

论 著

自适应图像接收线圈与腹部相控阵线圈T2WI序列对直肠癌诊断价值的对比研究*

王东琳¹ 赵文静² 朱世元¹
于文文² 李林坤^{2,*}
1.山东第二医科大学医学影像学院
(山东 潍坊 261053)
2.潍坊市人民医院放射科 (山东 潍坊 261041)

【摘要】目的 比较自适应图像接收(AIR)线圈与腹部相控阵(AA)线圈在中分化直肠癌快速自旋回波(FSE)T2WI序列成像中的应用效果,为临床提供更有利的检查方法。方法 回顾性分析术前MRI检查且病理确诊为直肠中分化腺癌的90例患者,随机分成A、B两组,每组45例,分别应用AIR及AA线圈进行检查,比较两组快速自旋回波(FSE)T2WI序列的直肠癌病变及坐骨直肠窝处脂肪的客观图像质量与主观图像质量,客观图像质量通过观测图像的信噪比(SNR)评估,主观图像质量通过图像质量评分进行评估。结果 A组直肠癌及坐骨直肠窝处脂肪图像的SNR及主观图像质量评分较B组均更高(P<0.05)。结论 AIR线圈具有更高的信噪比和图像质量,病变的显示能力更强,能为直肠病变MRI检查提供更有利的支持。

【关键词】直肠癌; 自适应图像接收线圈;
腹部相控阵线圈; 信噪比; 图像质量
【中图分类号】R445.2
【文献标识码】A
【基金项目】潍坊市卫生健康委员会
科研项目(WFWSJK-2023-196)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.02.055

A Comparative Study on Diagnostic Value of T2WI Sequences of Adaptive Image Receiving Coil and Anterior Array Coil in Rectal Cancer*

WANG Dong-lin¹, ZHAO Wen-jing², ZHU Shi-yuan¹, YU Wen-wen², LI Lin-kun^{2,*}.
1.School of Medical Imaging, Shandong Second Medical University, Weifang 261053, Shandong Province, China
2.Department of Radiology, Weifang People's Hospital, Weifang 261041, Shandong Province, China

ABSTRACT
Objective To compare the application effects of adaptive image receiving (AIR) coil and anterior array(AA) coil in fast spin echo (FSE) T2-weighted imaging of medium differentiated rectal adenocarcinoma, and providing a more effective method for clinical examination. *Methods* A retrospective analysis was performed on 90 patients who were examined by MRI and were pathologically diagnosed as medium differentiated rectal adenocarcinoma before operation, and they were randomly divided into group A and group B, 45 cases in each group. The two groups were examined with adaptive image receiving (AIR) and anterior array (AA)coils respectively, objective and subjective image quality of rectal cancer lesions and fat of ischiorectal fossa were compared between the two groups on fast spin echo (FSE) T2WI sequences,the objective image quality was evaluated by observing signal-to-noise ratio(SNR) of rectal cancer and the subjective image quality was evaluated by image quality score. *Results* The SNR and subjective image quality scores which are measured in the rectal cancer and fat of ischiorectal fossa images in group A were higher than those in group B (P<0.05). *Conclusion* AIR coil has higher SNR and image quality, and better lesion display ability, and can provide more favorable support for MRI examination of rectal lesions.
Keywords: Rectal Cancer; Adaptive Image Receiving Coil; Anterior Array Coil; Signal to Noise Ratio; Image Quality

直肠癌是常见的消化道恶性肿瘤之一^[1],其发病率和病死率均较高,且有逐年增高的趋势。直肠癌按照常规病理分型,直肠中分化腺癌是其中占比最高的一种病理分型^[2],提高其诊断的准确率对临床治疗和患者预后具有重要意义。高分辨率磁共振^[3]可以进行多参数、多序列、多方位活体解剖学成像,显示当前肿瘤影像特点及其与周围结构的关系,是当前最好的辅助检查方法之一^[4],可以术前TNM分期评估^[5],指导治疗方案制定。自适应图像接收(adaptive image receive, AIR)魔毯线圈可以像毯子一样直接覆盖在患者受检部位,柔软、舒适性好,同时具有较高的信噪比,然而在直肠检查方面的报道较少,尚未见其与腹部相控阵线圈在FSE序列T2WI成像对比的报道,本研究通过比较直肠癌患者二者的成像效果,为临床提供一种新的价值更高的检查方法。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2023年3月至11月于潍坊市人民医院完成直肠癌术前MRI检查并经术后病理确诊为直肠中分化腺癌的90例患者,随机分成两组,A组45例,男27例,女18例,年龄64.73岁,应用30通道AIR线圈,B组45例,男25例,女20例,平均63.53岁,应用36通道腹部相控阵(anterior array coil, AA)线圈进行检查。

纳入标准:经病理活检确诊为直肠中分化腺癌;MR检查可以观察到直肠区域病灶;能够完成检查且无明显移动伪影;无影响图像质量的置入物及生命支持设备。排除标准:检查前准备不充分,存在MR检查禁忌症;直肠癌检查MR检查前患者进行化疗直肠癌区域的放疗患者等。

1.2 仪器及方法 所有患者均应用同一设备GE SIGNA Architect 3.0T磁共振扫描,A组应用30通道AIR魔毯线圈,B组应用36通道AA线圈,两组均联合应用40通道床体(posterior array, PA)线圈;患者检查前4小时禁水、禁食,需要排空肠内容物,检查前30分钟注射盐酸消旋山莨菪碱^[1],应用仰卧头先进方式,所有患者均按照“直肠癌MRI扫描及结构化报告规范专家共识”进行扫描。本研究数据采集于常规直肠快速自旋回波FSE序列轴位T2WI,垂直于矢状位T2WI设置定位,A、B两组扫描层面与扫描参数一致,TR 5462 ms,TE 120 ms,视野240 mm×240 mm,层厚3mm。

1.3 图像处理与分析 在GE后处理工作站,客观图像质量通过轴位T2WI,观测直肠Ca的信噪比(signal to noise ration, SNR),在能够显示病灶最大截面的层面对感兴趣区(region of interest, ROI)进行绘制,避开可能影响检测结果的如坏死、气体、脂肪等区域,测量信号强度(signal intensity, SI),测量3次,取其平均信号值,降低误差,其标准差作为噪声,计算 SNR = SI 病变/SD 背景。本研究将信号相对均匀的坐骨直肠窝处脂肪的信噪比作为另一个参考对象,测量及计算方法方法同直肠癌的SNR。主观质量由

【第一作者】王东琳,女,在读硕士,主要研究方向:腹部疾病影像诊断。Email: 17861202961@163.com
【通讯作者】李林坤,男,副主任医师,主要研究方向:腹部疾病影像诊断。Email: llk0123@126.com

2名腹盆组影像诊断医师对每例患者图像进行独立双盲评价, 主观图像标准参照5分法^[2], 1分: 直肠轮廓无法辨认, 不能进行诊断; 2分: 直肠轮廓难以辨认, 图像质量差, 难以诊断; 3分: 直肠轮廓显示欠清, 尚能显示病灶, 图像质量一般, 影响诊断; 4分: 直肠轮廓显示尚清, 病灶显示清晰, 图像质量良好, 能够正确诊断; 5分: 直肠轮廓显示清晰, 边缘锐利, 病灶显示清晰, 与周围结构分界清晰, 图像质量优秀, 能够准确诊断。

1.4 统计学分析 比较A组和B组性别应用 χ^2 检验; 年龄、客观图像质量评分、背景噪声、信噪比(SNR)均采用t检验, $P<0.05$ 表示有统计学意义。应用SPSS 23统计软件进行统计学处理。

2 结果

2.1 一般资料分析结果 AB两组性别及年龄差异没有统计学意义($\chi^2=0.182$, $P=0.670$)、($t=0.545$, $P=0.587$)。

2.2 AB两组客观质量 AB两组直肠癌及坐骨直肠窝处脂肪SI、SD、SNR均符合正态分布, 见表(1)。AB两组直肠癌、坐骨直肠窝处脂肪的SI、SD、SNR差异具有明显统计学意义($P<0.05$); A组直肠癌、坐骨直肠窝处脂肪的SI及SD均较B组明显降低, 但是其SNR却明显升高, 客观图像质量明显升高, 升高了15.40%和15.86%。

2.3 AB两组主观质量 A组为5(5, 5), B组为5(4, 5), A组较B组

升高($Z=2.457$, $P=0.014$)。

表1 AB两组直肠癌及坐骨直肠窝脂肪SI、SD、SN、主观质量评分对比

项目	A组	B组	t/Z	P
年龄	64.73±9.92	63.53±10.94	0.545	0.587
直肠癌SI	702.60±187.93	766.86±136.48	2.946	0.004
直肠癌SD	41.13±10.53	51.86±8.26	7.559	0.000
直肠癌SNR	17.12±1.40	14.81±1.60	7.264	0.000
坐骨直肠窝脂肪SI	1900.20±336.85	2257.29±367.91	6.374	0.000
坐骨直肠窝脂肪SD	30.33±6.43	41.65±8.30	8.959	0.000
坐骨直肠窝脂肪SNR	63.18±4.97	54.79±5.70	7.763	0.000
成像质量评分	5(5, 5)	5(4, 5)	2.457	0.014

2.4 直肠中分化腺癌FSE序列T2WI表现 因组织成分不同信号存在一定差异, 表现为直肠壁不同程度的“C”形、肿块样等T2WI均匀、不均匀的等或略高信号, 肿瘤内发生坏死时表现为更高信号, 因黏膜下层含水量较高, 呈灰白样改变, 高于肿瘤信号, 形成对比, 当肿瘤累及到肠壁外时, 可表现为肠壁表面局部毛糙及肿块样改变。

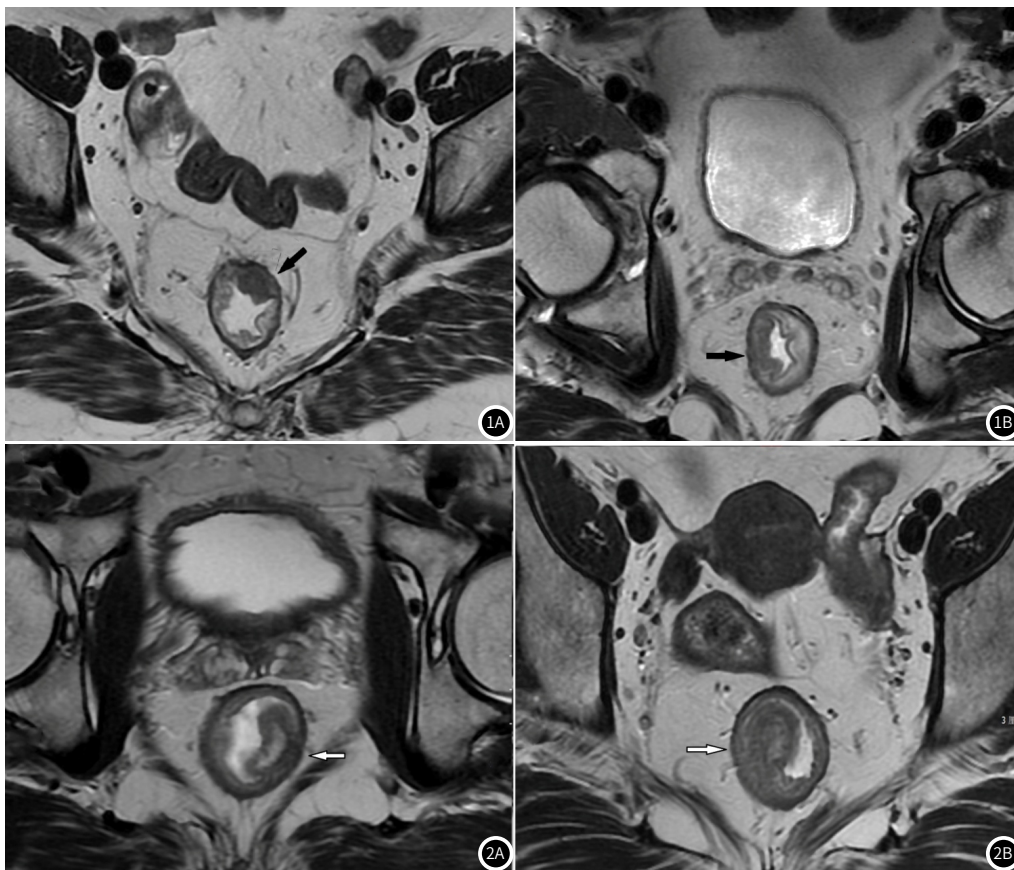


图1A-图2B 均经术后病理诊断为中分化直肠腺癌(T2N0), 主观质量评分均为5分, 图1A、1B为AIR线圈检查图像, 分别为女性63岁、男性53岁患者, SNR分别为18.26和17.55, 病变(黑箭)及直肠各层清晰; 图2A、2B为AA线圈检查图像, 分别为男性59岁、女性64岁患者, SNR分别为14.89和14.46, 病变(白箭)及直肠各层结构清晰程度质量较图1A-B略显不足。

3 讨论

我国直肠癌患病率及病死率逐年升高且年轻化^[6-7], 直肠高分辨MRI检查软组织分辨率高、多序列成像等优势, 能够清晰地显示直肠肠壁各层结构及周围系膜, 能够较为准确地评估直肠癌生长范围及浸润情况^[8-9], 在直肠癌术前诊断与评估中具有很高的价值^[10], 同时在诊断直肠癌壁外血管侵犯方面具有良好的效能^[11], 还可以观察淋巴结转移情况^[12], 所以直肠癌患者术前评估通常首

选MRI检查。

3.1 AIR线圈在直肠癌高分辨率MRI检查中的应用价值 传统腹部相控阵线圈是电容与电感组成的谐振电路^[13-14], 谐振频率的线圈间会产生耦合^[15], 通常采用线圈重叠来减小相邻线圈单元之间的耦合^[16], 来提高图像质量; 此类射频线圈形状固定, 不能完全贴合皮肤, 导致图像质量和信噪比的减低^[12]。AIR线圈具有高

度解耦的特性^[17-18]，线圈单元之间的去耦合由专有的极薄线圈导体和专有的E模式电子设备(E模式电子设备由匹配电路、输入巴伦、去耦合电路/开关、前置放大器和输出巴伦组成)二者组合实现^[13,19]，比AA线圈间的耦合对图像影响更弱；AIR线圈柔软，可以随意变形，与患者检查部位的轮廓紧密贴合^[20]，既可以提高患者舒适度，更配合检查，又可以缩短射频线圈与成像部位的距离，提高图像信噪比。

AIR线圈比较柔软，与身体贴合性更好，向毯子一样覆盖在检查区域^[21]，在MRI检查过程中，患者躺在扫描床上相对更舒适、更配合，减少图像伪影，较AA线圈检查成功率更高，图像质量更高，组织间对比更高，更能够更清晰地显示病变及其与周围结构的关系，本研究主观质量评分A组较B组更高，且差异具有统计学意义，说明这种差异是肉眼可见的。因此，与AA线圈相比，AIR线圈更适用于直肠高分辨率MRI检查。

3.2 FSE序列T2WI在直肠癌高分辨率MRI检查中的应用价值
T2WI是直肠癌MRI检查首选序列^[1]，虽然其对于术前T分期诊断的特异性及敏感性较低^[22]，但组织对比度高，可以更清楚地显示直肠壁各层组织及周围系膜、脂肪间隙、临近结构等解剖细节^[23]。根据不规整的淋巴结边缘和不均匀的淋巴结信号，T2WI序列能够诊断直肠癌的淋巴结转移^[24]。本研究选用FSE序列T2WI作为研究序列，应用AIR线圈及AA线圈采用完全相同的扫描参数，减少参数不同造成的图像质量影响。

为了排除不同分化直肠腺癌因细胞和组织分化不同可能造成的氢质子含量差异形成的信号差别，因此本次研究均选用直肠中分化腺癌作为研究对象，减少误差。新辅助放化疗是目前部分直肠癌术前减小肿瘤、提高切除率、保肛、减少复发率等的常见治疗措施，但是放疗后放射线损伤组织细胞，会造成组织水肿、T2信号升高；化疗后肿瘤组织的细胞、间质及淋巴系统也会损伤，可能会造成水含量及氢质子含量的变化，造成肿瘤T2信号变化，因此本次研究亦将直肠中分化腺癌放化疗后的患者排除。本研究A组T2WI序列图像中虽然直肠中分化腺癌的SI较B组明显降低，但是因为噪声降低更明显，造成SNR值更高，层次也更丰富，客观上提升了图像质量，本研究A组较B组的SNR值升高了15.40%，说明了其在直肠中分化腺癌检查中的优越性。

3.3 本研究局限性 (1)本研究为回顾性分析，不是同一样本实施两种检查方法的对照研究，而是将研究样本随机分组，可能会造成结果有所差异，本研究预通过以后增加病例的数量减小实验结果误差；(2)本研究的评价客观图像质量标准单一；(3)本研究是单一序列不同线圈的对比分析，结果相对较局限。

综上，在直肠中分化腺癌高分辨率MRI检查中，应用AIR线圈，患者感觉更舒适，检查图像具有更高的SNR、更好的质量，对于直肠癌的临床诊断与治疗具有更深远的意义。

参考文献

[1]徐锰超,谢玉玺,邵元伟.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[J].中国CT和MRI杂志,2024,22(1):137-140.
[2]张旭初,张建华,王荣福,等. ¹⁸F-FDG PET/CT联合多种肿瘤标志物在结直肠中分化腺癌术后复发及转移中的应用价值[J].北京大学学报(医学版),2019,51(6):1071-1077.
[3]刘琴,周智鹏.直肠癌MUSE-DWI与常规DWI成像对比研究[J].放射学实践,2023,38(10):1291-1296.
[4]中国医师协会结直肠肿瘤专业委员会诊疗技术专委会,中华医学会放射学分会腹部学组.直肠癌MR扫描及结构化报告规范专家共识[J].中华放射学杂志,2021,55(11):1121-1127.

[5]顾程,张洁,马梦华,等.动态MRI成像技术在低位直肠癌患者术前盆底功能评估中的价值[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(11):128-131.
[6]中华人民共和国国家卫生健康委员会.中国结直肠癌诊疗规范(2023版)[J].中华消化外科杂志,2023,22(6):667-698.
[7]郭晓霖,薛良圆,田春梅,等.多模态磁共振成像在评估直肠癌术前分期、放化疗后再分期、放化疗疗效中的应用研究进展[J].磁共振成像,2023,14(9):181-185.
[8]Zhu K,Chen Z,Cui L,et al.The preoperative diagnostic performance of multi-parametric quantitative assessment in rectal carcinoma:a preliminary study using synthetic magnetic resonance imaging[J].Frontiers in Oncology,2022,12(1):682003-682003.
[9]王海尧,刘刚,薛长菊,等.核磁共振及CT在直肠癌术前病理T分期的诊断价值比较[J].青海医药杂志,2022,52(1):1-6.
[10]毕蔷薇.磁共振成像在直肠癌诊断中的临床应用研究[J].中国医疗器械信息,2023,29(15):45-47.
[11]陈兴发,陈晓丹,林琳,等.高分辨磁共振成像对直肠癌壁外血管侵犯的价值分析[J].罕少疾病杂志,2023,30(3):61-62.
[12]崔逐云,卫佳佳,田艳,等.CT、MRI检查评估直肠癌淋巴结转移的临床价值研究[J].罕少疾病杂志,2022,29(9):73-74.
[13]付军,余万军.30通道AIR线圈与常规16通道体线圈在肝脏MRI成像中的应用效果比较[J].影像研究与医学应用,2023,7(7):35-37.
[14]Anuradha S,Vinit B,Hamed K,et al.Diffusion weighted magnetic resonance imaging of liver:Principles,clinical applications and recent updates.[J].World Journal of Hepatology,2017,9(26):1081-1091.
[15]宋春虎,陈巧燕,车韶,等.磁共振成像超采射频接收线圈研究进展[J].生命科学仪器,2022,20(2):4-16.
[16]Lee R F,Giaquinto R O,Hardy C J.Coupling and decoupling theory and its application to the MRI phased array[J].Magnetic Resonance in Medicine:an Official Journal of the International Society for Magnetic Resonance in Medicine,2002,48(1):203-213.
[17]彭康强,戴心仪,刘辉明,等.自适应图像接收线圈与传统专用线圈在乳腺磁共振检查中的应用比较[J].中国医学物理学杂志,2023,40(9):1091-1097.
[18]Kyungsoo B,Nyeo K J,Jung M H,et al.Application of highly flexible adaptive image receive coil for lung MR imaging using zero te sequence:comparison with conventional anterior array coil[J].Diagnostics,2022,12(1):148-148.
[19]C M D .Magnetic resonance imaging:principles,methods,and techniques[J].American Journal of Roentgenology,2001,177(1):44-44.
[20]McGee K P,Stormont R S,Lindsay S A,et al.Characterization and evaluation of a flexible MRI receive coil array for radiation therapy MR treatment planning using highly decoupled RF circuits[J].Physics in Medicine & Biology,2018,63(8):08NT02.
[21]Collick BD,Behzadnezhad B,Hurley SA,et al.Rapid development of application-specific flexible MRI receive coils[J].Phys Med Biol,2020,65(19):19NT01.
[22]赵兰空,官鹏飞,王静.磁共振不同序列对直肠癌环周切缘诊断价值[J].新疆医学,2021,51(4):431-434.
[23]Alvarez-Jimenez C,Antunes J T,Talasila N,et al.Radiomic texture and shape descriptors of the rectal environment on post-chemoradiation T2-weighted MRI are associated with pathologic tumor stage regression in rectal cancers:a retrospective,multi-institution study[J].Cancers,2020,12(8):2027-2027.
[24]宇文谦,常红,李海玲,等.高分辨3.0T MRI扫描对直肠癌术前分期的临床应用[J].中国临床医学影像杂志,2017,28(7):504-506,515.

(收稿日期: 2024-02-02) (校对编辑: 赵望淇)