [3] 万健,张玉洁,王敏,等.溃疡性结肠炎相关异型增生和溃疡性结肠炎相关性结直肠癌56例的临床特征[J].中华消化杂志,2021,41(10):660-664.
- [4] 翟志伟,张坤宁,王琛,等.中低位局部进展期直肠癌新辅助治疗与全程新辅助治疗的近期疗效和安全性比较[J].中华胃肠外科杂志,2020,23(3):274-280.
- [5] 门杰,曾宁,关颖瑜,等.360度直肠腔内超声与多层螺旋CT对直肠癌TN分期的对比研究[J].中国CT和MRI杂志,2020,18(5):56-58.
- [6] 陈晓琼,王月爱,李波.经直肠腔内超声与剪切波弹性成像在直肠癌诊断中的对比研究[J].临床超声医学杂志,2022,24(3):235-238.
- [7] 成传立,王益,赵端仪,等.结直肠癌多层螺旋CT影像学表现与临床病理类型的相关性分析[J].中国CT和MRI杂志,2022,20(6):151-152.
- [8] 陈晓丽,李杭,袁艺,等.扩散加权成像在评估直肠癌术前淋巴结转移和淋巴血管侵犯中的应用价值[J].川北医学院学报,2021,36(9):1124-1128.
- [9] 刘彦合,姬安龙,傅祥炜,等.加速康复联合肠内支架在梗阻性结直肠癌手术的应用研究[J/CD].消化肿瘤杂志(电子版),2023,15(1):1-4.
- [10] 周思成,裴炜,周海涛,等.细胞减灭术联合腹腔热灌注化疗治疗结直肠癌腹膜转移的临床应用与展望[J].中华肿瘤杂志,2022,44(1):73-78.
- [11] 任建伟,周祖邦,马雯娟.超声引导下热消融联合程序性死亡蛋白-1抑制剂治疗结直肠癌肝转移的研究进展[J].中国当代医药,2022,29(17):22-27.
- [12] 叶舟,王蓉,李达周,等.内镜超声引导下纳米炭标记法对直肠癌腹腔镜手术的辅助价值[J].中华消化内镜杂志,2022,39(3):209-214.
- [13] 程美清,吴少虹,潘嘉敏,等.剪切波弹性成像在直肠癌T分期中的应用价值[J].新医学,2021,52(11):835-840.
- [14] 虞云杰,陈孝娟,李鹏,等.多层螺旋CT在直肠癌术前诊断及血管侵犯评估中的应用价值[J].中国CT和MRI杂志,2020,18(2):117-120.
- [15] 宋玉娟.直肠腔内超声与MRI三维重建在直肠癌术前分期及环周切缘评估中的应用研究[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(9):141-143.
- [16] 张闻平,吴静,任彦军,等.直肠腔内超声与磁共振诊断直肠癌的比较研究[J].首都医科大学学报,2020,41(4):641-646.
- [17] 蔡彬,黄伟,利锡贵.直肠腔内超声与磁共振成像对直肠癌术前局部分期的准确性比较[J].广西医学,2020,42(2):125-128.
- [18] 徐明达,张光晨,吴长君.剪切波弹性成像在直肠肿瘤的诊断及T分期中的应用的初步研究[J].哈尔滨医科大学学报,2020,54(2):192-196.
- [19] 张珊珊,李诺,刘露,等.经直肠超声结合剪切波弹性成像在直肠癌诊断及TNM分期中的应用[J].中国现代医学杂志,2021,31(14):20-24.
- [20] 冯立新,翟传夫,谭玉清.64排多层螺旋CT联合血清VEGF-F-C、CEA、SAA水平对直肠癌术前TNM诊断准确度研究[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(9):135-137.
- [21] 陈静,杨帆,杨琼艳,等.螺旋CT与MRI扫描用于直肠癌术前分期诊断的临床效果分析[J].影像研究与医学应用,2021,5(22):127-128.
- [22] 胡庆栓.CT影像诊断在直肠癌临床术前分期中的应用价值[J].中国医药指南,2020,18(32):66-67.
- [23] 戎祯祥,麦显强,熊焰,等.腹腔镜右半结肠癌根治术前多层螺旋CT三维重建对操作难点的指导意义[J/CD].中华普通外科学文献(电子版),2020,14(1):46-49.
- [24] 张峻岭,刘树蓉,郭小超,等.多层螺旋CT血管成像评价左结肠动脉、肠系膜下静脉解剖位置分型在腹腔镜结直肠癌根治术中的应用[J].腹腔镜外科杂志,2022,27(1):63-68.
- [25] 王振,高星,王金勇.多层螺旋CT显像对结直肠癌术后再分期、区域淋巴结转移及疗效的评估价值[J].实用癌症杂志,2022,37(7):1125-1127.