

论 著

MAGiC技术对恶性直肠肿瘤分化程度诊断中的应用价值探究*

何金坤 张伟 廖荣萍*
中山大学附属第七医院放射科
(广东 深圳 518100)

【摘要】目的 探究MAGiC技术在恶性直肠肿瘤分化程度诊断中的应用价值。**方法** 于2023年1月至2024年1月, 选取我院收治的恶性直肠肿瘤患者100例, 均对患者进行MAGiC技术及常规序列诊断, 经肠镜下活检或者手术后组织病理检查确诊作为“金标准”将其分为低分化直肠肿瘤46例, 中分化直肠肿瘤31例, 高分化直肠肿瘤23例, 分析MAGiC技术在恶性直肠肿瘤分化程度的诊断价值。**结果** MAGiC技术中T1WI、T2WI、T1WI-Flair及T2WI-Flair图像的信噪比均高于常规序列($P<0.05$)。MAGiC技术整体质量、病灶细节及伪影评分均高于常规序列($P<0.05$)。与低分化直肠肿瘤相比, 中分化直肠肿瘤、高分化直肠肿瘤ADC值较高, 且eADC值较低; 与中分化直肠肿瘤相比, 高分化直肠肿瘤ADC值较高, 且eADC值较低; 与高分化直肠肿瘤相比, 低分化直肠肿瘤ADC值较低, 且eADC值较高($P<0.05$)。**结论** 应用MAGiC技术对恶性直肠肿瘤进行诊断, 能够有效评估其分化程度, 并且具有较高的信噪比, 为制定临床治疗方案和进行预后判断提供了可靠的依据。

【关键词】 MAGiC技术; 恶性直肠肿瘤; 常规序列
【中图分类号】 R735.3+7
【文献标识码】 A
【基金项目】 广东省医学临床科研专项
基金项目(A202301056)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.12.044

Exploring the Application Value of MAGiC Technology in the Diagnosis of Malignant Rectal Tumor Differentiation*

HE Jin-kun, ZHANG Wei, LIAO Rong-ping*

Department of Radiology, The Seventh Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Shenzhen 518100, Guangdong Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the application value of MAGiC technology in the diagnosis of differentiation degree of malignant rectal tumors. **Methods** From January 2023 to January 2024, 100 patients with malignant rectal tumors admitted to our hospital were selected. All patients were diagnosed using MAGiC technology and conventional sequence diagnosis, and were confirmed by endoscopic biopsy or histopathological examination after surgery as the gold standard. They were divided into 46 cases of low-differentiated rectal tumors, 31 cases of moderately differentiated rectal tumors, and 23 cases of highly differentiated rectal tumors. The diagnostic value of MAGiC technology in the differentiation of malignant rectal tumors was analyzed. **Results** The signal-to-noise ratio of T1WI, T2WI, T1WI-Flair, and T2WI-Flair images in MAGiC technology was higher than that of conventional sequences ($P<0.05$). The overall quality, lesion detail, and artifact scores of MAGiC technology were higher than those of conventional sequences ($P<0.05$). Compared with poorly differentiated rectal tumors, moderately differentiated rectal tumors and well differentiated rectal tumors have higher ADC values and lower eADC values; Compared with moderately differentiated rectal tumors, highly differentiated rectal tumors have higher ADC values and lower eADC values; Compared with well-differentiated rectal tumors, poorly differentiated rectal tumors had lower ADC values and higher eADC values ($P<0.05$). **Conclusion** The application of MAGiC technology in the diagnosis of malignant rectal tumors can effectively evaluate their differentiation degree and has a high signal-to-noise ratio, providing a reliable basis for formulating clinical treatment plans and making prognostic judgments.

Keywords: MAGiC technology; Malignant rectal tumor; Conventional sequence

直肠肿瘤作为全球排名第三的常见癌症类型, 其发病率伴随着人们生活模式 and 环境的转变而逐年上升。该疾病的预后受到肿瘤分化程度等多种因素的影响, 治疗上以手术为核心, 为了制定更为个性化的治疗方案, 术前对患者病情的准确判断与评估至关重要^[1-2]。目前, 针对直肠的检查手段包括直肠内超声检查(EUS)、计算机断层扫描(CT)、正电子发射计算机断层显像(PET/CT)以及磁共振成像(MRI)^[2]。这些检查方法各具特点, EUS以其无放射性、成本较低、适用于评估早期及浅表性直肠癌浸润程度等优势受到青睐, 但其在观察直肠癌对周边组织及器官的侵犯程度和淋巴结转移情况方面存在局限性, 且其准确性高度依赖操作者的技术经验, 此外, 对于直肠壁狭窄或高位直肠癌患者, EUS的应用也受到一定限制^[3]。CT扫描具有快捷、适用范围广、能对远处转移进行评估的特点, 然而它存在辐射风险, 且在展现直肠壁层次结构和低位直肠癌CRM侵犯状况方面不够清晰; PET/CT在评估远处转移方面表现出色, 但它同样存在辐射问题、成本较高以及空间分辨率不足, 这限制了其在反映直肠周围侵犯及CRM受累情况的能力; 尽管MRI检查费用较高、耗时较长, 但其无辐射、高软组织对比度等优势, 使其成为术前评估的可靠选择^[4-5]。为了实现准确和可信的术前诊断评估, 研究者们不断深入挖掘MRI功能成像的潜力, 在此背景下, MAGiC序列作为一种创新的磁共振技术崭露头角, 它能在单一扫描过程中获取多种具有不同对比度的图像^[6]。目前, 常用的十种对比度图像类型包括T1WI、T2WI、PDWI、T1WI-Flair、T2WI等^[7]。MAGiC序列不仅缩短了扫描时间, 而且在保持常规序列图像质量的同时, 提供了更丰富的对比度图像信息, 这为疾病的诊断提供了更多可靠和定量的数据支持^[8]。但目前, 临床上关于MAGiC技术在恶性直肠肿瘤分化程度诊断中的应用尚未有学者指出, 基于此, 本文研究MAGiC技术在恶性直肠肿瘤分化程度诊断中的应用价值并进行分析。

1 资料与方法

1.1 对象 于2023年1月至2024年1月, 选取我院收治的恶性直肠肿瘤患者100例, 其中, 男性57例, 女43例, 平均年龄(59.00 ± 22.95)岁, 平均病程8个月~6年, 其中低分化直肠肿瘤46例, 中分化直肠肿瘤31例, 高分化直肠肿瘤23例。

纳入标准: 均经直肠根治性切除术且术前未行放疗; 临床资料完整; 患者及家属均对本研究知情并签署同意书。排除标准: 图像质量差, 无法进行后处理者; 有MRI检查禁忌症者; 肿瘤体积太小无法准确测量者; 术前合并其他良恶性肿瘤者。

1.2 方法 利用GE SIGNA Architect 3.0T型磁共振成像扫描设备配合8通道的腹部相控阵线圈进行成像。成像过程中采用的扫描序列包括标准的MRI无造影剂扫描及MAGiC扫描前后对比。初始进行轴位MAGiC扫描, 其参数设定为: 重复时间(TR)4000ms, 回

【第一作者】何金坤, 男, 初级技师, 主要研究方向: 医学影像技术。E-mail: hejinkun0803@163.com

【通讯作者】廖荣萍, 女, 初级技师, 主要研究方向: 医学影像技术。E-mail: liaorongping@sysush.com

波时间(TE)18.8ms,共320层,每层厚度为3.0mm,层间距为0mm,FOV大小为400mm,图像矩阵为320×256,回波链长度为16,带宽为27.78kHz,整个扫描过程耗时4分32s。

1.3 观察指标

1.3.1 常规序列与MAGiC技术图像信噪比SNR的比较 利用GE主机的高级图像后处理软件对影像进行后期处理并执行数据测量工作。把标准平扫扫描得到的T1WI、T2WI、T1Flair和T2Flair图像,在MAGIC序列和常规序列图像中,选取恶性直肠肿瘤最大横截面积的层面,于此层面设置感兴趣区(ROI),并计算该区域的信号强度平均值S。随后,在图像的内外背景部位选取四个较小的区域,测量各自信号的方差,将这四个背景区的方差平均值作为噪声SD(标准差)。依照美国电气制造商协会所推荐的公式,计算ROI的信噪比SNR,即 $SNR = 0.665 \times S / SD$ 。

1.3.2 常规序列与MAGiC技术图像主观评分比较 经过两名富有影像诊断经验的放射科医生以双盲方式独立对图像进行分析,若出现分歧则通过协商解决。利用MAGIC序列后处理的10种不同对比度图像,以及常规序列扫描图像来判定转移瘤的数量及其分布位置。后续评估采用五级评分系统,评分准则如下:图像清晰且能

明确诊断,解剖结构细节无伪影得5分;图像较为清晰,能准确诊断,但解剖细节存在少量伪影得4分;图像质量尚可,基本达到诊断要求,但解剖细节不清晰,伴有伪影得3分;图像质量较差,解剖细节不清晰且伪影较多,无法满足诊断需求,仅提供参考意见得2分;图像质量差,伪影严重,无法进行诊断得1分。

1.3.3 不同分化程度瘤体ADC值、eADC值比较 所有的MAGiC技术数据均由两位经验丰富的放射科专家共同进行解读。在避开坏死的囊变区域后,于病灶的最大层面挑选特定兴趣区域,并由软件自动完成表观扩散系数(ADC)和指数化表观扩散系数(eADC)的计算。经过三次测量,计算其平均值以获得准确结果。

1.4 统计学处理 使用SPSS 25.0进行数据分析,计量资料经levene法检测具备方差齐性,shapiro-wilk检验符合正态分布,以均数标准差($\bar{x} \pm s$)表示采用重读测量方差分析,同一时间点两组间比较独立样本t检验。以率(%)表示计数资料采用 χ^2 检验,组间行t值计算,多组间行F值计算,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 MAGiC技术诊断不同分化程度影像学特征 见图1~5。

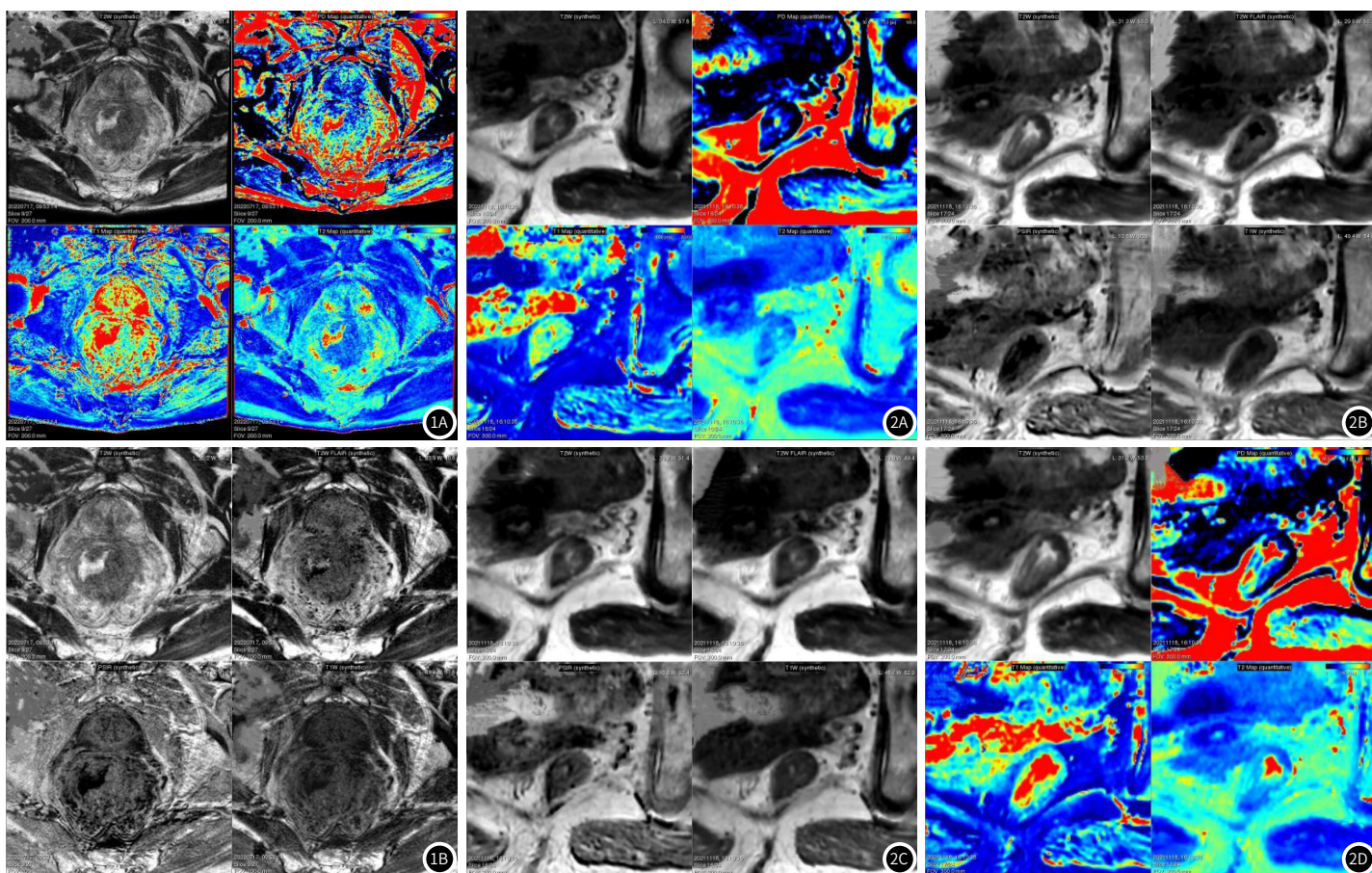


图1 低分化。低分化:表现为边界模糊、形状不规则的肿块。其内部组织密度不均匀,可见坏死、出血等病变。肿瘤细胞排列紊乱,细胞核异型性明显,核分裂象多见。

图2 高分化。高分化:通常表现为圆形或类圆形,边缘清晰,轮廓规整,肿瘤呈高信号,提示肿瘤细胞密度较高。

2.2 常规序列与MAGiC技术图像信噪比SNR的比较 如表1所示,MAGiC技术中T1WI、T2WI、T1WI-Flair及T2WI-Flair图像的信噪比均高于常规序列,有差异($P < 0.05$)。

2.3 常规序列与MAGiC技术图像主观评分比较 如表2所示,MAGiC技术整体质量、病灶细节及伪影评分均高于常规序列,有差异($P < 0.05$)。

2.4 不同分化程度瘤体ADC值、eADC值比较 如表3所示,与低分化直肠肿瘤相比,中分化直肠肿瘤、高分化直肠肿瘤ADC值较高,且eADC值较低;与中分化直肠肿瘤相比,高分化直肠肿瘤ADC值较高,且eADC值较低;与高分化直肠肿瘤相比,低分化直肠肿瘤ADC值较低,且eADC值较高,有差异($P < 0.05$)。

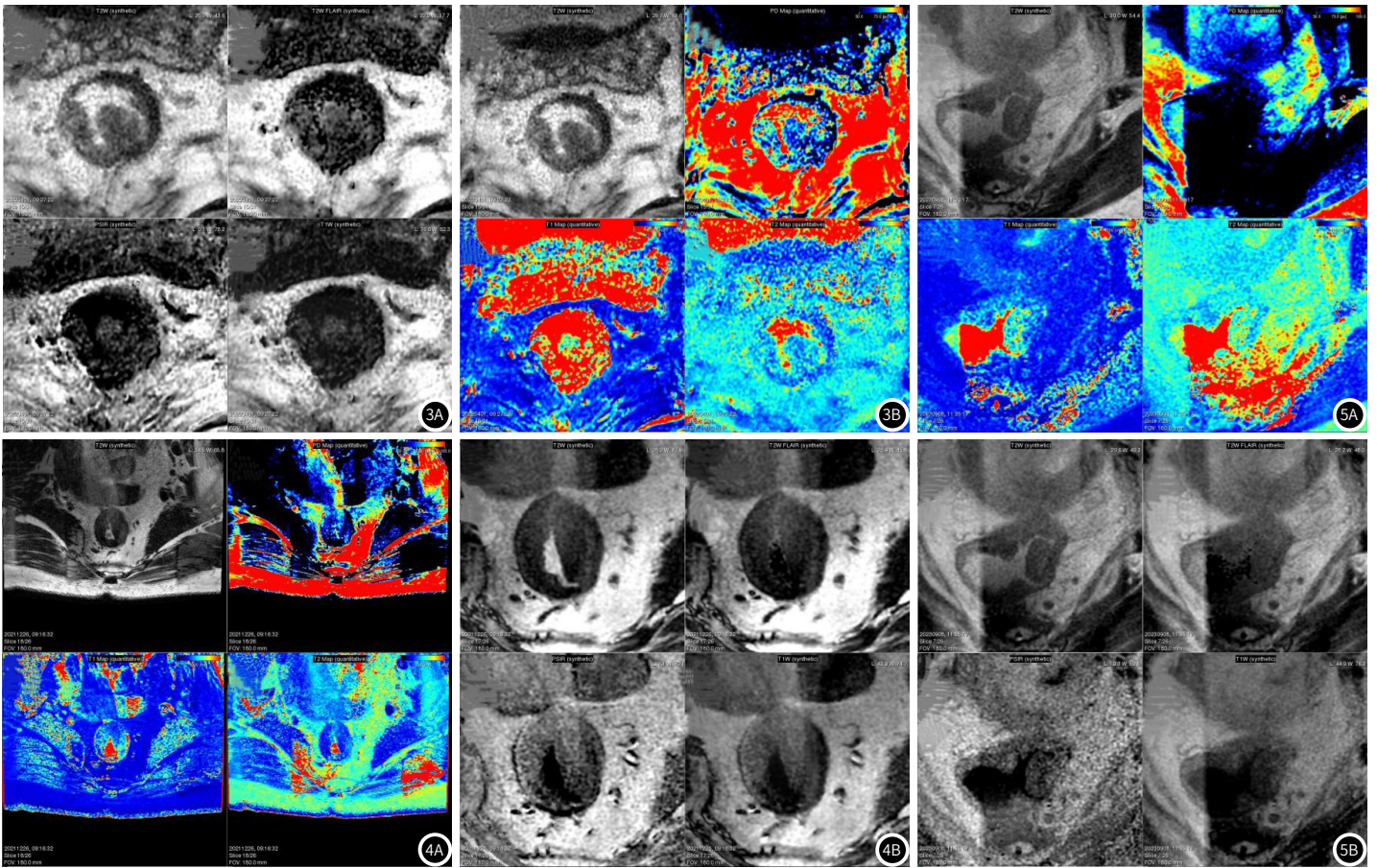


图3 浸润型。浸润型：局部肠壁增厚，肿瘤向肠腔内或肠壁外生长。肿瘤形态不规则，边缘模糊，与正常肠壁分界不清，正常肠壁分为四层，由内向外分别为黏膜层、黏膜下层、肌层和浆膜层。肿瘤侵犯时，肠壁层次结构模糊或消失，代之以不规则的肿瘤组织。浸润型直肠肿瘤向周围侵犯时，可表现为肿瘤与周围组织界限不清，脂肪间隙消失。

图4 溃疡型。溃疡型：表现为局部肠壁增厚，肿瘤向肠腔内生长，形成溃疡。肿瘤边缘可呈分叶状，周围可见卫星灶，其可见周围脂肪间隙模糊，提示肿瘤侵犯周围组织。

图5 中分化。中分化：表现为局限性或弥漫性肿块，边缘不规则，呈分叶状，肿瘤大小不一，直径通常在1-10cm之间。MAGiC技术可以清晰地显示肿瘤侵犯肠壁的深度，中分化直肠肿瘤侵犯黏膜层和黏膜下层时，表现为肠壁局部增厚，黏膜层中断，黏膜下层信号减低。肿瘤侵犯肌层时，肠壁全层增厚，肌层信号减低，脂肪层模糊。肿瘤侵犯浆膜层时，可见浆膜层断裂，周围脂肪间隙模糊。

表1 常规序列与MAGiC技术图像信噪比SNR的比较

组别	例数	T1WI	T2WI	T1WI-Flair	T2WI-Flair
常规序列	100	324.05±36.68	206.34±37.44	119.20±25.07	87.92±15.06
MAGiC技术	100	915.02±120.05	543.06±44.09	551.36±125.06	316.65±88.60
t值		47.080	58.210	33.880	25.450
P值		0.001	0.001	0.001	0.001

表2 常规序列与MAGiC技术图像主观评分比较(分)

组别	例数	整体质量	病灶细节	伪影评分
常规序列	100	2.08±0.59	3.14±1.25	3.54±1.02
MAGiC技术	100	4.56±1.36	5.37±2.07	4.98±1.58
t值		16.730	9.222	7.657
P值		0.001	0.001	0.001

表3 不同分化程度瘤体ADC值、eADC值比较

组别	例数	瘤体ADC值 (×10 ⁻³ mm ² /s)	瘤体eADC值 (mm ² /s)
低分化直肠肿瘤	46	0.625±0.026	0.695±0.061
中分化直肠肿瘤	31	0.964±0.064	0.517±0.052
高分化直肠肿瘤	23	1.657±0.094	0.143±0.027
t值		32.270	13.310
F值		0.001	0.001

3 讨论

直肠癌作为常见的消化系统恶性肿瘤之一,根据2017年发布的《中国肿瘤状况及发展趋势》报告显示,其在中国所有消化系统恶性肿瘤的发病率中排名第三,排在食道癌和胃癌之后。直肠癌的发病率本身较高,过去半个世纪里,不少国家的直肠癌死亡率依旧持续处于高位,且呈现出上升和年轻化的迹象^[9-10]。在当前直肠癌的诊断方法中,医生通常会采用X线检查、多层螺旋CT、MRI、正电子发射计算机断层显像(简称PET-CT)以及肠镜等技术对病患进行确诊,然而,这些方法均存在一定的局限性,难以准确判断恶性直肠癌的分化程度^[11]。因此,探索一种更加精确和高效的诊断手段对于评估恶性直肠癌的分化程度至关重要。

当前,得益于MRI技术的持续创新与发展,其在结直肠癌检测领域的应用愈发普及,已经成为研究领域的焦点之一^[12-13]。MRI检查凭借其丰富的扫描序列和卓越的软组织成像能力,加之近年来MRI设备的不断升级和多参数成像技术的优化,使得它在观察病变周边状况、检测直肠癌以及进行治疗前分期等方面,扮演了越发关键的角色^[14-15]。MAGiC技术是近年来涌现的一种创新性多对比度磁共振弛豫定量手段,其特点在于无需预设参数,支持扫描后调整,仅需3至4分钟的扫描时间,便能获取10种不同的对比度图像以及5种定量分析图谱。这些图像具有更丰富的对比度,品质更为出色,从而有效提升了疾病的检测效率,降低了误诊的风险^[16-17]。MAGiC技术生成的定量图谱在量化组织成分时,表现出更高的客观性、精确性和便捷性,有效克服了线圈、成像参数以及人眼对信号强度分辨率限制等影响,具有更高的诊断价值^[18-19]。

临床调查显示,MAGiC序列是磁共振的集成序列,在检测诊断恶性直肠癌分化程度时具有更好的应用价值,MAGiC序列除了能够提供10种不同对比度的图像外,还能得到5种定量图像,包括T1-Mapping图像、T2-Mapping图像、R1-Mapping图像、R2-Mapping图像以及PD-Mapping图像,这些图像可以定量测量T1、T2值,得出定量化数据,因此在MAGiC序列中能够更好地显示出恶性直肠癌分化程度^[20-21]。本文研究结果显示,与传统的磁共振序列相比,MAGiC序列能够提供更好的信噪比,从而在图像上恶性直肠癌分化程度变得更加清晰,帮助医生更容易发现并识别恶性直肠癌。出现该现象的原因因为MAGiC技术通过检测肿瘤组织中的化学交换信号,能够更准确地判断肿瘤分化程度,MAGiC技术在诊断恶性直肠癌分化程度方面具有较高的准确性和可靠性,有助于临床医生制定更合适的治疗方案。

有学者在研究中指出,MAGiC技术还具有较高的空间分辨率,一次扫描就能得到多种功能图像的同时,可以显示出更小的病灶和更细微的结构,让医生能够更精确地判断恶性直肠癌分化程度,这对于制定治疗方案十分关键^[22-23]。本文研究结果显示,MAGiC技术图像的总诊断质量均高于常规序列,在清晰度上大于95%。出现该现象的原因因为MAGiC技术能够提供更清晰的图像对比度、更高的分辨率和更好的显示病灶,有助于医生更准确的诊断恶性直肠癌分化程度。

临床调查显示,恶性直肠癌分化程度均影响患者的病情进展、治疗及预后,而MAGiC序列作为一项磁共振新技术,通过一次扫描可以得到多种不同对比度的图像,对组织内部和微观结构的变化能起到间接的反映作用,对肿瘤发现和定位较准确^[24-25]。本文研究结果表明,低分化组瘤体ADC值低于中、高分化组,eADC值高于中、高分化组,表明ADC和eADC能够对病变组织信号特征进行量化,为诊断直肠癌分化程度提供参考。通过比较ADC值和eADC值的变化,MAGiC技术可以定量分析组织结构和功能的变化,可以将MAGiC中的透射作用排除在外,从而准确地反映出扩散受限和自由扩散的信号变化。分化程度较低的肿瘤细胞增殖明显,排列紊乱,细胞核分裂现象增多,细胞核增大,细胞间隙减小,这些都会使水分子的扩散受到限制,表现为ADC值下降,eADC值上升,从而可以通过测定肿瘤的ADC和eADC值来了解其分化程度,进而对肿瘤的恶性程度进行预测。

综上所述,应用MAGiC技术对恶性直肠癌患者进行诊断,利用MAGiC技术中ADC、eADC值能够有效评估其分化程度,为恶性直肠癌患者的诊治及预后提供重要参考。

参考文献

- [1]高岚,呼延佩. 3.0T MRI联合DWI及MSCT对直肠癌分期及分化程度的诊断价值[J]. 海南医学, 2023, 34(1): 104-108.
- [2]钱振,张金平,张冉. 探讨MR扩散成像对诊断直肠癌外膜侵犯及评估肿瘤分化程度的应用价值[J]. 贵州医药, 2022, 46(2): 307-308.
- [3]李奎德,陈海霞,蒋瑾,等. 磁共振扩散加权成像感兴趣区的选择在直肠癌术前分化程度和淋巴结转移评估中的应用价值[J]. 临床放射学杂志, 2020, 39(2): 341-345.
- [4]李夏伽,刘坤,袁志刚,等. 扩散峰度成像和体素内不相干运动成像在直肠癌分化程度及病理分期的应用价值[J]. 实用放射学杂志, 2021, 37(11): 1814-1817.
- [5]陈倩,张艳楠,刘杰,等. DWI ADC值在直肠癌诊断中的应用分析[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40(4): 789-793.
- [6]Bates DDB, Homsí ME, Chang KJ, et al. MRI for Rectal Cancer: Staging, mrCRM, EMVI, Lymph Node Staging and Post-Treatment Response[J]. Clin Colorectal Cancer, 2022, 21(1): 10-18.
- [7]Rinke A, Ambrosini V, Dromain C, et al. European Neuroendocrine Tumor Society (ENETS) 2023 guidance paper for colorectal neuroendocrine tumours[J]. J Neuroendocrinol, 2023, 35(6): e13309.
- [8]Lee S, Kassam Z, Baheti AD, et al. Rectal cancer lexicon 2023 revised and updated consensus statement from the Society of Abdominal Radiology Colorectal and Anal Cancer Disease-Focused Panel[J]. Abdom Radiol (NY), 2023 Sep; 48(9): 2792-2806.
- [9]Li J, Ma Y, Wen L, et al. Prognostic impact of tumor budding in rectal cancer after neoadjuvant therapy: a systematic review and meta-analysis[J]. Syst Rev, 2024 Jan 9; 13(1): 22.
- [10]Jin Y, Wang Y, Zhu Y, et al. A nomogram for preoperative differentiation of tumor deposits from lymph node metastasis in rectal cancer: a retrospective study[J]. Medicine (Baltimore), 2023, 102(41): e34865.
- [11]Huang H, Han L, Guo J, et al. Multiphase and multiparameter MRI-based radiomics for prediction of tumor response to neoadjuvant therapy in locally advanced rectal cancer[J]. Radiat Oncol, 2023, 18(1): 179.
- [12]Muraó S, Danno K, Nakamichi I, et al. [A case of malignant rectal b cell lymphoma that was difficult to differentiate from rectal neuroendocrine tumor] [J]. Gan To Kagaku Ryoho, 2022, 49(13): 1793-1795. Japanese.
- [13]周之怀,王龙胜,刘三春,等. 基于3.0T MR增强影像构建鉴别结直肠癌周围淋巴结与转移性淋巴结的预测模型[J]. 放射学实践, 2023, 38(12): 1562-1567.
- [14]苏兰芳,王芳,李韩建,等. 磁共振成像中T2加权成像和弥散加权成像序列预测直肠癌患者淋巴结转移风险研究[J]. 中国医学装备, 2023, 20(5): 77-81.
- [15]卢倩颖,付旷. MRI在直肠癌术前分期及ADC值在直肠癌预后评价中的应用[J]. 哈尔滨医科大学学报, 2020, 54(3): 302-305.
- [16]Veeranna V, Freeman AM. The magic of improved crystal technology coupled with better resolution: Novel imaging findings may promise improved disease detection[J]. J Nucl Cardiol, 2021, 28(1): 328-330.
- [17]Chadee D, Ren S, Tang G. Is digital technology the magic bullet for performing work at home? Lessons learned for post COVID-19 recovery in hospitality management[J]. Int J Hosp Manag, 2021, 92: 102718.
- [18]罗娜,贺露瑶,田祥洁,等. 磁共振MAGiC成像技术在脑转移瘤中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2024, 22(5): 35-37.
- [19]徐文娟,杜芳,薛松,等. 一站式弛豫定量(MAGiC)技术预测前列腺移行带PI-RADS 3分病灶良恶性能力的临床价值[J]. 放射学实践, 2024, 39(6): 772-778.
- [20]乔超峰,靳磊,宁涛,等. 血清中丝氨酸酯酶抑制剂Kazal 4型联合癌胚抗原、糖类抗原199对结直肠癌的诊断价值[J]. 安徽医药, 2023, 27(3): 550-554.
- [21]Machado I, Martínez La Piedra MDC, et al. Primary rectal tumor with extensive choriocarcinoma differentiation in a woman with lung, liver and disseminated peritoneal disease: a primary rectal adenocarcinoma with extensive choriocarcinoma differentiation or primary rectal choriocarcinoma? [J]. Int J Surg Pathol, 2023 Oct 26: 10668969231204956.
- [22]Lambrechts DMJ, Bogveradze N, Blomqvist LK, et al. Current controversies in TNM for the radiological staging of rectal cancer and how to deal with them: results of a global online survey and multidisciplinary expert consensus [J]. Eur Radiol, 2022, 32(7): 4991-5003.
- [23]陆玉峰,刘磊,张永宏. 血清PCAT-1联合CEA、CA199检测在结直肠癌患者中的诊断价值[J]. 医学临床研究, 2020, 37(10): 1500-1503, 1507.
- [24]吴德生,梁焯鑫,陈秀婵,等. 高分辨T2WI在直肠癌壁外血管侵犯诊断中的应用价值[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2020, 18(6): 548-551.
- [25]相帅,郑龙波,朱玲,等. 基于高分辨T2WI及弥散加权成像的放射组学模型预测II-III期直肠癌患者微卫星稳定性状态[J]. 中华外科杂志, 2023, 61(9): 782-787.
- [26]周之怀,王龙胜,刘三春,等. 基于3.0T MR增强影像构建鉴别结直肠癌周围淋巴结与转移性淋巴结的预测模型[J]. 放射学实践, 2023, 38(12): 1562-1567.

(收稿日期: 2024-08-05)

(校对编辑: 赵望淇)