

• 腹部影像学 •

水脂分离增强序列在 3.0T 磁共振直肠癌术前分期中的应用

宋立涛, 张欢, 潘自来, 宋文娟, 杜联军, 丁蓓, 凌华威, 宋琦, 陈克敏

【摘要】 目的:将水脂分离增强扫描序列应用于直肠癌磁共振术前分期检查,探讨其在直肠癌术前分期中的应用价值。**方法:**选择经肠镜活检证实为直肠癌患者 46 例,随机盲法均分为两组,一组序列采用常规序列及 T₁ 脂肪抑制增强扫描序列;另一组序列采用常规序列及水脂分离增强扫描序列,结果与病理分期对照,比较两组序列图像信噪比及 T、N 分期。**结果:**组一 T 分期总敏感度为 74%,特异度为 78%。N 分期总敏感度为 74%,特异度为 74%;N0 分期敏感度 78.6%,特异度 66.7%,准确率为 78%;N1 分期敏感度 57%,特异度 81%,准确率为 71%;N2 分期敏感度 100%,特异度 100%,准确率为 100%。组二 T 分期总敏感度为 83%、特异度为 83%;N 分期总敏感度 91%,特异度为 91%;N0 分期敏感度 94%,特异度 83%,准确率为 94%;N1 分期敏感度 75%,特异度 95%,准确率为 75%;N2 分期敏感度 100%,特异度 94.5%,准确率为 100%。**结论:**水脂分离序列可提高图像信噪比,脂相有助于提高 N 分期,此序列在直肠癌术前分期中具有一定的临床应用价值。

【关键词】 直肠肿瘤; 肿瘤分期; 磁共振成像

【中图分类号】 R730.2; R735.37; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2013)10-1049-05

Value of water-fat suppression technique with a 3.0T scanner for preoperative MRI staging of rectal cancer SONG Li-tao, ZHANG huang, PAN Zhi-lai, et al. Department of Radiology, Zibo Central Hospital, Shandong 255036, P. R. China

【Abstract】 Objective: To investigate the value of water-fat suppression MRI technique in the diagnoses and staging of rectal cancer before surgery. **Methods:** 46 patients with primary rectal cancer, proved by colonoscopy and biopsy, were randomly divided into two groups. Patients all underwent routine MRI sequences and contrast-enhanced T₁ WI with fat suppression were performed in Group 1 and contrast-enhancement three-point dixon technique (water-fat suppression) in Group 2. MR findings were correlated with histology. The signal-noise ratio (SNR) of images and T, N staging of the 2 groups were compared. **Results:** For Group I: The overall sensitivity, specificity in the diagnosis of T staging was 74%, 78% respectively; of N staging was 74%, 74% respectively. The sensitivity, specificity and accuracy was 78.6%, 66.7%, 78% respectively for N0, 57%, 81%, 71% respectively for N1, and 100%, 100%, 100% respectively for N2. For Group II: The overall sensitivity, specificity in the diagnosis of T staging was 83%, 83% respectively, of N staging was 91%, 91% respectively. The sensitivity, specificity and accuracy was 94%, 83%, 94% respectively for N0, 75%, 95%, 75% respectively for N1 and 100%, 94.5%, 100% respectively for N2. **Conclusion:** The image SNR could be improved by water-fat suppression technique and the diagnosis accuracy of N staging could be improved by fat phase, which is helpful in the staging of rectal carcinoma before surgery.

【Key words】 Rectal neoplasms; Neoplasms staging; Magnetic resonance imaging

水脂分离技术是常用的一种脂肪抑制及获取水脂图像的技术^[1]。其原理是通过水、脂之间的频率差异形成的化学位移,通过特定回波时间的选择将两者从某一体素中分离。水脂分离序列可同时获得纯水相、纯脂相、In-Phase 相和 Out-phase 相。较早的两点法 DIXON 只需要获取两幅图像,而由于其对于磁场不均匀性敏感,成像时会导致水-脂图像翻转, Glover^[2]与 Schneider 通过修正提出三点法 DIXON,其是通过扫描时获取 3 幅图像以修正磁场的均匀性。此类技术最大的缺点是扫描时间较长,但因其图像更高的信噪比、能获取稳定的脂肪抑制图像及纯水、纯脂

相。本组将其应用于直肠癌术前分期检查,与常规 T₁ 压脂增强序列比较图像的信噪比,术前 T、N 分期的敏感度、特异度、准确性。

材料与方法

选择上海瑞金医院 2010 年 4 月—2011 年 5 月经手术证实为直肠癌患者 46 例,均能耐受磁共振检查且无相关禁忌证。其中男 30 例,女 16 例,年龄 30~84 岁,平均年龄 58 岁。临床表现包括便血,排便习惯改变,大便变形,腹痛,肛门疼痛。患者术前均未接受过放疗或者化疗。患者用盲法随机分为两组,组一采用常规序列和 T₁ 压脂增强序列;组二采用常规序列和水脂分离增强序列。所有检查均于术前完成,并于检查后限期行外科手术(MRI 检查后 1 周内行全直肠系膜切除术是违反原则,文中将其改为限期进行手术),

作者单位: 200025 上海,上海交通大学医学院附属瑞金医院放射科(宋立涛、张欢、潘自来、杜联军、丁蓓、凌华威、宋琦、陈克敏);255036 山东,淄博市中心医院 CT/MRI 诊断室(宋立涛)

作者简介: 宋立涛(1985—),男,山东淄博人,硕士,住院医师,主要从事胃肠道肿瘤的影像学研究工作。

通讯作者: 张欢, E-mail: huanzhangy@yahoo.com

手术按全直肠系膜切除术(TME)原则进行。

患者检查当日禁食,检查前 2 h 肛注开塞露清洁肠道,肠腔内不使用任何对比剂,采用 GE 3. 0T HDXT MR 和磁共振设备,8 通道相控阵列线圈,两组检查所采用扫描序列及参数:①患者取仰卧位,定位相扫描完成后,扫描矢状面 T₂ FRFSE 图像,目的是病灶的定位,以有利于横轴面和冠状面的扫描范围的确定。扫描参数 TR 3000~4000 ms,TE 100~130 ms,视野 28~32 cm×28~32 cm,层厚 3 mm,层间距 1 mm;②根据矢状面确定横轴面范围,其垂直于肿瘤所在直肠段的长轴并覆盖整个肿瘤,扫描参数:TR 3500~4500 ms,TE 100~130 ms,视野(28~32) cm×(28~32) cm,层厚 5 mm,层间距 1 mm;③冠状面扫描,与病灶所在直肠段的肠轴平行,扫描参数:TR 2500~3500 ms,TE 100~130 ms,视野(28~32) cm×(28~32) cm,层厚 4 mm,层间距 1 mm;④DWI 横轴面扫描,扫描野复制横轴面 T₂ FRFSE 的范围,选取 b 值=1000,扫描参数:TR 5000~6000 ms,TE Minimum,扫描视野(28~32) cm×(28~32) cm,层厚 5 mm,层间距 1 mm;⑤第一组采用常规 T₁ 增强扫描,范围为垂直于肿瘤所在直肠段的长轴并覆盖整个肿瘤,增强前平扫 1 次,然后选取动脉期 25 s,门脉期 60 s,延迟期 2 min 进行扫描,采用层厚 4 mm 无间隔扫描。第二组采用水脂分离增强扫描序列,扫描参数与第一组相同。因直肠位置较低,受呼吸及运动影响较小,扫描并未施加呼吸门控。扫描获得的图像由两位有经验的影像专家共同分析,对阅片过程中不同意见经协商达成一致。

本实验采用美国癌症联合会(AJCC)在 2002 年制定的直肠癌 TNM 分期标准^[3]。由于常规扫描无法对 T₁、T₂ 期病变进行鉴别,故本研究采用的分期标准为 T:原发瘤。T1-2:原发瘤未突破固有肌层;T3:原发瘤穿透固有肌层至浆膜下或进入无腹膜包裹的结肠旁/直肠旁组织中;T4:癌肿直接侵入其它器官或结构和/或穿透脏层腹膜。N:区域淋巴结。NX:区域性淋巴状态不能确定;N0:无区域性淋巴结转移;N1:有 1~3 个区域淋巴结转移;N2:有 4 个或更多的区域淋巴结转移。M:远处转移。因本组 MRI 扫描范围局限于盆腔,而未进行腹部及胸部等区域相关检查,本研究不对 M 分期进行评估。

MRI 诊断阳性淋巴结标准:MRI 显示肠周脂肪间隙内孤立结节影,直径>5 mm,有不规则边缘或(和)混合性信号,增强后信号无明显强化表现。在 DWI 序列上显示为肠周高信号孤立结节影。

将两组直肠癌 MRI 各 T 分期和 N 分期数据及相应术后的病理各 T 分期和 N 分期数据归类输入 SPSS 13.0 统计软件包,然后采用 Kappa 分析比较两种序列

直肠癌 MRIT 分期和 N 分期与病理分期的一致性。采用 Kappa 分析比较两种检查方式直肠癌 MRIT 分期和 N 分期的准确率。

结 果

1. 直肠癌部位及手术方式

上段直肠癌(距肛缘 12~16 cm)6 例,中段(距肛缘 8~12 cm)14 例,下段直肠癌(距肛缘 4~8 cm)26 例。其中 24 例行腹腔镜直肠前切除(L-D),16 例行腹腔镜腹会阴联合切除(L-M),4 例行腹腔镜 ISR(经内外括约肌间切除),2 例行 L-PARKS 术。

2. MRI 影像表现

直肠癌 MRI 表现为肠壁局限性增厚(厚度>6 mm)或腔内软组织肿块,累及肠管一周或部分,增强扫描增厚的肠壁或肿块多呈明显强化。本组肠壁外缘清晰者 10 例,肠壁外缘模糊或肿块呈结节样、团块样突出于肠壁外者 32 例,其中 4 例侵犯外周器官。

3. 直肠癌病理分期

手术标本组织病理学分期分别为组一:T₁ 期 1 例,T₂ 期 10 例,T₃ 期 11 例,T₄ 期 1 例,淋巴结转移患者 9 例,N₁ 期 7 例,N₂ 期 2 例。组二:无 T₁ 期患者,T₂ 期 6 例,T₃ 期 15 例,T₄ 期 2 例,淋巴结转移患者 6 例,N₁ 期 4 例,N₂ 期 2 例。

4. 直肠癌的 MRI T 分期

组一:T₁-2 5 例,T₃ 15 例,T₄ 2 例,T₁-2 分期敏感度为 54. 5%,特异度为 100% 准确率为 50%; T₃ 分期的敏感度为 91%,特异度为 70. 6%,准确率为 91%,T₄ 分期的敏感度为 100%,特异度为 95. 4%,准确率为 100%(表 1)。

表 1 组一 T 分期的准确性

病理分期	例数	3.0TMRI T 分期		
		T1-2	T3	T4
T1-2	11	6	5	0
T3	11	0	10	1
T4	1	0	0	1

表 2 组二 T 分期的准确性

病理分期	例数	3.0TMRI T 分期		
		T1-2	T3	T4
T1-2	6	3	3	0
T3	15	1	14	0
T4	2	0	0	2

组二:T₁- 2 4 例,T₃ 17 例,T₄ 2 例,T₁-2 分期敏感度为 50%,特异度为 94% 准确率为 50%; T₃ 分期的敏感度为 93%,特异度为 62. 5%,准确率为 93%; T₄ 分期的敏感度为 100%,特异度为 100%,准确率为 100%(表 2)。

第一组对直肠癌 T 分期与病理结果一致性的

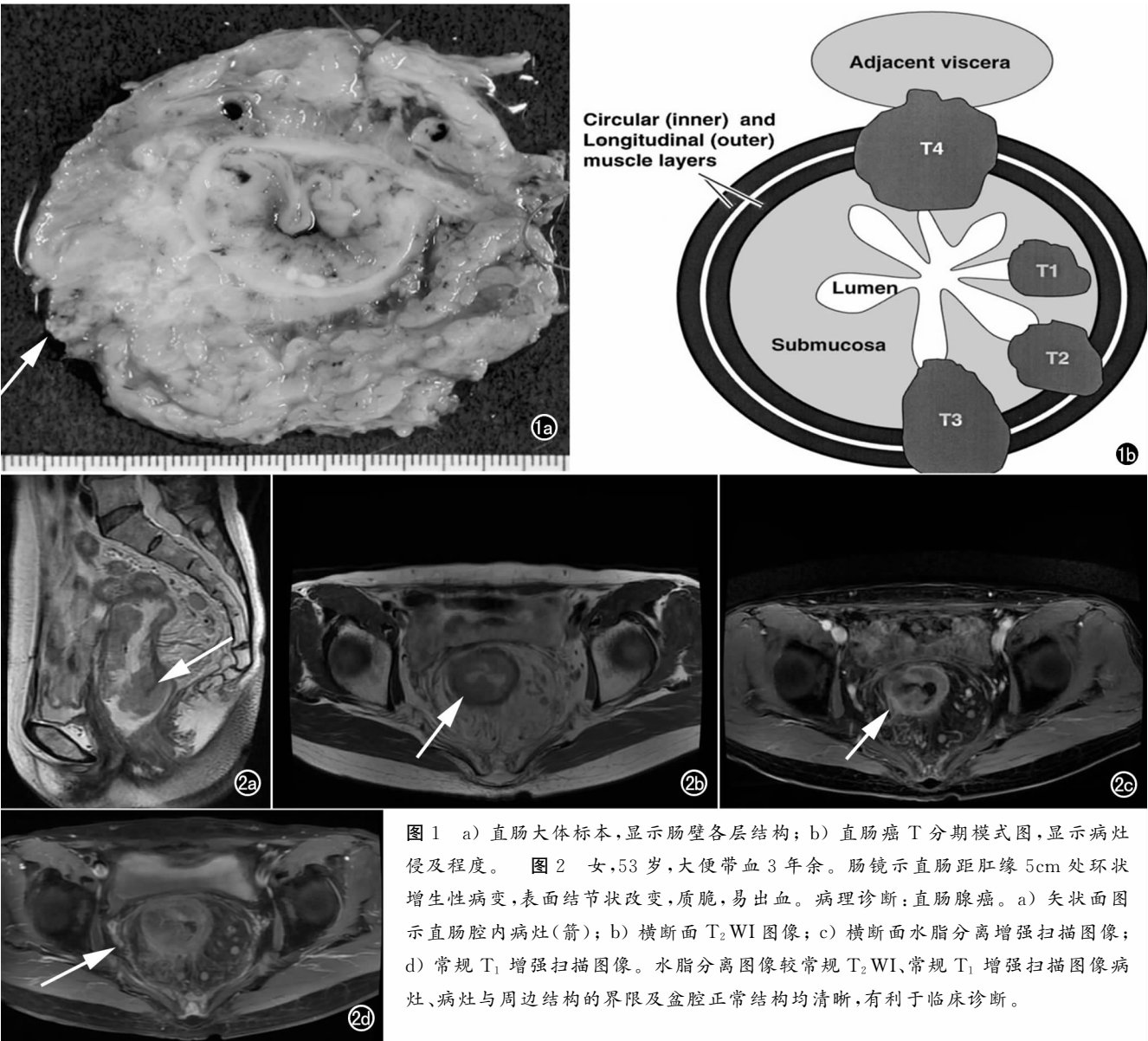


图 1 a) 直肠大体标本,显示肠壁各层结构; b) 直肠癌 T 分期模式图,显示病灶侵及程度。 图 2 女,53 岁,大便带血 3 年余。肠镜示直肠距肛缘 5cm 处环状增生性病变,表面结节状改变,质脆,易出血。病理诊断:直肠腺癌。a) 矢状面图示直肠腔内病灶(箭); b) 横断面 T₂WI 图像; c) 横断面水脂分离增强扫描图像; d) 常规 T₁ 增强扫描图像。水脂分离图像较常规 T₂WI、常规 T₁ 增强扫描图像病灶、病灶与周边结构的界限及盆腔正常结构均清晰,有利于临床诊断。

Kappa 检验分析,简单 Kappa=0. 6115,加权 Kappa 值=0. 6462,与术后病理结果高度一致。

第二组对直肠癌 T 分期与病理结果一致性的 Kappa 检验分析,简单 Kappa=0. 6260,加权 Kappa 值=0. 6541,与术后病理结果高度一致。

5. MRI 对直肠癌的 N 分期

组一:N0 14 例,N1 7 例,N2 2 例。N0 分期敏感度 78. 6%,特异度 66. 7%,准确率为 78%;N1 分期敏感度 57%,特异度 81%,准确率为 71%; N2 分期敏感度 100%,特异度 100%,准确率为 100%(表 3)。

表 3 组一 N 分期

病理分期	例数	3. 0TMRI N 分期		
		N0	N1	N2
N0	14	11	3	0
N1	7	3	4	0
N2	2	0	0	2

组二 N0 17 例,N1 4 例,N2 2 例。N0 分期敏感度 94%,特异度 83%,准确率为 94%;N1 分期敏感度 75%,特异度 95%,准确率为 75%; N2 分期敏感度 100%,特异度 94. 5%,准确率为 100%(表 4)。

表 4 组二 N 分期

病理分期	例数	3. 0TMRI N 分期		
		N0	N1	N2
N0	17	16	1	0
N1	4	1	3	0
N2	2	0	0	2

第一组对直肠癌 N 分期与病理结果一致性的 Kappa 检验分析,简单 Kappa=0. 5993,加权 Kappa 值=0. 6628,与术后病理结果高度一致。

第二组对直肠癌 N 分期与病理结果一致性的 Kappa 检验分析,简单 Kappa=0. 7909,加权 Kappa 值=0. 8403,与术后病理结果高度一致。

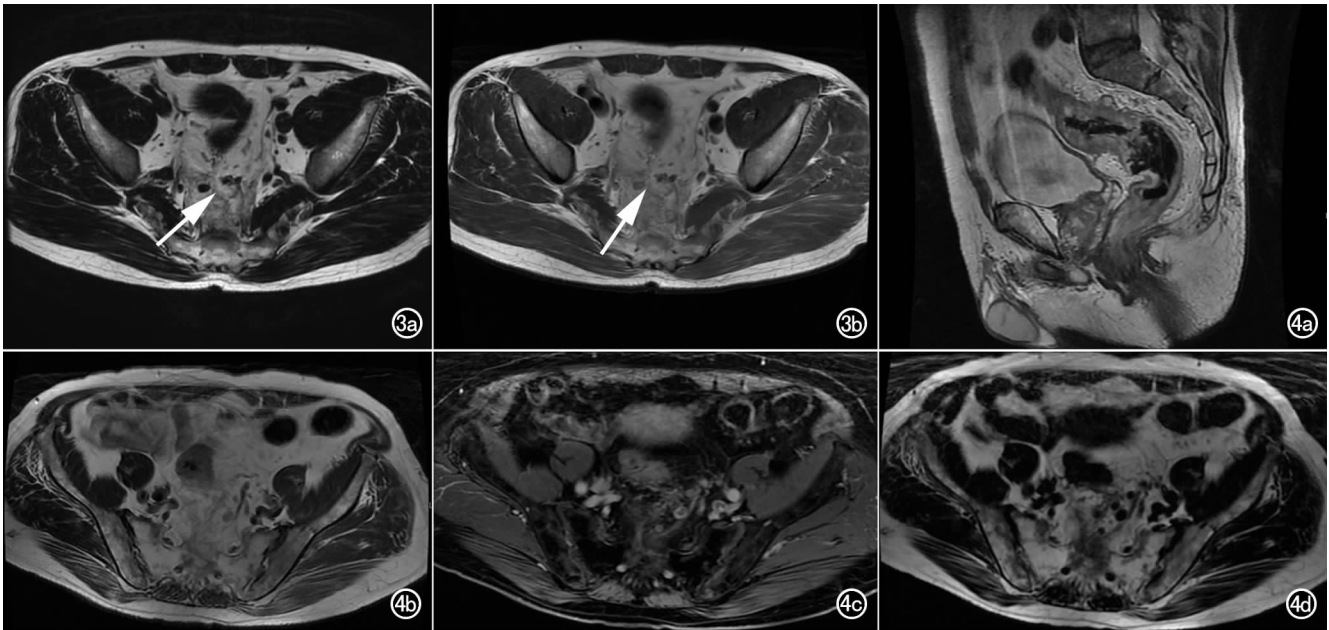


图 3 a) 水脂分离脂相图像; b) 常规 T₂ 图 示水脂分离脂相图像提高淋巴结(箭)与周围脂肪结构对比,能更好的显示淋巴结情况,且对于肠周血管也显示较清晰。 图 4 男,81 岁,排便困难伴里急后重感 2 个月余,伴加重 1 个月余。查肠镜示距肛门 10cm 一巨大肿块,质脆,边界清,占整个肠腔的 2/3 周,管腔狭窄,内镜不能通过,病理示直肠腺癌。a) 矢状面图像; b) 横断面 T₂ WI 图像; c) 水脂分离增强水相图像; d) 水脂分离脂相图像 示水脂分离脂相图像对淋巴结的显示和检出数均高于常规 T₂ WI 及水脂分离水相图像。

表 5 第一组与第二组 T 分期准确率比较

分期	1.5T	3.0T
T	74%	82%
T1-2	50%	50%
T3	91%	93%
T4	100%	100%

表 6 第一组与第二组 N 分期准确率比较

分期	1.5T	3.0T	P
N	74%	91%	0.006
N0	78%	94%	0.004
N1	71%	75%	>0.05
N2	100%	100%	>0.05

讨 论

近年来随着新辅助治疗的开展,直肠癌的治疗方案已多种多样,而治疗方案是否合理影响患者预后。直肠癌术前分期是制定手术方案的重要依据。目前应用于术前分期的检查有 MRI、CT 及超声内镜^[4],其各具优势;MRI 应用于直肠癌术前分期其检查技术已较成熟,且随着新设备、新技术的投入图像质量、病灶检出及分期准确率均有提高。

1. 检查技术

本实验在扫描前未使用对比剂充盈肠腔,Brown 等^[5]主张不使用任何对比剂。本次实验不使用对比剂的依据是磁共振检查时间普遍较长,平均时间在 30min 左右,若直肠内引入对比剂充盈增加了患者的痛苦,患者不易耐受。使用对比剂充盈肠腔改变了正

常肠壁的形态,肠壁张力增加,影响对于病变的 T 分期的判断。

本实验扫描序列中未选用 T₂ 脂肪抑制、增强矢状面及冠状面。因水脂分离序列扫描得到 4 组图像,其中水相图像亦为脂肪抑制图像,其可满足诊断需要。且此序列为 3D 序列,可通过重建获得矢状面及冠状面图像。

2. DIXON 法图像质量

水脂分离是脂肪抑制技术的一种,Dixon 法是由 Dixon 提出,其基本原理与 Opposed-phase 法相似,分别采集水和脂肪质子的 In Phase 和 Opposed-phase 两种回波信号。两种不同相位的信号通过运算,去除脂肪信号,产生一幅纯水质子的影像,从而达到脂肪抑制的目的。Dixon 法的缺点是受磁场非均匀性影响较大,计算方法复杂并容易出现错误,因此,目前该方法在临床应用很少。近年来对 Dixon 法进行了改进,即所谓 3 点 Dixon 法(Three-point Dixon)。该方法是在脂肪和水共振频率相位移分别为 0°、180°、-180° 的 3 个点采集回波信号,由于增加了一个信号采集点用于修正磁场均匀性偏差引起的信号误差,较好地克服了磁场非均匀性对脂肪抑制效果的影响。经改良后的 3 点 Dixon 法在低场强开放式磁共振系统中应用,脂肪抑制效果满意,是一种十分有用的检查技术。脂肪抑制效果与常规 FIESTA 序列及 STIR 相比较好,其在临床中的应用日益广泛,如关节软骨炎检查中对于关节软骨体积的准确测定^[6],对于肝脏等实质器官含脂

类病灶的检出。而将其应用于盆腔脏器的检查中的研究较少,徐东风等^[7]探讨了其在前列腺检查中的应用,因其脂肪抑制效果更加彻底,组织信号对比强,可清晰显示盆腔的结构。本组将水脂分离序列应用于直肠癌分期,从研究结果中可以看出,其图像质量优于常规序列,具有更高的信噪比,且水脂分离水相图像可显示肠腔内自由水的高信号,能提高病灶与周围正常结构的对比,更有利于病灶的检查和病灶轮廓的显示,同时因水相图像脂肪抑制效果优于常规 FS 及 STIR 序列,对盆腔骨质结构的显示更加清晰,有利于对转移灶的检出。

3. DIXON 法对于 T 分期的诊断价值

正常直肠环形肌层在 T_2WI 上表现为均匀的等信号环。若此环完整表示癌肿并未突破肌层而视为 T1-2 期。其中环形肌未受累为 T1 期,环形肌受累但未突破其外缘、周围脂肪完整为 T2 期,常规 MRI 分辨率的限制不能分辨粘膜层与肌层。故本研究将未突破肌层统一规定为 T1-2 期增强扫描对分期是否有帮助一直是备受争论的话题。Vliegen 等^[8]认为增强扫描对于直肠癌穿透肠壁及侵犯直肠系膜筋膜的评价没有帮助。Wallengren 等^[9]指出增强扫描使分期更加准确。本组结果两组对比其分期敏感度、特异度、准确率均相仿,差异无统计学意义,认为增强扫描并不能提高病灶 T 分期,可能的原因是常规图像对于 T 分期的敏感度、特异度、准确率都均已较高,增强扫描对其提高引起的差别不大,统计学上一般并无意义。病灶周边成纤维反应与病灶对周边浸润均有强化,因浸润范围较小,一般无法对其强化程度进行定量分析,且因本组未进行动态增强扫描,无法对其增强后强化曲线进行描述,对诊断带来较大困难。另外,本组认为以下几点对于 T 分期有一定帮助。Brown 等^[5]曾报道血管穿过肌层也会显示类似肿瘤穿破肌层的改变,从而使血管与病灶浸润较难鉴别,增加分期困难。本实验通过脂相连续断面的观察可鉴别是否因血管穿透肌层所致,因脂相图像上血管呈低信号,与周边脂肪形成很好的对照,且因层厚较薄,通过连续断面的观察可以清晰显示血管的走行,对鉴别有一定提示意义。另外水相脂肪抑制较常规 T_1 增强扫描序列图像信噪比更高,且脂肪抑制效果好于常规,对于盆腔正常的解剖结构及病变外侵的改变显示的更加清晰,有利于对 T4 期病例的显示。

4. DIXON 法对于 N 分期的诊断价值

磁共振对于淋巴结分期的敏感度、特异度、准确率均较低,以往均是以单纯淋巴结直径作为分期标准,而在临床工作中有相当一部分转移淋巴结直径 $<5mm$,对有些小淋巴结转移往往遗漏,且在临床工作中因为直肠癌淋巴结转移并未设立转移各站的分组,因此限

制了磁共振对病变的诊断和分期。本组应用水脂分离图像尝试对淋巴结进行分期,在脂相图像中直肠系膜内的脂肪呈高信号,其中的淋巴结呈低信号,与脂肪组织形成鲜明对比,对于阳性淋巴结的检出更为有利,且水相对于脂肪的抑制效果明显高于常规脂肪抑制,可清晰显示盆腔各器官结构,对于直肠癌患者骨转移及外周器官的侵犯显示的更为清楚。本实验将淋巴结直径 $>8mm$ 作为淋巴结转移的标准, FAT 相中因淋巴结呈低信号,与肠周系膜内脂肪高信号形成明显对比,且扫描层厚较薄,故能清晰显示及测量淋巴结的直径,且对于肠周小淋巴结的显示较好。并通过连续断面的观察,可较易与肠周血管鉴别。本组 N0 期病例第二组准确率高于第一组,差异具有统计学意义 ($P=0.006$),可见脂相对于无淋巴结转移患者准确率较高,对于已有淋巴结转移者与常规序列大致相仿,差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

本实验的不足:影像学检测到的阳性淋巴结无法与手术获得的淋巴结一一对应,对于淋巴结的定位判断有一定影响。本组 IDEAL 序列只能进行单期扫描,无法动态观察病变的强化过程。病例数较少,有必要增加病例数进一步验证实验结论的可靠性。

本文对水脂分离增强扫描序列与常规增强在直肠癌术前分期中的 T 分期及 N 分期准确性进行了比较,实验表明水脂分离脂相可提高 N 分期,值得进一步研究及应用。

参考文献:

- [1] Fast three-point dixon MR imaging of the retrobulbar space with low-resolution images for phase correction: comparison with fast spin-echo inversion recovery imaging[J]. Am J Neuroradiology, 22 (9):1798-1802.
- [2] Glover G. Multislice Dixon technique for water and fat proton and susceptibility imaging[J]. Magn Reson Imaging, 1991, 1(5):521-530.
- [3] 饶胜祥, 曾蒙苏, 陈财忠, 等. 直肠癌 T 分期高分辨率 MRI 技术应用及其病理对照研究[J]. 放射学实践, 2007, 22(2):124-127.
- [4] 付天鹏, 张欢. 直肠癌影像学诊断的技术进展[J]. 诊断学理论与实践, 2009, 8(4):445-448.
- [5] Nils-Olof Wallengren, MD Stig Holtås, Ake Andren-Sandberg, et al. Double-contrast MR imaging for preoperative staging[J]. Radiology, 2000, 215(1):108-114.
- [6] 涂茜, 熊飞, 刘翼程, 等. 水脂分离技术在低场磁共振膝关节软骨检查中的应用[J]. 实用医学杂志, 2009, 25(24):4196-4197.
- [7] 徐东风, 陈强, 周庆, 等. 水脂分离技术在低场 MR 前列腺检查中的应用[J]. 放射学实践, 2004, 19(12):891-893.
- [8] Gina Brown, Catherine J, Richards, et al. Thin-section MR imaging for staging in 28 patients[J]. Radiology, 1999, 211(1):215-222.
- [9] MR imaging in local staging is gadolinium-based contrast material helpful[J]. Radiology, 2005, 1(234):179-186.