

MRI平扫结合DWI在胃癌术前T分期及淋巴结转移上的价值

耿晓丹, 于丽娟, 陈慕楠, 王文志, 李迎辞

哈尔滨医科大学附属肿瘤医院 PET/CT-MRI 中心, 黑龙江 哈尔滨 150081

[摘要] 背景与目的: 胃癌严重影响人类健康, 术前准确T分期及淋巴结转移的预测有利于患者治疗方案的选择及预后。该研究旨在探讨3.0 T磁共振(magnetic resonance imaging, MRI)平扫结合弥散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)对术前胃癌T分期及淋巴结转移的诊断价值。方法: 该研究前瞻性开展了胃癌3.0 MRI平扫+DWI成像研究, 其中35例胃癌患者被作为研究对象。这些患者均在术前进行T分期及淋巴结良恶性的评估, 并与手术病理结果相对照。MRI结合DWI与手术病理T分期结果一致性分析采用Kappa检验。在MRI上分别测量淋巴结的长径、短径、表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值、相对肌肉ADC(relative of muscle's ADC, $rADC_m$)值($rADC_m = ADC_{\text{淋巴结值}}/ADC_{\text{左侧竖脊肌值}}$)以及相对原发灶ADC(relative of primary tumor's ADC, $rADC_p$)值($rADC_p = ADC_{\text{淋巴结值}}/ADC_{\text{胃癌原发灶值}}$)等指标。采用独立样本t检验比较胃癌转移淋巴结与非转移淋巴结各项观测指标间有无统计学差异, 利用ROC曲线下面积的大小评估各项指标对胃癌淋巴结转移的诊断效能。结果: 35例患者MRI结合DWI术前 T分期准确率分别为: T₁期75%, T₂期100%; T₃期76.47%; T₄期75.00%。良恶性淋巴结的长径、短径、ADC值、 $rADC_m$ 值及 $rADC_p$ 之间差异均有统计学意义($P < 0.05$)。受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线显示 $rADC_m$ 值曲线下面积最大, 诊断效能最高。淋巴结长径、短径、ADC值、 $rADC_m$ 值和 $rADC_p$ 值的最佳截断点分别为9.55 mm、6.05 mm、 $0.934 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、0.60和1.083, 灵敏度与特异度分别为59.00%和73.10%、59.00%和69.80%、82.60%和88.50%、83.70%和84.60%、78.20%和80.80%。结论: MRI结合DWI对胃癌术前T分期及淋巴结良恶性的评估具有重要指导意义。

[关键词] 胃癌; 磁共振成像; T分期; 淋巴结; 表观扩散系数

DOI: 10.19401/j.cnki.1007-3639.2016.07.011

中图分类号: R735.2 文献标志码: A 文章编号: 1007-3639(2016)07-0629-06

Diagnostic performance of diffusion-weighted magnetic resonance imaging for preoperative T staging and metastatic lymph nodes of gastric adenocarcinoma GENG Xiaodan, YU Lijuan, CHEN Munan, WANG Wenzhi, LI Yingci (Harbin Medical University Cancer Hospital, Department of PET/CT-MRI Center, Harbin 150081, Heilongjiang Province, China)

Correspondence to: YU Lijuan E-mail: yulijuan2003@126.com

[Abstract] **Background and purpose:** Gastric cancer impacts human health seriously. Accurate preoperative assessment of T staging and metastatic lymph nodes of gastric cancer was beneficial to patients' treatment options and their prognosis. The purpose of this study was to evaluate the diagnostic performance of diffusion-weighted magnetic resonance imaging for preoperative assessment of T staging and metastatic lymph nodes in patients with gastric cancer. **Methods:** This study selected 35 gastric cancer patients met the criteria for this prospective study. They all underwent gastric 3.0 T MRI+DWI imaging scan. These patients' T stage and metastatic lymph nodes were evaluated before the surgery, with the reference of post-operative histopathological findings. Kappa consistency test was used to assess the consistency of T staging between the two methods. This study analyzed short axis diameter, long axis diameter and apparent diffusion coefficient (ADC) values of lymph nodes, relative of muscle's ADC ($rADC_m$) values ($rADC_m = \text{ADC values of lymph nodes} / \text{ADC values of right erector spinae}$), and relative of primary tumor's ADC ($rADC_p$) values ($rADC_p = \text{ADC values of lymph nodes} / \text{ADC values of primary tumor}$) on MRI image. Independent samples test was used to assess the difference between metastatic lymph nodes and benign lymph nodes. The receiver operating characteristic

(ROC) curve was generated to evaluate the accuracy of diffusion-weighted magnetic resonance imaging (MRI) for preoperative assessment of metastatic lymph nodes of gastric cancer. **Results:** The accuracy of diffusion-weighted MRI for T stages was 77.14%, 75% for T₁, 100% for T₂, 76.47% for T₃ and 75.00% for T₄ and respectively. There were statistically significant differences in the long axis diameter, the short axis diameter, ADC value, rADC_m and rADC_p between metastatic lymph nodes and benign lymph nodes ($P < 0.05$). The area under the ROC curve of rADC_m was greater than that of other criteria, so rADC_m was the most significant parameter. The best discriminative cut-off value of long axis, short axis, ADC value, rADC_m value and rADC_p value were 9.55 mm, 6.05 mm, $0.934 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 0.60 and 1.083, respectively. The sensitivity and specificity were 59.00% and 73.10%, 59.00% and 69.80%, 82.60% and 88.50%, 83.70% and 84.60%, 78.20% and 80.80%, respectively. **Conclusion:** Diffusion-weighted MRI has great significance for preoperative assessment of T staging and metastatic lymph nodes of gastric cancer.

[**Key words**] Gastric cancer; MRI; T staging; Lymph node; ADC

胃癌是世界上最常见的恶性肿瘤之一, 严重影响人类健康^[1]。术前准确的T分期及淋巴结良、恶性的预测有利于合理治疗方案的选择, 对评价预后同样具有重要意义。近年来, 随着MRI技术的发展, 已逐渐应用于胃肿瘤的临床诊断^[2]。在MRI的多种功能序列中, 弥散加权成像因其无需注射对比剂, 同时具有扫描速度快等原因, 已广泛应用于全身多种肿瘤的成像, 在胃癌中也得到了应用^[3]。本研究旨在探讨3.0T MRI平扫结合DWI对胃癌术前T分期及淋巴结转移的诊断价值。

1 资料和方法

1.1 临床资料

自2004年10月—2015年6月共扫描79例胃部疾病患者, 其中1例胃肠间质瘤, 1例因患帕金森综合征图像显示不清, 33例未进行手术治疗, 9例经术后病理证实为良性病变, 剩余符合标准的35例胃癌患者被作为研究对象。病例纳入标准: ①患者术前均在我中心接受MRI结合DWI扫描; ②图像清晰; ③术前未行任何治疗; ④MRI与手术时间间隔在2周以内; ⑤病理证实为胃癌且进行了根治手术。35例患者中, 男性23例, 女性12例, 年龄37~82岁, 中位年龄61岁。肿瘤位于贲门胃底部6例, 胃体部9例, 胃窦幽门部20例。MRI检查方法: 患者禁食、禁水8~12 h, 检查前5 min口服500~800 mL温水使胃腔适度充盈并训练患者屏气。检查设备采用飞利浦3.0 T MRI扫描仪, 行常

规MRI和DWI检查, 使用16通道体部相控阵线圈, 嘱患者平卧、尽量采用胸式呼吸。扫描序列为常规序列。①轴位T2WI: TR/TE 752 ms/80 ms, NAS 1次, 矩阵248 × 167, 层厚/层间距4 mm/1 mm; ②轴位T1WI: TR/TE 8 ms/2.3 ms, NAS 2次, 矩阵200 × 140, 层厚/层间距4 mm/1 mm; ③矢状位T2WI: TR/TE 860 ms/80 ms, NAS 1次, 矩阵200 × 203, 层厚/层间距4 mm/1 mm; ④冠状位T2WI: TR/TE 1 119 ms/80 ms, NAS 1次, 矩阵200 × 285, 层厚/层间距4 mm/1 mm; ⑤轴位DWI: 选取扩散敏感因子b值0、1 000 s/mm², TR/TE 3 000 ms/53 ms, NAS 3次, 矩阵100 × 81, 层厚/间距4 mm/1 mm, 扫描3个正交方向。

1.2 图像处理

图像后处理均在Philips MR Workspace 2.6.3.4后处理系统中完成, 由2名高年资影像科医师在不知病理结果的情况下观察病灶, 判断术前T分期并测量原发灶ADC值。在轴位T2WI图像上选取长径大于等于5 mm的淋巴结作为研究对象, 选取各个淋巴结的最大层面, 测量其长径和短径, 3次测量取其平均值作为结果; 再测量各个淋巴结的ADC值, 选取左侧肾门水平竖脊肌作为对照并测量其ADC值。测量ADC值时, 手动选取感兴趣区(resign of interest, ROI), 圆形ROI为5~10 mm², 选取3个不同层面病变进行测量, 取3者平均值作为结果。测量时尽量选择肿瘤实性部分, 避开病灶边缘、血管、肉眼可见的坏死及囊变部分。计算rADC_m值($rADC_m = \text{ADC}_{\text{淋巴结值}} / \text{ADC}_{\text{竖脊肌值}}$)以及rADC_p值

($rADC_p = ADC_{\text{淋巴结值}}/ADC_{\text{原发灶值}}$)。两名医师意见不一致时, 协商达到共识, 最终结果与手术病理结果进行比较, 评估MRI结合DWI对胃癌术前T分期及淋巴结良恶性的诊断价值。

胃癌分期采用美国癌症联合委员会(American Joint Committee on Cancer, AJCC)胃癌TNM分期(2010年第七版)标准: T₁期为肿瘤侵犯固有层、黏膜肌层或黏膜下层; T₂期为肿瘤侵犯固有肌层; T₃期为肿瘤穿透浆膜下结缔组织, 而尚未侵犯脏层腹膜或邻近结构; T₄期为肿瘤侵犯浆膜(脏层腹膜)或邻近结构。MRI分期标准: T₁期为胃壁内层的局部增厚(图1A); T₂期为胃壁增厚, 但外层光滑或胃周脂肪间信号带尚完整(图1B); T₃期为胃壁增厚, 侵及胃周脂肪组织(图1C); T₄期为肿瘤部胃壁与邻近脏器间脂肪层消失, 与邻近脏器相连(图1D)。

为保证术前MRI与术后病理所观察的淋巴结一致, 首先由两名高年资影像医生与外科医生一起在MRI图像上根据淋巴结轴位的毗邻组织和距离标记该淋巴结, 术中在相应区域找到术前定位的淋巴结切除, 做好标记并送病理检验。

1.3 统计学处理

使用SPSS 16.0统计分析软件行Kappa一致性检验, 将MRI联合DWI术前T分期结果与术后病理结果进行对比分析。0.75 ≤ Kappa ≤ 1认为两者一致性较好, 0.4 ≤ Kappa < 0.75认为两者一致性一般, -1 ≤ Kappa < 0.4认为两者一致性较差。采用独立样本t检验比较胃癌良性与恶性淋巴结

各项观测指标间有无统计学差异, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。利用ROC曲线下面积的大小评估各项指标对胃癌淋巴结转移的诊断效能。

2 结果

2.1 病灶部位及病理诊断

35例胃癌, 病灶位于贲门胃底部6例, 胃体部9例, 胃窦幽门部20例; 病理类型包括高分化腺癌3例, 中分化腺癌6例, 低分化腺癌22例, 黏液腺癌4例。

2.2 T分期

胃癌原发灶在T1WI上通常呈等信号, T2WI上通常呈等或稍高信号, DWI ($b=1\ 000\ \text{s}/\text{mm}^2$)上, 所有病灶与正常胃壁相比呈高信号。胃癌患者MRI与手术病理T分期结果一致性一般(Kappa=0.698)。35例胃癌患者MRI平扫+DWI术前T分期与手术病理结果比较见表1。

2.3 淋巴结转移

MRI图像上长径大于等于5 mm的淋巴结共计164枚, 其中78枚为转移淋巴结, 86枚为非转移淋巴结。良恶性淋巴结在T1WI上呈等信号, T2WI上呈稍高信号, DWI上呈高及稍高信号影。

结果显示, 淋巴结长径、短径、ADC值、 $rADC_m$ 值及 $rADC_p$ 值在两者之间有统计学差异($P < 0.05$)。胃癌良恶性淋巴结各参数比较见表2。ROC曲线(图2)显示, $rADC_m$ 曲线下面积最大, 诊断效能最高。良恶性淋巴结各参数ROC曲线分析结果见表3。

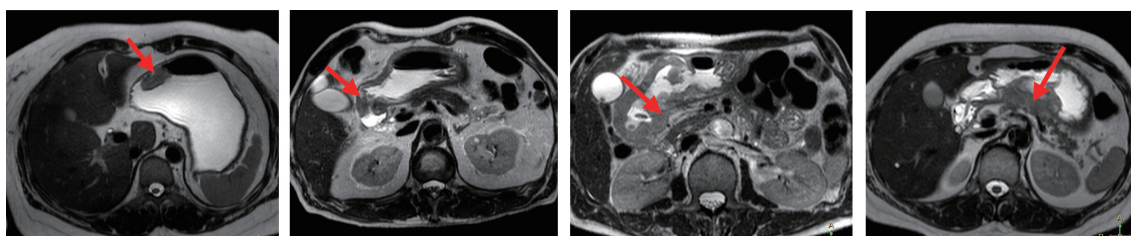


图1 胃癌分期的MRI诊断图像

Fig. 1 Staging of gastric cancer by MRI

A: Male patient, poorly differentiated superficial adenocarcinoma, T₁ staging, arrow location showed limited thickening of gastric wall, low signal of muscle was continuous; B: Male patient, mixed invasive carcinoma, T₂ staging, arrow location showed limited thickening of gastric wall, muscular signal was blurred; C: Female patient, poorly differentiated tubular adenocarcinoma, T₃ staging, arrow location showed uneven thickening of gastric wall, the signal of adipose tissue outside of the lesion was blurred; D: Female patient, poorly differentiated tubular adenocarcinoma, T₄ staging, arrow location showed uneven thickening of gastric wall, the fat gap between lesion and pancreas disappeared, invading the pancreas

表 1 35例胃癌患者MRI平扫结合DWI术前T分期与手术病理结果比较

Tab. 1 The comparison of T staging between preoperative MRI+DWI imaging and post-operative histopathological findings in 35 patients with gastric cancer

| T stage of pathological | T stage of diffusion-weighted MRI | | | | Total | The accuracy of diffusion-weighted MRI for T stage/% |
|-------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|-------|--|
| | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | | |
| T ₁ | 6 | 1 | 1 | 0 | 8 | 75.00 |
| T ₂ | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 100.00 |
| T ₃ | 0 | 0 | 13 | 4 | 17 | 76.47 |
| T ₄ | 0 | 0 | 2 | 6 | 8 | 75.00 |
| Total | 6 | 3 | 16 | 10 | 35 | 77.14 |

表 2 35例胃癌患者转移淋巴结与非转移淋巴结参数比较

Tab. 2 The comparison of parameters between metastatic lymph nodes and benign lymph nodes in 35 patients with gastric cancer

| Index | Metastatic lymph nodes | Benign lymph nodes | P value | t |
|-------------------------|------------------------|--------------------|---------|--------|
| The long axis diameter | 10.76±4.26 | 8.53±3.39 | 0.000 | -3.726 |
| The short axis diameter | 7.31±3.78 | 5.64±2.44 | 0.001 | -3.397 |
| ADC value | 0.85±0.14 | 1.08±0.17 | 0.000 | 9.793 |
| rADC _m | 0.55±0.09 | 0.71±0.11 | 0.000 | 9.976 |
| rADC _p | 0.97±0.20 | 1.22±0.20 | 0.000 | 7.804 |

表 3 35例胃癌转移与非转移淋巴结各参数ROC曲线分析结果

Tab. 3 The ROC curve's result of each parameter between metastatic lymph nodes and benign lymph nodes in 35 patients with gastric cancer

| Index | The area under the ROC curve | Threshold | Sensitivity/% | Specificity/% |
|---|------------------------------|-----------|---------------|---------------|
| The long axis diameter //mm | 0.68 | 9.55 | 59.00 | 73.10 |
| The short axis diameter //mm | 0.66 | 6.05 | 59.00 | 69.80 |
| ADC value ($\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$) | 0.87 | 0.94 | 82.60 | 88.50 |
| rADC _m | 0.88 | 0.60 | 83.70 | 84.60 |
| rADC _p | 0.83 | 1.08 | 78.20 | 80.80 |

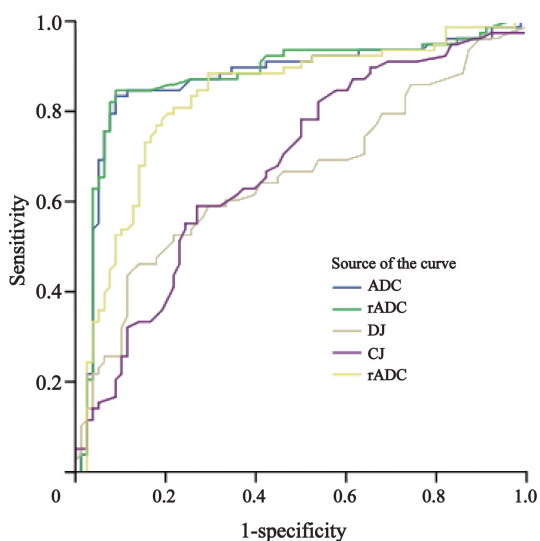


图 2 各参数ROC曲线

Fig. 2 The ROC curve of each parameter

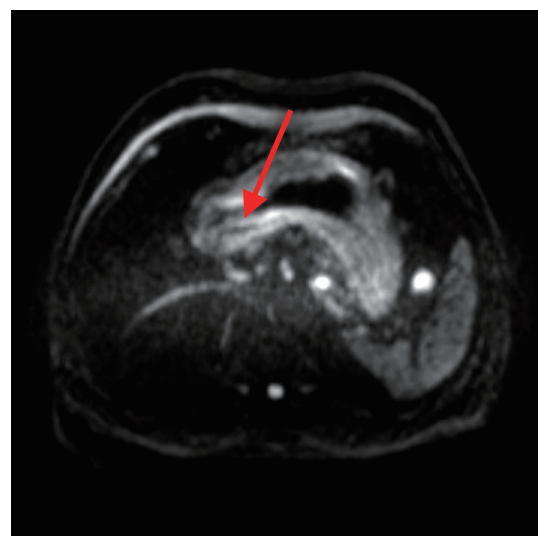


图 3 “三明治”征

Fig. 3 “Sandwich” sign

DWI imaging, diffuse thickening of gastric wall, arrow location showed low signal between two high signals in antral rear wall, the so-called “sandwich” sign

本研究中2例T₁期患者分别被高估为T₂期和T₃期, 4例T₃期患者被高估为T₄期(图4)。

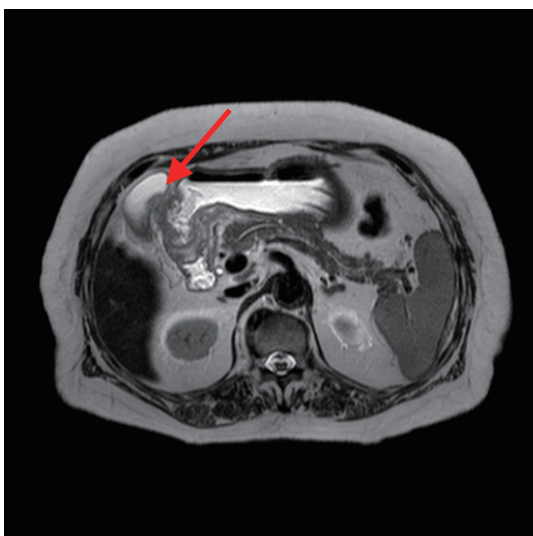


图4 T₃期术前错估为T₄期

Fig. 4 Incorrect preoperative assessment of T₃ staging to T₄ staging

Female patient, mixed invasive carcinoma, arrow location showed the fat gap between lesion and gallbladder disappeared, it seemed invading the gallbladder, so the preoperative staging was T₄, pathology showed inflammation existed in the lesion, there was a clear demarcation between lesion and gallbladder, the postoperative staging was T₃

3 讨 论

目前, 在恶性肿瘤新发病例中胃癌占10%, 胃癌致死率占肿瘤致死病例的12%^[4]。胃癌术前准确分期对于治疗方案的决定起着重要的作用^[5]。

目前胃癌术前分期主要使用CT检查。CT扫描速度快, 能清晰地显示胃与周围组织的关系及淋巴结肿大情况。但由于CT软组织分辨率差, 无法显示胃壁的4层正常结构, 因此不能进行准确的术前T分期; 另一方面, CT检查具有一定的X线辐射^[6], 不能短期频繁使用。对于那些胃癌新辅助化疗需要进行疗效评估或者需多次进行CT扫描的患者, CT检查有一定的局限性。MRI具有较高的软组织分辨率, 且没有辐射, 在临床上的应用范围越来越广^[7]。近年来由于MRI扫描速度明显提高及呼吸门控技术等的应用, 使其在胃及其他的空腔脏器上的应用成为可能。我们经过前期研究, 探索出一套切实可行的胃MRI检查方法, 可以清晰显示胃壁

的各层结构及周围情况。

本研究发现, 胃癌病灶在T1WI上呈等信号, T2WI上呈等或稍高信号, 与正常胃壁的信号对比不明显。T₁期肿瘤在MRI平扫上表现为黏膜层或黏膜下层的局限性增厚, 外缘肌层低信号连续; T₂期肿瘤通常表现为胃壁局限性不均匀增厚, 且胃壁肌层低信号通常显示不清晰; T₃期肿瘤通常表现为胃壁明显增厚, 肌层低信号连续性中断, 累及周围脂肪; T₄期肿瘤定义为癌肿突破浆膜层或侵及邻近器官或结构。准确判断T₃、T₄期直接影响手术方案的选择, 目前二者主要依据浆膜轮廓和胃周脂肪判定是否侵犯浆膜来加以区别。部分T₃期病灶胃壁外缘与周围脏器紧贴, 很难判断脏器有无受侵。

DWI是通过检测水分子运动受限的区域(表现为ADC值降低), 从而间接反映组织微观结构变化^[8]。当病灶与周围脏器紧贴, 特别在胃周脂肪很少的情况下, MRI平扫图像判断胃癌与邻近脏器脂肪间隙是否存在困难。在DWI图像上肿瘤边界显示更清楚, 胃壁与周围脏器呈高信号, 与二者间脂肪组织存在明显差异, 即使很细的脂肪间隙, 在DWI上也能清晰显示^[2], 从而准确地区分T₃与T₄期。此外, 研究表明, 一些分期高于T₃期的病灶, 尤其是Borrmann IV型, 在DWI上显示为“三明治”征^[2]。这种现象在张晓鹏等^[3]的研究中有报道, 在DWI上黏膜及黏膜下层显示为高信号, 肌层显示为低信号, 浆膜及浆膜下层显示为高信号带, 因为癌细胞在黏膜、黏膜下层、浆膜、浆膜下层呈广泛浸润, 而在肌层, 癌细胞分散浸润在肌间隙。本研究也观察到, 部分患者在DWI上显示“三明治”征, 术后经病理证实为胃癌T₄期, Borrmann IV型。研究表明, 含DWI的MRI在胃癌术前T分期的诊断准确率明显高于增强CT^[9]。因此MRI平扫结合DWI有利于精确的术前T分期。本研究中2例T₁期患者分别被高估为T₂期和T₃期, 4例T₃期患者被高估为T₄期。

造成病变分期过高的原因可能有以下3点: 第一, 病变部位存在一定的炎性渗出, 在MRI图像上显示的病灶范围比实际病灶范围略大;

第二,患者过于消瘦,脂肪组织较少,以脂肪间隙的消失来区分邻近器官是否受侵缺乏客观性,造成病变被高估;第三,腹部因呼吸运动伪影造成分期不准确。另外,本研究中有2例T₄期患者被低估为T₃期,可能是由于病灶对浆膜层的侵犯范围较小,显示不清。

以往研究认为,淋巴结短径大于等于1 cm为转移淋巴结,然而增大的淋巴结可以是炎症反应的结果,小的淋巴结也可以出现转移。有研究表明,仅有61.4%的转移淋巴结短径大于等于1 cm^[10]。故单纯以淋巴结大小作为诊断标准,不足以区分淋巴结的良、恶性。在既往研究中,多层螺旋CT三期增强扫描对胃癌淋巴结良、恶性诊断的灵敏度和特异度分别为73.5%和75%^[11],低于本研究结果。张晓鹏等^[12]的研究结果表明,选用高b值得到的图像质量较高,所测得的病灶ADC值更接近组织真实值^[12]。本研究选用的b值为0和1 000 s/mm²,得到了令人满意的结果。测量淋巴结ADC值时为避免部分容积效应,使研究结果更加准确,本研究选取长径大于等于5 mm的淋巴结作为研究对象。

已有多项研究表明,ADC值对于盆腔、颈部及乳腺恶性肿瘤淋巴结转移的鉴别具有重要的临床意义^[13-15]。本研究结果表明,淋巴结长径、短径、ADC值、rADC_m值及rADC_p值可用于鉴别淋巴结良、恶性,以rADC_m值诊断效能最高。为了缩小这种差异,我们选用rADC_m值,通过计算与自身竖脊肌ADC值的比值,来减小不同个体之间的差异。本研究结果也证实了rADC_m值的诊断效能最高。但本研究所纳入的研究对象数量较少,因此我们仍需进一步研究以得到更加精确的结果。

本研究存在一定的局限性,因为腹部MRI图像扫描会受到腹部呼吸伪影的影响。此外,高b值会使图像信噪比降低,部分淋巴结显示不清,所以MRI对淋巴结的检出率较低。本研究中纳入的淋巴结短径大于等于5 mm,未对短径小于5 mm的淋巴结进行研究,因此我们仍需对短径小于5 mm的淋巴结进行进一步研究。此外,本研究未对N及M分期进行研究,且T₄期中

并没有区分T_{4a}和T_{4b}期,仍需进一步研究。

[参 考 文 献]

- [1] PARKIN D M, BRAY F, FERLAY J, et al. Global cancer statistics, 2002 [J]. CA Cancer J Clin, 2005, 55(2): 74-108.
- [2] 刘松, 何健, 管文贤, 等. MR弥散加权成像在进展期胃癌T分期中的应用 [J]. 实用放射学杂志, 2013, 29(4): 565-568.
- [3] ZHANG X P, TANG L, SUN Y S, et al. Sandwich sign of Borrmann type 4 gastric cancer on diffusion-weighted magnetic resonance imaging [J]. Eur J Radiol, 2012, 81(10): 2481-2486.
- [4] MOCAN L, TOMUS C, BA RTOS D, et al. Long term outcome following surgical treatment for distal gastric cancer [J]. J Gastrointest Liver Dis, 2013, 22(1): 53-58.
- [5] CHOI J I, JOO I, LEE J M. State-of-the-art preoperative staging of gastric cancer by MDCT and magnetic resonance imaging [J]. World J Gastroenterol, 2014, 20(16): 4546-4557.
- [6] 唐秀梅, 高剑波, 岳松伟, 等. 64排VCT扫描结合多种后处理技术在胃癌的诊断价值 [J]. 实用放射学杂志, 2010, 26(3): 358-361, 367.
- [7] 张华, 贾海鹏, 宋立涛, 等. 磁共振扫描在胃癌术前TN分期中的应用研究 [J]. 中国医学计算机成像杂志, 2011, 17(6): 509-512.
- [8] 周竹萍, 何健, 刘松, 等. 磁共振弥散加权成像对胃癌淋巴结转移的诊断价值 [J]. 中华胃肠外科杂志, 2014, 17(3): 225-229.
- [9] 刘松, 何健, 管文贤, 等. 含弥散加权成像磁共振与增强CT对胃癌术前T分期诊断准确率的比较 [J]. 中华胃肠外科杂志, 2014, 17(3): 245-249.
- [10] 孟祥福, 石洁, 康静霞. ADC值鉴别胃癌淋巴结性质的研究 [J]. 实用放射学杂志, 2014, 30(9): 1493-1497.
- [11] 林家威, 徐胜, 黄顺荣, 等. 64排螺旋CT三期增强扫描判断胃癌淋巴结转移的临床价值 [J]. 中国肿瘤临床, 2011, 38(24): 1584-1587.
- [12] 张晓鹏, 唐磊, 孙应实, 等. 胃癌MR扩散加权成像扩散敏感因子的选择及其与常规序列的对照研究 [J]. 中华放射学杂志, 2007, 41(12): 1339-1343.
- [13] LUO N, SU D, JIN G, et al. Apparent diffusion coefficient ratio between axillary lymph node with primary tumor to detect nodal metastasis in breast cancer patients [J]. J Magn Reson Imaging, 2013, 38(4): 824-828.
- [14] 张赞, 梁碧玲, 高立, 等. 颈部病变淋巴结实质区和坏死区表观扩散系数值的鉴别诊断价值 [J]. 中华放射学杂志, 2008, 42(11): 1170-1174.
- [15] CHEN Y B, LIAO J, XIE R, et al. Discrimination of metastatic hyperplastic pelvic lymph nodes in patients with cervical cancer by diffusion-weighted magnetic resonance imaging [J]. Abdom Imaging, 2011, 36(1): 102-109.

(收稿日期: 2015-11-17 修回日期: 2016-02-19)