

## ◁腹部影像学▷

## 全组 MRI 定量参数预测直肠癌脉管侵犯及其独立危险因素筛选

海梦璐<sup>1</sup>,张孝先<sup>1</sup>,陈学军<sup>1</sup>,黎如春<sup>1</sup>,王贇霞<sup>2</sup>,许春苗<sup>1</sup>

(1. 郑州大学附属肿瘤医院,河南 郑州 450008;2. 河南大学人民医院,河南 郑州 450003)

**[摘要]** 目的:探讨 MRI 定量参数在直肠癌脉管侵犯的预测价值。方法:回顾性分析 120 例直肠癌患者的临床病理及 MRI 资料,根据病理结果将患者分为脉管侵犯阳性组和阴性组。分析两组间临床病理及 MRI 特征参数的差异,并用二元 Logistic 回归分析直肠癌脉管侵犯的独立影响因素,采用 ROC 曲线下面积(AUC)评价其预测效能。结果:①本研究共入组 120 例患者,其中脉管侵犯阳性组 38 例(31.67%,38/120),脉管侵犯阴性组 80 例(68.33%,82/120);合并神经侵犯及淋巴结转移的直肠癌患者更易出现脉管侵犯,且在两组间的差异均有统计学意义( $P$ 值均 $<0.05$ )。②在 MRI 定量参数中,血管外细胞外间隙容积( $V_e$ )值越高的患者更易出现脉管侵犯,且在两组间的差异有统计学意义( $P$ 值 $<0.05$ )。③Logistic 回归分析结果显示淋巴结阳性为脉管侵犯的独立危险因素( $P$ 值 $<0.05$ ),其 AUC 为 0.911。结论:淋巴结阳性状态是直肠癌脉管侵犯的独立危险因素,且具有较高的诊断效能。

**[关键词]** 直肠肿瘤;磁共振成像**[中图分类号]** R735.37;R445.1**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1008-1062(2024)05-0338-05

DOI:10.12117/jccmi.2024.05.008

**Quantitative MRI parameters in predicting vascular invasion of rectal cancer and screening of its independent risk factors**HAI Meng-lu<sup>1</sup>, ZHANG Xiao-xian<sup>1</sup>, CHEN Xue-jun<sup>1</sup>, LI Ru-chun<sup>1</sup>, WANG Yun-xia<sup>2</sup>, XU Chun-miao<sup>1</sup>

(1. Department of Radiology, Cancer Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450008, China;

2. Department of Radiology, People's Hospital of Henan University, Zhengzhou 450003, China)

**Abstract: Objective:** To investigate the predictive value of MRI quantitative parameters in vascular invasion of rectal cancer. **Methods:** The clinicopathologic and MRI data of 120 patients with rectal cancer were analyzed retrospectively. According to the pathological results, the patients were divided into positive group and negative group of vascular invasion. The differences of clinicopathologic and MRI characteristic parameters between the two groups were analyzed, and the independent influencing factors of vascular invasion of rectal cancer were analyzed by binary Logistic regression. Area under the curve (AUC) of receiver operating characteristic curve(ROC) was used to evaluate its prediction efficiency. **Results:** ①A total of 120 patients were enrolled in this study, including 38 patients(31.67%, 38/120) in the positive vascular invasion group and 80 patients(68.33%, 82/120) in the negative vascular invasion group. Patients with rectal cancer complicated with nerve invasion and lymph node metastasis were more likely to have vascular invasion, and the difference between the two groups was statistically significant (all  $P<0.05$ ). ②In MRI quantitative parameters, patients with higher  $V_e$  value were more likely to have vascular invasion, and the difference between the two groups was statistically significant ( $P<0.05$ ). ③Logistic regression analysis showed that positive lymph nodes were an independent risk factor for vascular invasion ( $P<0.05$ ), with an AUC of 0.911. **Conclusion:** Lymph node positive status is an independent risk factor for vascular invasion of rectal cancer and has high diagnostic efficacy.

**Key words:** Rectal Neoplasms; Magnetic Resonance Imaging

直肠癌是全球范围内第三位最常见的恶性肿瘤,也是第二位最常见的恶性肿瘤死亡原因<sup>[1]</sup>。目前很多研究发现脉管侵犯与结直肠癌淋巴结转移、复发及远处转移相关,并提示结直肠癌患者预后不良<sup>[2]</sup>。诊断脉管侵犯的金标准为病理检测,但其为有创性操作,而 MRI 软组织分辨率高,可清晰地显示肠壁结构,对直肠癌脉管侵犯的术前评估有重要意义。磁

共振动态对比增强(DCE-MRI)对肿瘤微血管循环评估价值高,可反映血管密度及通透性,其参数如容积转运常数( $K^{trans}$ )与肿瘤恶性程度成正比,血管外细胞外间隙容积( $V_e$ )能准确描述肿瘤血管外细胞间隙体积等<sup>[3-4]</sup>,可以更好地帮助临床医生判断肿瘤分期及瘤周血管侵犯,避免不必要的有创性操作。 $T_2$  mapping 可以对组织水分和胶原纤维含量及组成进

**[收稿日期]** 2023-04-21;**[修回日期]** 2023-07-03**[作者简介]** 海梦璐(1998-),女,河南郑州人,在读硕士研究生。E-mail:hml0414@163.com**[通信作者]** 许春苗,郑州大学附属肿瘤医院放射科,450008。E-mail:xcm-1977@163.com**[基金项目]** 河南省医学科技攻关联合共建项目(项目编号:LHGJ20190662)。

行量化,可用于直肠管状腺癌及非管状腺癌、非黏液性直肠癌周围淋巴结的良恶性的鉴别中<sup>[5-6]</sup>。但对于预测直肠癌脉管侵犯的研究较少,且较多研究中 MRI 定量参数较单一。因此本研究意在探究全组 MRI 定量参数联合影像、病理参数在预测直肠癌脉管侵犯中的价值,明确脉管侵犯的独立危险因素,为临床术前无创性评价直肠癌脉管状态提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

本研究回顾性收集 2019 年 9 月—2021 年 3 月我院住院治疗的 120 例直肠癌患者的临床病理及影像学资料,其中男 87 例,女 33 例,平均年龄(58.5±10.6)岁;脉管侵犯阳性者 38 例,阴性者 82 例;腺癌 115 例,黏液腺癌 3 例,合并黏液腺癌 2 例。纳入标准:①由病理诊断确诊为直肠癌,且 T 分期在 T<sub>2</sub> 及以上的患者;②来我院前未经放化疗治疗;③首诊进行 MRI 扫描,且影像与临床病理资料完整;④影像图像质量符合诊断标准。排除标准:①肿块位置靠近结肠或位于结肠;②合并其他肿瘤或疾病的患者;③有磁共振检查禁忌症者。

### 1.2 仪器与方法

采用 3T 磁共振仪 (Magnetom Skyra, Siemens Healthineers) 进行扫描,患者取仰卧位,头先进,扫描范围从膈肌到耻骨联合下缘。对患者行 MRI 横断面、矢状面、冠状面常规扫描。检查前 30 min 灌肠清洁肠道。检查前肌注 10 mg 盐酸山莨菪碱。T<sub>2</sub>WI、DWI 及 DCE 序列参数见表 1。对比剂采用钆喷酸葡胺注射液,注射速率为 2.50 mL/s,剂量为 0.20 mmol/kg, DCE 序列的时间分辨率为 3.30 s,共 64 期<sup>[7]</sup>。

表 1 直肠癌 T<sub>2</sub>WI、DWI 及 DCE 序列参数

序列	TR/ms	TE/ms	层厚/mm	FOV/mm	矩阵
T <sub>2</sub> WI	12 640.00	119.00	4.20	240.00	384×384
DWI	4 910.00	56.00	5.50	280.00	152×152
DCE	3.66	1.72	5.00	380.00	256×256
T <sub>1</sub> mapping	3.00	1.32	5.00	380.00	312×384
T <sub>2</sub> mapping	1 200.00	8.60	5.00	300.00	256×256

### 1.3 临床及影像数据收集

患者的临床资料通过我院东软信息管理系统收集,记录其性别、年龄及脉管状态。所有影像图像由两名经验丰富的影像科医师(5 年以上工作经验)采用影像诊断工作站及 Syngo Via 软件分析诊断。分别在 T<sub>1</sub> mapping、T<sub>2</sub> mapping 序列上测量病灶及正常肠壁处 T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub> 像素值,在 T<sub>2</sub>WI 上测量病灶长度及厚度、评估病灶位置、淋巴结转移情况等资料。直肠癌壁外脉管侵犯(EMVI)评估按 Smith 等<sup>[8]</sup>提出的

MRI 评估 EMVI 评分系统进行。0~2 分为 EMVI 阴性,3~4 分为 EMVI 阳性。在 MRI 上判定 EMVI 阳性的特征主要包括肿瘤周边血管内出现肿瘤信号及血管轮廓和直径有轻微或明显改变。使用西门子 Syngo Via 后处理工作站,选取肿瘤最大层面,避开坏死、囊变、出血等区域,标出 0.5 cm<sup>2</sup> 大小的椭圆形感兴趣区(ROI),采集病灶及正常肠壁处的表观扩散系数(ADC)<sup>[9]</sup>,并导入 3 个翻转角的 T<sub>1</sub> mapping 序列及动态增强序列,采用 Tofts 模型、Slow 动脉输入函数拟合对比剂浓度-时间数据并进行定量分析,生成基于体素的定量参数伪彩图;将所勾画的 ROI 复制于伪彩图,得到 K<sup>trans</sup>、速率常数(K<sub>ep</sub>)、V<sub>e</sub> 及注射对比剂后 60 s 内对比剂浓度-时间曲线下初始面积(IAUC)<sup>[10]</sup>。所得定量参数均测量 3 次并取其平均值作为最终结果。同时根据第 8 版 AJCC 分期手册进行 TNM 分期,由于本文同时探究淋巴结状态,因此删除 N 分期。

### 1.4 统计学分析

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。对两名医师所测得结果进行一致性检验,取其中一位医师的结果进行统计分析;定量资料采用组内相关系数(ICC)法,定性资料采用 Kappa 检验。定量资料进行单因素分析时,若其符合正态分布且方差齐,以  $\bar{x} \pm s$  表示,采用独立样本 *T* 检验,若不符合正态分布,则以中位数(下四分位数~上四分位数)的形式来表示,采用 Mann-Whitney *U* 检验;定性资料采用  $\chi^2$  检验或 Fisher's 精确检验,采用 Logistics 回归分析进行多因素分析,诊断效能评价采用受试者工作特征曲线下面积(AUC)进行评价,*P*<0.05 认为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般情况及 MRI 特征与脉管侵犯的单因素分析

两名医师所测得 MRI 定量参数的 ICC 值均>0.68(*P*<0.05),定性参数 Kappa 均>0.70(*P*<0.05),具有较好的一致性。比较两组的一般情况及 MRI 特征(表 2,3)。结果显示 V<sub>e</sub> 值越高、有神经侵犯和淋巴结转移的患者更易出现脉管侵犯,且在两组间的差异均有统计学意义(*P*<0.05),其余特征在两组间均无统计学意义(图 1)。

### 2.2 直肠癌脉管侵犯的 ROC 曲线分析

将上述单因素分析有意义的特征纳入 Logistic 回归分析,结果显示淋巴结阳性是直肠癌脉管侵犯的独立危险因素(*P*<0.05),其发生转移的 OR 值为 122.40(95%CI:25.41~589.52),另其 AUC、灵敏度、特异度分别为 0.911、94.4%及 87.8%。对于分类变

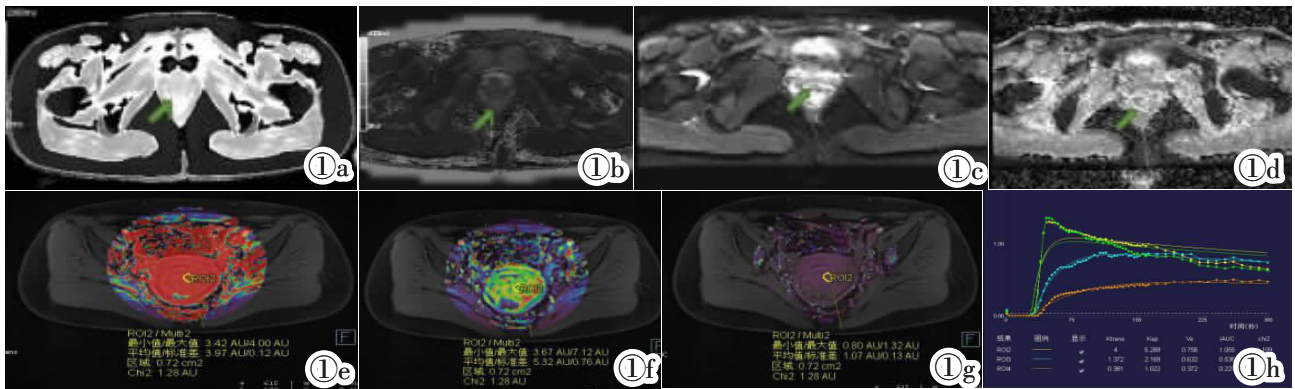


图 1 女,46 岁,直肠癌;直肠下段管壁增厚,弥散受限, $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  及 IAUC 分别为 4.00、5.29、0.76 和 1.06;病理结果显示溃疡性中分化腺癌,神经侵犯(+),脉管癌栓(+);肠周淋巴结 5/12。

Figure 1. Female, 46 years old, rectal cancer. The lower rectal wall was thickened and diffusion was limited, with  $K^{trans}$ ,  $K_{ep}$ ,  $V_e$  and IAUC of 4.00, 5.29, 0.76 and 1.06, respectively. Pathological results showed ulcerative moderately differentiated adenocarcinoma, nerve invasion (+), vascular cancer thrombus(+); perienteric lymph nodes 5/12.

表 2 一般情况及 MRI 特征定量资料对脉管侵犯的单因素分析

	脉管侵犯		t/Z	P
	阴性(n=82)	阳性(n=38)		
年龄	57.72±10.04	60.03±11.77	-1.05	0.30
T <sub>1</sub> 值	1 448.30(1 396.50~1 521.75)	1 434.00(1 404.25~1 505.75)	-0.76	0.45
T <sub>1</sub> 比值	1.19(1.12~1.27)	1.19(1.14~1.26)	-0.25	0.81
T <sub>2</sub> 值	76.00(70~83)	78.50(69.50~83.25)	-0.25	0.80
T <sub>2</sub> 比值	2.74(2.29~3.10)	2.69(2.37~3.18)	-0.01	0.99
ADC(10 <sup>-3</sup> mm <sup>2</sup> /s)	864.00(739~973)	869.00(797~964.75)	-0.77	0.44
ADC 比值	0.60(0.52~0.69)	0.62(0.55~0.70)	-0.58	0.56
$K^{trans}$ (min <sup>-1</sup> )	0.33(0.27~0.87)	0.40(0.30~0.96)	-1.43	0.15
$K_{ep}$ (min <sup>-1</sup> )	1.59(1.19~3.82)	1.55(1.24~3.95)	-0.13	0.90
$V_e$	0.23(0.17~0.29)	0.28(0.21~0.32)	-2.25	0.03
IAUC	0.26(0.20~0.30)	0.24(0.20~0.34)	-0.73	0.46
长度	42.30(31.39~47.72)	38.86(29.56~43.50)	-1.25	0.21
厚度	14.11(11.46~18.16)	14.32(11.54~17.30)	-0.01	1.00

表 3 MRI 特征定性资料对脉管侵犯的单因素分析

	脉管侵犯		阳性率	$\chi^2$	P
	阴性(n=82)	阳性(n=38)			
性别					
男	63	24	27.6%	2.43	0.12
女	19	14	42.4%		
T				<0.001	0.98
2+3a	39	18	31.6%		
其他	43	20	31.7%		
M				<0.001	1.00
无	79	37	31.9%		
有	3	1	25.0%		
直肠系膜筋膜				0.12	0.73
无	69	31	31.0%		
有	13	7	35.0%		
EMVI				0.01	0.93
无	31	28	31.5%		
有	21	10	32.3%		
肿瘤类型				<0.001	1.00
浸润型	74	32	32.1%		
肿块型	8	3	27.3%		
神经侵犯				22.94	<0.001
无	71	16	18.4%		
有	11	20	30.5%		
淋巴结状态				74.84	<0.001
无	72	2	2.7%		
有	10	36	78.3%		
部位				0.97	0.33
中上段	53	28	34.6%		
下段	29	10	25.6%		

量,OR 值的含义为:相对于赋值较低的研究对象(即淋巴结状态赋值为“0”的表示无淋巴结转移),赋值较高者(发生淋巴结转移)发生脉管侵犯的风险是多少(122.40 倍)。 $V_e$ 、神经侵犯及淋巴结状态预测直肠癌脉管侵犯的效能分析见表 4,其 AUC 分别为 0.621、0.711、0.911(图 2)。

表 4  $V_e$ 、神经侵犯与淋巴结状态预测直肠癌脉管侵犯的效能比较

特征	灵敏度	特异度	AUC	95%CI	
				下限	上限
$V_e$	69.4%	62.2%	0.621	0.505	0.738
神经侵犯	55.6%	86.6%	0.711	0.602	0.820
淋巴结状态	94.4%	87.8%	0.911	0.851	0.971

### 3 讨论

近年来,直肠癌在我国的发生率不断提高,且趋向年轻化。脉管侵犯是直肠癌早期侵袭性的表现,是评估直肠癌患者预后的重要因素。第 8 版美国癌症联合委员会(AJCC)分期系统将脉管侵犯定义为:在

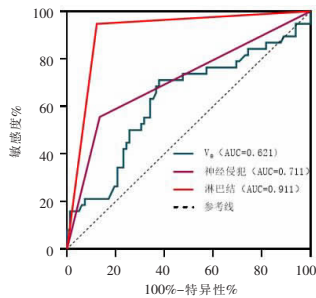


图 2 基于 $V_e$ 、神经侵犯与淋巴结状态预测直肠癌脉管侵犯的 ROC 曲线,其 AUC 分别为 0.621、0.711 和 0.911。

**Figure 2.** The ROC curve for predicting vascular invasion of rectal cancer based on  $V_e$ , nerve invasion and lymph node status, AUC was 0.621, 0.711 and 0.911, respectively.

任何肿瘤病灶中发现血管壁或其残留物,均可以认定存在血管淋巴管浸润,可细化为小脉管浸润和静脉浸润<sup>[11-12]</sup>。有研究表明,直肠癌合并脉管侵犯的患者术后肿瘤复发及转移的几率较无脉管侵犯的患者明显提高,且脉管侵犯阴性患者晚期恶性肿瘤的 3 年生存率为 76.25%,而阳性患者的 3 年生存率仅为 50.00%,特别是 T4 与 N3 分期的直肠癌患者,更易侵犯肿瘤周边淋巴管及微血管,造成预后死亡率增加<sup>[13]</sup>。高分辨 MRI 所观察到的 EMVI、肿瘤浸润深度 >5 mm、淋巴结转移、肿瘤位于低位以及环周缘切(CRM)阳性被证实为患者不良预后事件的相关高危因素,并成为危险度分层新指标。其与影像学指标相结合,可筛选出适合术前新辅助放化疗的直肠癌患者。对于 II 期直肠癌术后的辅助治疗尚无统一共识,目前对伴有高危因素的 II 期结直肠癌患者推荐予以辅助治疗方案。因此,治疗前预测直肠癌患者的脉管侵犯状态对于患者个体化治疗方案的选择至关重要。临床上常用术后病理检查作为诊断直肠癌脉管侵犯的金标准,但其受操作者及取材部位不同的影响较大。而 MRI 作为一种无创性的检查,其良好的软组织分辨率及多序列成像的优势可用于术前评估直肠癌脉管侵犯状态,对临床指导直肠癌患者治疗具有参考意义。

本研究探讨了临床病理及影像特征与直肠癌脉管侵犯的相关性,结果显示  $V_e$  值越高、合并神经侵犯与淋巴结阳性的直肠癌患者更易出现脉管侵犯,且在两组间的差异均有统计学意义( $P$  值均 < 0.05)。倪健等<sup>[14]</sup>的研究发现,在直肠癌高 T 分期和 N 分期组中,  $K^{trans}$ 、 $K_{ep}$ 、 $V_e$  值显著高于低分期组。随着肿瘤恶性程度及对周围侵犯的程度加深,肿瘤新生血管破坏严重,其通透性增加,DCE-MRI 灌注参数也随之增高。本研究脉管侵犯阳性组中  $K^{trans}$  与  $V_e$  值稍高于阴性组,与其结论一致,而  $K_{ep}$  值稍低于阴性组,可能与相关参数分析受个人判断影响较大有关。在

Veno 等<sup>[15]</sup>的研究中得出神经周围浸润(PNI)分级是独立于 T 或 N 期的重要预后指标,该研究认为 PNI 的定义基于 PNI 是一种特定的肿瘤生长模式,肿瘤细胞利用神经系统进行发育;作为潜在转移途径,神经系统被证明与结直肠癌术后复发密切相关,较高级别的 PNI 不仅与脉管侵犯和局部复发有关,与远处器官也密切相关;本研究中合并神经侵犯的直肠癌患者更易发生脉管侵犯,神经侵犯组的脉管侵犯阳性率为 30.5%,显著高于无神经侵犯组,这也验证了此结论。本研究中淋巴结阳性组的脉管侵犯阳性率高达 78.3%,而淋巴结阴性组的脉管侵犯阳性率仅 2.7%,且在两组间的差异有统计学意义。Liu 等<sup>[16]</sup>提出肿瘤周边具有较多的毛细淋巴管,当肿瘤细胞侵入淋巴管到达区域淋巴结后,可继续增殖并通过输出淋巴管转移至其他淋巴结,最后可经胸导管进入血流,继发出道转移,这也验证了本文的结论。本研究中  $T_2$  mapping 定量参数在阳性组中的平均值略大于阴性组,但在两组之间的差异无统计学意义。李茜玮等<sup>[5]</sup>的研究认为, $T_2$  mapping 值反映的是组织内水分子含量特征,由于肿瘤细胞数量增加,导致细胞间隙水分子含量减少,且肿瘤细胞核增大,核浆比失调致使肿瘤内含水量减少,肿瘤细胞内外水分子减少均可造成  $T_2$  值减小,这可能与本研究以腺癌为主,其他病理类型占比小于 5%,而李茜玮等研究中其他类型占比达 15%且样本数量较小有关。

将上述单因素有意义的特征纳入 Logistic 回归分析中,结果显示淋巴结阳性为直肠癌脉管癌栓的独立危险因素( $P$  值 < 0.05),以  $V_e$ 、神经侵犯与淋巴结状态构建直肠癌脉管侵犯的预测模型,其 AUC 分别为 0.621、0.711、0.911。由此可见淋巴结状态的预测效能最高,但本研究仅简单的对其 MRI 特征进行了分析,也需要进一步探索新的预测方法,如影像组学特征在直肠癌脉管侵犯中的预测价值也是我们后续要开展的研究。

本研究存在一定局限性:①样本数量较小,结果可能会产生偏倚;②本研究 ROI 选择只在肿瘤最大层面选取 50 mm<sup>2</sup> 左右区域,可能不会代表肿瘤全部信息,下一步我们将会进一步研究直方图与脉管侵犯的关系;③为了方便统计,将 T 分期和病灶部位分为两组,可能会对结果产生一定影响;④病理类型包含了 5 例黏液腺癌或合并黏液腺癌的患者,可能会对结果产生影响。

综上所述,DCE-MRI 中  $V_e$  脉管阳性组高于阴性组,在辅助诊断直肠癌脉管侵犯有一定价值; $T_2$  mapping 在辅助诊断脉管侵犯方面价值有限;淋巴

结阳性状态是直肠癌脉管侵犯的独立危险因素,且具有较高的诊断效能。利用 MRI 可以提高早期直肠癌脉管侵犯的检出率,为直肠癌术前诊断提供有价值的参考依据。

#### [参考文献]

- [1]郑莹,王泽洲. 全球结直肠癌流行病学数据解读[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(1):149-152.
- [2]韦文桦,伍金凤,陈灵凤,等. 多层螺旋 CT 对直肠癌发生脉管癌栓、淋巴结转移的诊断价值 [J]. 实用放射学杂志, 2021, 37(10): 1631-1634.
- [3]刘霄雪,张志强,李建瑞,等. 动态对比增强磁共振在脑胶质瘤中的研究进展[J]. 中华医学杂志, 2017, 97(3):232-234.
- [4]Tofts PS, Brix G, Buckley DL, et al. Estimating kinetic parameters from dynamic contrast-enhanced T(1)-weighted MRI of a diffusible tracer: standardized quantities and symbols[J]. J Magn Reson Imaging, 1999, 10(3): 223-232.
- [5]李茜玮,刘爱连,陈安良,等. T<sub>2</sub> mapping 预测直肠癌脉管侵犯的初步研究[J]. 磁共振成像, 2022, 13(6):23-27.
- [6]Wang F, Zhang H, Wu C, et al. Quantitative T<sub>2</sub> mapping accelerated by GRAPPATINI for evaluation of muscles in patients with myositis[J]. Br J Radiol, 2019, 92(1102): 20190109.
- [7]彭军,宋光林,罗强. CT/MRI 检查在结直肠癌术前评估中的应用价值分析[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2022, 20(3):143-145.
- [8]Smith NJ, Barbachano Y, Norman AR, et al. Prognostic significance of magnetic resonance imaging-detected extramural vascular invasion in rectal cancer[J]. Br J Surg, 2008, 95(2): 229-236.
- [9]王玉娟,陈勇,吕茜婷,等. 3.0T 磁共振成像术前诊断直肠癌壁外脉管侵犯的价值及相关因素[J]. 中华肿瘤杂志, 2019, 41(8):610-614.
- [10]张孝先,陈学军,夏威夷,等. 动态对比增强 MRI 放射状采集容积内插屏气序列 (Radial-VIBE) 定量参数预测膀胱癌病理学分级 [J]. 中国医学影像技术, 2021, 37(12):1860-1864.
- [11]Amin MB, Greene FL, Edge SB, et al. The Eighth Edition AJCC Cancer Staging Manual: continuing to build a bridge from a population-based to a more "personalized" approach to cancer staging[J]. CA Cancer J Clin, 2017, 67(2): 93-99.
- [12]姚宏伟,吴鸿伟,刘荫华. 从传统“群体化”诊治到精准“个体化”医疗:AJCC 第八版结直肠癌分期系统更新解读 [J]. 中华外科杂志, 2017, 55(1):24-27.
- [13]邱静,同丰娜,童小华. 结直肠癌 TN 分期、神经管侵犯与预后的多因素回归分析[J]. 实用癌症杂志, 2019, 34(6):995-998.
- [14]倪建,毛庆杰,杨志勇. DCE-MRI 定量分析联合 DWI 影像学检查对直肠癌术前临床分期的诊断价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2021, 19(9):138-140;153.
- [15]Ueno H, Shirouzu K, Eishi Y, et al. Characterization of perineural invasion as a component of colorectal cancer staging [J]. Am J Surg Pathol, 2013, 37(10): 1542-1549.
- [16]Liu L, Liu M, Yang Z, et al. Correlation of MRI-detected extramural vascular invasion with regional lymph node metastasis in rectal cancer[J]. Clin Imaging, 2016, 40(3): 456-460.
- [11]Luo T, Wang Z, Chen Z, et al. Layer-specific strain and dyssynchrony index alteration in new-onset systemic lupus erythematosus patients without cardiac symptoms [J]. Quant Imaging Med Surg, 2021, 11(4): 1271-1283.
- [12]Ilardi F, Marchetta S, Martinez C, et al. Impact of aortic stenosis on layer-specific longitudinal strain: relationship with symptoms and outcome[J]. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2020, 21(4): 408-416.
- [13]Qiao YY, Hou ZM, Li XM, et al. Diagnosis of early left ventricular systolic dysfunction by layer-specific strain echocardiography in diabetic rabbits [J]. Ultrasound Med Biol, 2021, 47(6): 1528-1535.
- [14]Romano S, Mansour IN, Kansal M, et al. Left ventricular global longitudinal strain predicts heart failure readmission in acute decompensated heart failure [J]. Cardiovasc Ultrasound, 2017, 15(1): 6.
- [15]Li P, Meng H, Liu SZ, et al. Quantification of left ventricular mechanics using vector-velocity imaging, a novel feature tracking algorithm, applied to echocardiography and cardiac magnetic resonance imaging[J]. Chin Med J, 2012, 125(15): 2719-2727.
- [16]Aquaro GD, Perfetti M, Camastra G, et al. Cardiac MR with late gadolinium enhancement in acute myocarditis with preserved systolic function: ITAMY study [J]. J Am Coll Cardiol, 2017, 70(16): 1977-1987.
- [17]Ammirati E, Cipriani M, Moro C, et al. Clinical presentation and outcome in a contemporary cohort of patients with acute myocarditis: multicenter lombardy registry [J]. Circulation, 2018, 138(11): 1088-1099.
- [18]Tamborini G, Piazzese C, Lang RM, et al. Feasibility and accuracy of automated software for transthoracic three-dimensional left ventricular volume and function analysis: comparisons with two-dimensional echocardiography, three-dimensional transthoracic manual method, and cardiac magnetic resonance imaging[J]. J Am Soc Echocardiogr, 2017, 30(11): 1049-1058.
- [19]Rodriguez-Maero M, Azcárate-Agüero P, Kreidieh B, et al. Quantitative assessment of left ventricular size and function in cardiac transplant recipients: Side-by-side comparison of real time two-dimensional echocardiography, contrast-enhanced two-dimensional echocardiography, three-dimensional echocardiography, and contrast-enhanced three-dimensional echocardiography as compared to magnetic resonance imaging[J]. Echocardiography, 2019, 36(2): 306-311.
- [20]瑞锋,张全斌,蔚俊丽,等. 实时三维超声心动图测量左心室容积与射血分数的应用价值 [J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2019, 17(16):2525-2531.
- [21]Yang F, Wang J, Li W, et al. The prognostic value of late gadolinium enhancement in myocarditis and clinically suspected myocarditis: systematic review and meta-analysis [J]. Eur Radiol, 2020, 30(5): 2616-2626.
- [22]Mahrholdt H, Wagner A, Deluigi CC, et al. Presentation, patterns of myocardial damage, and clinical course of viral myocarditis[J]. Circulation, 2006, 114(15): 1581-1590.
- [23]Kostakou PM, Kostopoulos VS, Tryfou ES, et al. Subclinical left ventricular dysfunction and correlation with regional strain analysis in myocarditis with normal ejection fraction. A new diagnostic criterion[J]. Int J Cardiol, 2018, 259: 116-121.
- [24]Sperlongano S, D'Amato A, Tagliamonte E, et al. Acute myocarditis: prognostic role of speckle tracking echocardiography and comparison with cardiac magnetic resonance features [J]. Heart Vessels, 2022, 37(1): 121-131.