

扩散张量成像鉴别子宫肉瘤和变性子宫肌瘤初探

牛淼, 刘爱莲, 田士峰, 徐明哲, 张钦和, 宋清伟

【摘要】 目的:探讨磁共振扩散张量成像(DTI)对子宫肉瘤(US)和变性子宫肌瘤(DUF)的鉴别诊断价值。**方法:**回顾性分析经手术病理证实且术前均行 1.5T MR 平扫(T_1 WI、 T_2 WI、DWI、DTI)和 LAVA 多期增强扫描的 14 例 US 和 30 例 DUF 患者的病例资料。由两位观察者在 ADW4.6 工作站上使用 Functool 软件对 DTI 和 DWI 图像进行分析和测量。采用 Spearman 分析法评价数据的相关性,使用独立样本 t 检验或非参数 Mann-Whitney U 检验比较 DTI 的 ADC(ADC^T)值及 DWI 的 ADC 值和 FA 值在 US 与 DUF 之间的差异。应用 ROC 曲线分析 ADC^T 值、FA 值和 ADC 值鉴别 US 与 DUF 的诊断效能。**结果:**US 的 ADC^T 值、FA 值和 ADC 值均小于 DUF,分别为 $(1.110 \pm 0.198) \times 10^{-9}$ vs $(1.624 \pm 0.225) \times 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、 0.168 ± 0.063 vs 0.254 ± 0.111 、 $(1.118 \pm 0.238) \times 10^3$ vs $(1.522 \pm 0.189) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。以 ADC^T 值 $1.322 \times 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{s}$ 、FA 值 0.192、ADC 值 $1.292 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 作为鉴别诊断阈值,相应的敏感度和特异度分别为 96.7% 和 92.9%、86.7% 和 85.7%、78.6% 和 90.0%,AUC 分别为 0.974、0.831 和 0.875。**结论:**DTI 定量参数能有效鉴别子宫肉瘤和变性子宫肌瘤,其中 DTI 的 ADC^T 值较 DWI 的 ADC 值具有更好的诊断效能。

【关键词】 扩散张量成像; 扩散加权成像; 子宫肉瘤; 变性子宫肌瘤; 表观扩散系数

【中图分类号】 R445.2; R737.33 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2018)12-1290-05

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2018.12.012

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Diffusion tensor imaging to differentiate uterine sarcoma from degenerative uterine fibroids NIU Miao, LIU Ai-lian, TIAN Shi-fen, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116011, China

【Abstract】 Objective: The purpose of this study was to investigate the value of diffusion tensor imaging (DTI) in differentiation diagnosis of uterine sarcoma (US) from degenerative uterine fibroids (DUF). **Methods:** The data of 14 cases of US and 30 cases of DUF confirmed by surgery and pathology were retrospectively analyzed. All subjects preoperatively underwent T_1 WI, T_2 WI, DWI, DTI and LAVA multi-phase contrast enhanced exams at 1.5T MR scanner. The DTI and DWI images were analyzed and measured by two observers using Functool software at the ADW4.6 workstation. Data correlation was evaluated using Spearman analysis. Values of FA, ADC of DTI (ADC^T) and ADC of DWI between US and DUF were compared by independent t -test and non-parametric Mann-Whitney U test, retrospectively. The ROC curves of all parameters were used to analyze and compare the diagnostic value in differentiating US and DUF. **Results:** ADC^T , ADC and FA values of US were lower than those of DUF, their values were $(1.110 \pm 0.198) \times 10^{-9}$ vs $(1.624 \pm 0.225) \times 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{s}$, 0.168 ± 0.063 vs 0.254 ± 0.111 , $(1.118 \pm 0.238) \times 10^3$ vs $(1.522 \pm 0.189) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ respectively with statistical difference (all $P < 0.05$). ADC^T value $1.322 \times 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{s}$, FA value 0.192, and ADC value $1.292 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ were the diagnostic threshold, the corresponding diagnostic sensitivity and specificity were 96.7% and 92.9%, 86.7% and 85.7%, 78.6% and 90%. AUC were 0.974, 0.831 and 0.875, respectively. **Conclusion:** DTI can effectively differentiate US from DUF; ADC^T value of DTI has more diagnostic value than ADC value of DWI.

【Key words】 Diffusion tensor imaging; Diffusion weighted imaging; Uterine sarcoma; Degenerative uterine fibroids; Apparent diffusion coefficient; Fractional anisotropy

作者单位: 116011 辽宁, 大连医科大学附属第一医院放射科

作者简介: 牛淼(1993-), 女, 辽宁葫芦岛人, 硕士研究生, 主要从事腹部影像诊断学工作。

通讯作者: 刘爱莲, E-mail: cjr.liuailian@vip.163.com

基金项目: 首都科技领军人才培养工程(Z181100006318003)

子宫肉瘤(uterine sarcoma, US)和变性子宫肌瘤(degenerative uterine fibroids, DUF)是两种预后完全不同的女性生殖系统肿瘤,由于二者的 MRI 表现十分相似,鉴别诊断相对困难。扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)技术不仅可以反映水分子自由扩散速率,还可以描述水分子扩散运动的方向。目前,DTI 技术已经在很多疾病中得到广泛应用^[1-6],但对 US 和 DUF 的鉴别还未有相关报道,故本文对 DTI 定量参数在两种疾病中的鉴别诊断价值进行了初步分析,旨在进一步提高对子宫肿瘤性病变的影像诊断水平。

材料与方法

1. 研究对象

回顾性分析本院 2008 年 9 月—2017 年 2 月经手术病理证实的 14 例 US 和 30 例 DUF 患者的病例资料。44 例患者的年龄 28~85 岁,平均(51.9±13.5)岁。14 例 US 中癌肉瘤 9 例、平滑肌肉瘤 4 例、间质肉瘤 1 例;30 例 DUF 中透明变性 28 例、黏液变性 1 例、非典型平滑肌瘤 1 例。

2. 扫描方法及参数

使用 GE 1.5T Signa HDXT MR 扫描仪及体部 8 通道相控阵线圈。所有患者行 T₁WI、T₂WI、DWI、DTI 和 LAVA 序列多期增强扫描,各序列扫描参数如下。①横轴面 T₁WI:TR 680 ms,TE 10 ms,激励次数 2.0,矩阵 320×192,扫描时间 1 min 37 s;②横轴面 T₂WI:TR 5660 ms,TE 88.4 ms,矩阵 288×224,激励次数 3.0,扫描时间 3 min 13 s;③矢状面 T₂WI:TR 3980 ms,TE 91.8 ms,矩阵 256×224,激励次数 3.0,扫描时间 2 min 55 s;④横轴面 DWI:b 值取 0 和 600 s/mm²,TR 3725 ms,TE 71.1 ms,矩阵 128×128,激励次数 6.0,扫描时间约 1 min 15 s;⑤矢状面 DWI:b 值取 0 和 600 s/mm²,TR 3800 ms,TE 70.9 ms,矩阵 128×128,激励次数 6.0,扫描时间约 1 min 15 s;⑥横轴面平面回波序列 DTI:在 6 个正交方向施加扩散梯度,b=0、600 s/mm²,TR 4400 ms,TE 84.8 ms,矩阵 128×128,激励次数 4.0,扫描时间约 2 min 8 s。以上所有序列的扫描层厚 5 mm,层间隔 1.0 mm,视野 30 cm×30 cm。⑦矢状面 LAVA 多期增强扫描:TR 3.2 ms,TE 1.5 ms,层厚 3.6 mm,层间

隔 0.0 mm,矩阵 256×192,视野 35 cm×28 cm,激励次数 0.69,对比剂为 Gd-DTPA,经肘前静脉注射,剂量 0.1 mmol/kg,注射流率 2.5 mL/s。分别于注射药物后 16、32、48 和 64 s 各进行 1 次扫描,最后于注药 300 s 后行延迟扫描。

3. 图像分析和测量

由两位观察者(分别具有 5 年和 2 年 MR 影像诊断经验的放射科医师)采用双盲法对图像进行分析和测量。将 DTI 和 DWI 图像传至 ADW4.6 工作站,应用 Functool 软件对图像进行后处理,生成 DTI 的 ADC(ADC^T)和 FA 图及 DWI 的 ADC 图。在 ADC^T、FA 和 ADC 图中选取相同层面、相同位置在 US 及 DUF 病灶的实质部分勾画相同大小的感兴趣区(region of interest, ROI),注意避开 T₁WI、T₂WI 及 LAVA 增强序列上所示的坏死、囊变和出血区,ROI 面积大于病灶实质部分的 1/3,分别测量 3 个 ROI 的 ADC^T、FA 和 ADC 值(图 1~2)。

4. 统计学分析

使用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析。使用 Spearman 相关性分析比较两位观察者测量值间的一致性,相关性>0.75 为良好,达到这一标准时则采用两位观察者测量数据的平均值进行后续的分析。符合正态分布的数据用均值±标准差的形式表示,并进行独立样本 *t* 检验;不符合正态分布的数据采用中位数±四分位间距来表示,并进行 Mann-Whitney U 检验。使用受试者工作特征(ROC)曲线分析 ADC^T、FA 和 ADC 值对鉴别 US 与 DUF 的诊断效能。

结果

1. 一般情况的比较

14 例 US 患者的年龄为 49~85 岁,平均(67.4±9.5)岁;30 例 DH 患者的年龄为 28~61 岁,平均(44.7±7.8)岁。两组患者年龄的差异有统计学意义(*P*<0.001),子宫肉瘤患者的平均年龄大于变性子宫肌瘤患者。

2. 两位观察者测量数据的一致性

两位观察者所测得的 ADC^T、FA 和 ADC 值及相关性检验结果见表 1。两位观察者间各参数测得值的相关性良好(相关性均>0.75),故采用两位观察者测

表 1 两位观察者所测得的 ADC^T 值、FA 值、ADC 值及相关性分析

参数	US 组(n=14)			DUF 组(n=30)		
	观察者 1	观察者 2	相关性	观察者 1	观察者 2	相关性
ADC ^T (×10 ⁻⁹ mm ² /s) [#]	1.115±0.191	1.105±0.213	0.918	1.617±0.205	1.599±0.215	0.824
FA [△]	0.158±0.087	0.161±0.071	0.810	0.256±0.112	0.250±0.097	0.810
ADC(×10 ⁻³ mm ² /s) [#]	1.184±0.247	1.188±0.234	0.957	1.506±0.188	1.53±0.208	0.823

注:[#]数据符合正态分布,采用均数±标准差表示;△表示数据不符合正态,采用中位数±四分位间距表示。

量数据的平均值进行后续的分析。

3. 两组病灶 ADC^T、FA 和 ADC 值的比较

两组病灶的 ADC^T、FA 和 ADC 值的测量值及统计分析结果见表 2。US 的 ADC^T、FA 及 ADC 值均低于 DUF, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。

表 2 两组病灶 ADC^T 值、FA 值、ADC 值的比较

参数	US	DUF	t/Z 值	P 值
ADC ^T [#]	1.110±0.198	1.624±0.225	7.294	0.000
FA [△]	0.168±0.063	0.254±0.111	-3.502	0.000
ADC [#]	1.118±0.238	1.522±0.189	4.632	0.000

注: # 数据符合正态分布, 采用均数±标准差表示。ADC^T 单位为 $\times 10^{-9} \text{mm}^2/\text{s}$, ADC 的单位为 $\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$; △ 表示数据不符合正态, 采用中位数±四分位间距表示。

4. ADC^T、FA 和 ADC 值的诊断效能

ADC^T、FA 和 ADC 值诊断 US 与 DUF 的 ROC 曲线分析结果见表 3、图 3。ADC^T 值的曲线下面积 (area under curve, AUC) 以及诊断敏感度和特异度均大于 ADC 值, ADC^T 值较 ADC 值具有更高的诊断效能。

表 3 ADC^T、FA 和 ADC 的诊断效能指标值

参数	AUC	阈值	敏感度	特异度
ADC ^T	0.974	1.322 [#]	96.7%	92.9%
FA	0.831	0.192	86.7%	85.7%
ADC	0.875	1.292 [△]	78.6%	90.0%

注: # 单位为 $\times 10^{-9} \text{mm}^2/\text{s}$, △ 单位为 $\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 。

讨论

在女性生殖系统恶性肿瘤中, US 较少见, 约占 1%, 在子宫恶性肿瘤中占 3%~9%, 好发年龄的中位

数为 50 岁^[7]。US 的组织学分类主要包括癌肉瘤、平滑肌肉瘤、内膜间质肉瘤和未分类肉瘤, 其中癌肉瘤是最常见的亚型, 其次是平滑肌肉瘤^[8]。由于不同组织学分类的肿瘤成分不同, 因此在 MR 图像上表现各异^[9-12], 这可能与肿瘤是否分泌黏液以及出血、坏死和囊变有关, 肿瘤血供丰富, 因此增强扫描时多呈明显不均匀强化。子宫肌瘤是最常见的一种女性生殖器官良性肿瘤, 发生于育龄期妇女较多, 发生率为 20%~30%^[7-8], 发病年龄多为 30~50 岁。当肌瘤发生变性时, 其组织学分类主要包括透明变性、黏液变性、囊性变性、红色变性、钙化以及肉瘤样变性^[13], 其中最常见的是透明变性^[14], 肉瘤样变性的恶变率为 0.4%~0.8%^[15]。不同分类的病变在影像表现上略有差别^[16], 因黏液变和透明变导致肿瘤内含有粘多糖和蛋白质, 故这两类病变的 MR 信号表现多样。

由于 US 和 DUF 的组织学分类多样, 故两者的鉴别诊断存在一定的难度, 尤其是对于早期无特异症状的 US 患者, 临床上常常发生误诊, 术前诊断符合率仅为 30%~39%^[13], 既往也有将 DUF 误诊为 US 的文献报道^[17]。在病理学上, 几种分类的 DUF 也常常被误诊为 US^[14], 但两种病变的治疗及预后完全不同, 因此鉴别诊断极为重要。

常规 DWI 序列的 ADC 值可以用来鉴别这两种疾病, 其中 US 的 ADC 值均小于 DUF^[18-23]。在本研究中, US 和 DUF 的 ADC 值分别为 (1.118 ± 0.238) 和 $(1.522 \pm 0.189) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$, US 的 ADC 值低于 DUF, 与以往研究中的测量结果一致。DTI 是在 DWI

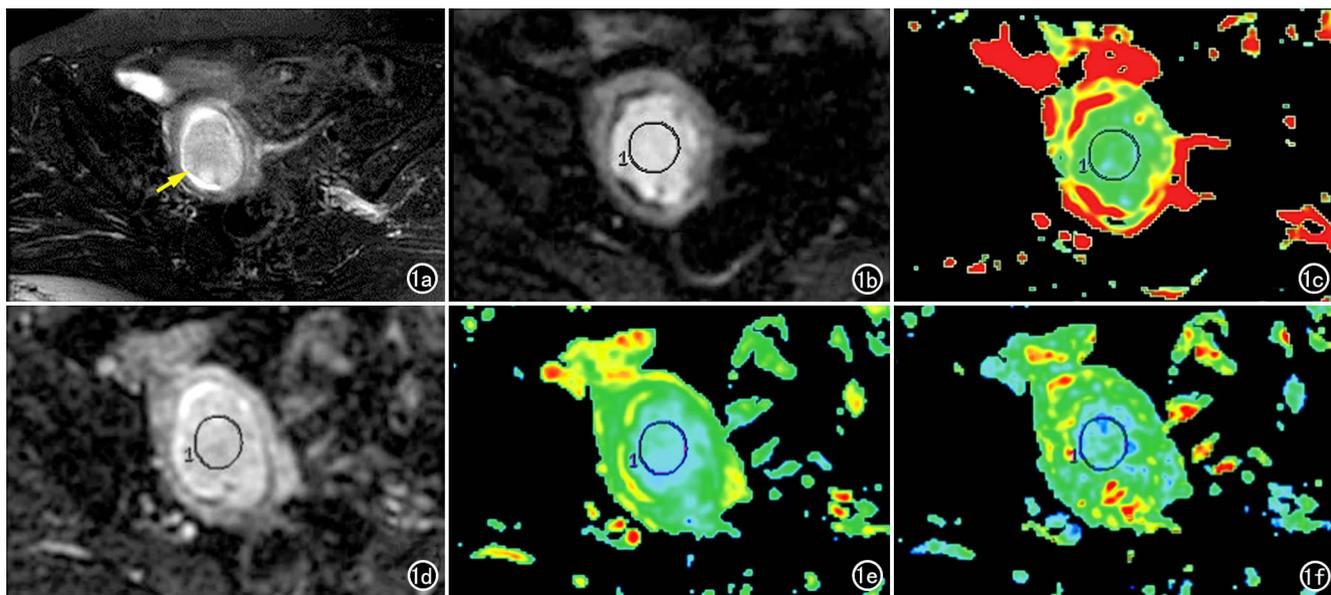


图 1 患者, 女, 65 岁, 子宫癌肉瘤。a) FSE T₂WI 示子宫内类圆形病灶呈稍高信号(箭); b) DWI 示病灶呈明显高信号; c) ADC 伪彩图, 显示病灶的 ADC 值较低(大部分区域呈绿色); d) DTI 示病灶呈高低混杂信号; e) ADC^T 伪彩图, 显示病灶的 ADC^T 值较低(呈蓝绿色); f) FA 伪彩图, 显示病灶的 FA 值较低(大部分区域呈蓝绿色)。

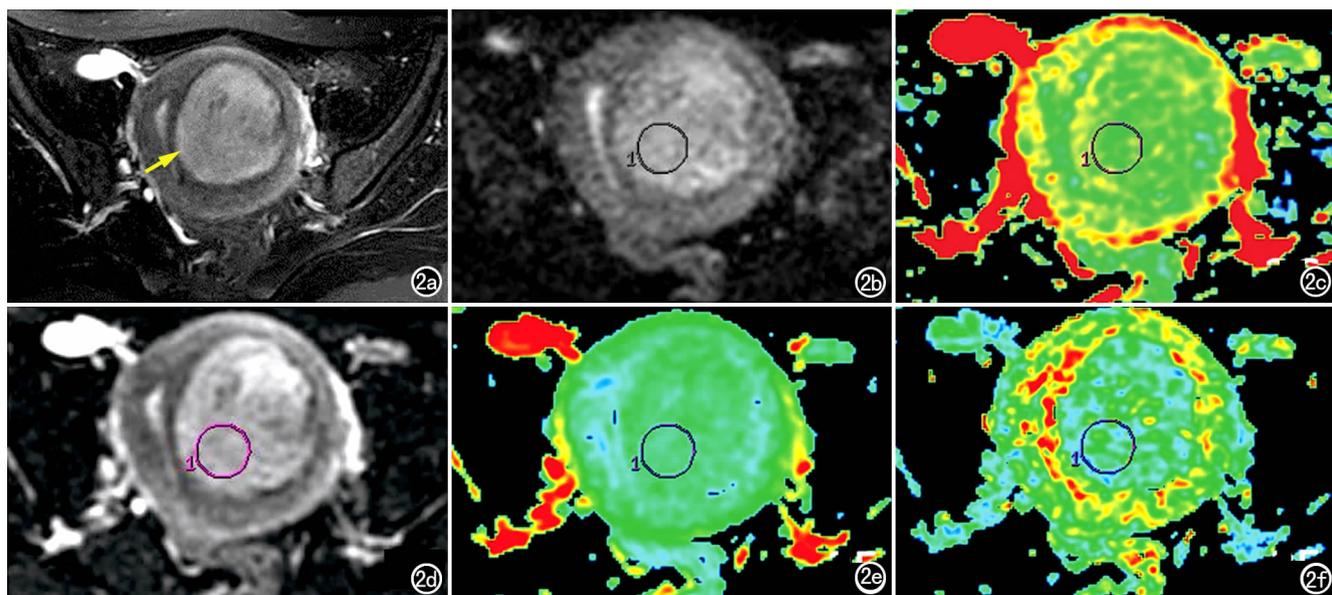


图 2 患者,女,27 岁,子宫肌瘤透明变性。a) FSE T_2 WI 显示病灶呈稍高混杂信号(箭); b) DWI 示病灶呈稍高信号; c) ADC 伪彩图,显示病灶内呈混杂信号,图中红色、黄色代表高 ADC 值,绿色、蓝色代表低 ADC 值; d) DTI 显示病灶呈高低混杂信号; e) ADC^T 伪彩图,显示病灶内呈混杂信号,图中红色、黄色代表高 ADC 值,绿色、蓝色代表低 ADC 值; f) FA 伪彩图,显示病灶内呈混杂信号,图中红色、黄色代表高 ADC 值,绿色、蓝色代表低 ADC 值。

基础上改进和发展的一项新的功能成像技术,能反映活体组织中不同结构导致的水分子自由扩散速率以及方向的变化,并通过计算机处理转变为图像和多个定量参数^[24]。DTI 的多个量化指标中,常用的参数包括 ADC^T 及 FA 值。其中, ADC^T 值反映水分子扩散运动状况的改变,描述水分子的运动速度,与水分子受限程度呈负相关。 ADC^T 值不仅受细胞大小、数目、排列方式及细胞外间隙的影响,还与核浆比、细胞器数目及微循环有关。根据以往的研究结果,恶性肿瘤由于细胞密集、细胞外间质少、细胞核大、深染和异形性高,细

胞内和细胞外的水分子扩散空间减小, ADC^T 值降低。而良性病变内细胞相对稀疏,水分子扩散空间大,故其 ADC^T 值较高。US 在组织学上可见细胞密集,细胞外间隙少,核浆的比例高;而 DUF 内含有较多囊变、出血成分,导致水分子扩散受限程度低,故其 ADC^T 值高于 US。

FA 值代表水分子扩散的各向异性,反映水分子运动的方向性,能够描述水分子在三维空间的扩散方式。FA 值的大小与扩散方向的异性程度呈正相关($FA=0\sim 1$)^[25],FA 值趋于 0 表示扩散趋于各向同性,而 FA 值趋于 1 表示扩散趋于各向异性。当病变组织结构、细胞密度或细胞内核/浆比例发生改变时,水分子的扩散运动就会发生变化。因此,可利用 DTI 测量组织内水分子的扩散运动情况,进而反映病变组织与正常组织的差异,为疾病的诊断提供更多信息。本研究中 US 的 FA 值(0.168 ± 0.063)低于 DUF (0.254 ± 0.111)。可能是由于子宫肌瘤是由平滑肌细胞和胶原纤维构成,剖面上肌瘤呈旋涡状或编织状结构,DUF 内虽然发生了变性改变,但大部分组织内仍保持旋涡状或编织状结构,水分子会沿着旋涡状或编织状结构走行,因此水分子扩散运动的各向异性较大^[26],即 FA 值较大。而对于 US,细胞密集,水分子运动大多沿着细胞间隙走行,具有较一致的方向性,因此 FA 值会偏低。DTI 和 DWI 定量参数中, ADC 值都是反映水分子的扩散情况,但 DTI 中的 FA 值是

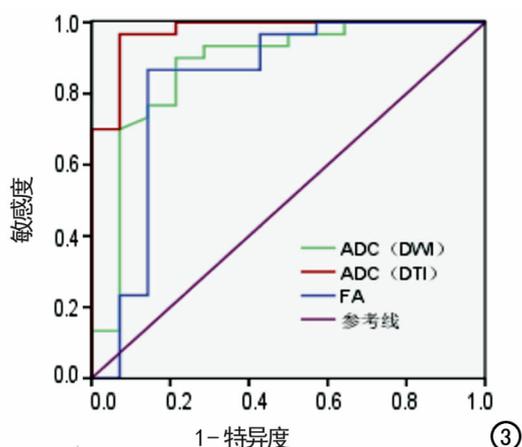


图 3 ADC^T 、FA 和 ADC 值鉴别,US 与 DUF 的 ROC 曲线图, ADC^T 值的 AUC 最大,提示其诊断效能最高。

DWI 没有的,其代表水分子在三维空间运动的方向性,因此 DTI 的 ADC 值是三维空间的向量和,而 DWI 中的 ADC 值是平面向量和,故 DTI 中的 ADC 值能更准确的反映水分子的扩散情况^[27]。对定量参数鉴别 US 与 DUF 的诊断效能进行 ROC 曲线分析,结果亦显示 DTI 的 ADC^T 值的敏感度和特异度(分别为 96.7%、92.9%)较 DWI 的 ADC 值(分别为 78.6%、90.0%)要高,AUC 更大,诊断效能更高。

本研究存在的不足之处:①病例数较少,有待增加样本量进行更深入的分析,提高统计分析结果的可靠性;②不同病理类型的子宫肉瘤和变性子宫肌瘤混合讨论,对结果也许有一定影响;③对 DTI 和 DWI 数据的分析采用的是不同的后处理软件,不能保证 ROI 完全在同一位置。

综上所述,对于 US 和 DUF 的鉴别诊断,DTI 及 DWI 扫描序列有重要作用,两种方法都能够在无需应用对比剂条件下,利用重建图像得出的定量参数值 ADC^T、FA 和 ADC 来有效鉴别 US 与 DUF,而其中 DTI 的 ADC^T 值较 DWI 的 ADC 值具有更高的诊断效能,说明 DTI 扫描技术具有更好的诊断准确性,为鉴别两者提供了一种安全可行的评估方法,具有很好的研究及临床应用前景。

参考文献:

- [1] 陈丽华,刘爱连,马春梅,等. DTI 评估大鼠肝纤维化及早期肝硬化的实验研究[J]. 磁共振成像,2014,5(5):367-371.
- [2] 陈丽华,刘爱连,宋清伟,等. 磁共振扩散张量成像鉴别诊断肝内胆管细胞癌与肝细胞癌[J]. 中国医学影像技术,2017,33(7):993-997.
- [3] 徐明哲,刘爱连,宋清伟,等. 扩散张量成像鉴别诊断肾透明细胞癌与肾盂移行细胞癌[J]. 中国介入影像与治疗学,2017,14(5):297-301.
- [4] 王佳,封华,梁奕,等. DTI 相关参数对脑胶质瘤的诊断价值及与 VEGF、MMP-9、uPA 表达的相关性[J]. 放射学实践,2017,32(9):932-935.
- [5] 褚相乐,马景旭,邱雪玲,等. DTI 在腰椎间盘突出退行性改变中的应用初探[J]. 放射学实践,2016,31(1):81-85.
- [6] 赵爽,彭如臣,沈秀芝,等. 腰椎间盘突出退行性病变的 MRI-DTI 定量分析[J]. 磁共振成像,2017,8(6):457-461.
- [7] Denschlag D, Thiel FC, Ackermann S, et al. Sarcoma of the uterus. Guideline of the DGGG (S2k-Level, AWMF Registry No. 015/074, August 2015) [J]. Geburtshilfe Frauenheilkd, 2015, 75(10):1028-1042.
- [8] Hosh M, Antar S, Nazzal A, et al. Uterine sarcoma: analysis of 13,089 cases based on Surveillance, Epidemiology, and End Results Database[J]. Int J Gynecol Cancer, 2016, 26(6):1098-1104.
- [9] Tanaka YO, Tsunoda H, Minami R, et al. Carcinosarcoma of the uterus: MR findings[J]. J Magn Reson Imaging, 2008, 28(2):434-439.
- [10] Yoshizako T, Wada A, Kitagaki H, et al. MR imaging of uterine adenocarcinoma: case report and literature review[J]. Magn Reson Med Sci, 2011, 10(4):251-254.
- [11] Cornfeld D, Israe IG, Martel M, et al. MRI appearance of mesenchymal tumors of the uterus[J]. Eur J Radiol, 2010, 74(1):241-249.
- [12] 刘雪芬,李海明,张国福,等. 子宫内膜间质肉瘤的 MRI 表现[J]. 中国医学影像学杂志,2016,24(5):379-381,383.
- [13] 李亚军. 术前 MRI 对子宫肌瘤病理分型的诊断价值及其信号表现与病理类型的相关性[D]. 天津医科大学,2003.
- [14] Robboy SJ, Bentley RC, Butnor K, et al. Pathology and pathophysiology of uterine smooth-muscle tumors[J]. Environ Health Perspect, 2000, 108(Suppl 5):S779-S784.
- [15] 乐杰. 妇产科学[M]. 北京:人民卫生出版社,2004:296.
- [16] 李亚军,白人驹,孙浩然,等. MRI 对子宫肌瘤病理类型的诊断价值[J]. 天津医药,2006,34(1):22-25.
- [17] Yamashiro T, Gibo M, Utsunomiya T, et al. Huge uterine leiomyoma with adenomyotic cysts mimicking uterine sarcoma on MR imaging[J]. Radiat Med, 2007, 25(3):127-129.
- [18] 王关顺,刘云霞,艾丛慧,等. MRI 扩散加权成像 ADC 值在子宫肉瘤诊断中的应用价值[J]. 临床放射学杂志,2013,32(3):372-375.
- [19] 张国福,谷守欣,张鹤,等. 磁共振扩散加权成像鉴别子宫肉瘤和其他子宫良性肿块的价值[J]. 复旦学报(医学版),2015,42(3):373-378.
- [20] 张洁,薛华丹,金征宇,等. 扩散加权成像对子宫肉瘤及良性肌瘤的鉴别诊断[J]. 实用放射学杂志,2013,29(11):1790-1793,1802.
- [21] 薛康康,程敬亮,白洁,等. DWI 及动态增强 MRI 鉴别诊断子宫肉瘤与变性子宫肌瘤的价值[J]. 中国医学影像技术,2016,32(2):274-278.
- [22] Takeuchi M, Matsuzaki K, Harada M. Carcinosarcoma of the uterus: MRI findings including diffusion-weighted imaging and MR spectroscopy[J]. Acta Radiol, 2016, 57(10):1277-1284.
- [23] Namimoto T, Yamashita Y, Awai K, et al. Combined use of T₂-weighted and diffusion-weighted 3T MR imaging for differentiating uterine sarcomas from benign leiomyomas[J]. Eur Radiol, 2009, 19(11):2756-2764.
- [24] Ung N, Mathur M, Chung LK, et al. A systematic analysis of the reliability of diffusion tensor imaging tractography for facial nerve imaging in patients with vestibular schwannoma[J]. J Neurol Surg B Skull Base, 2016, 77(4):314-348.
- [25] Zhang L, Liu A, Zhang T, et al. Use of diffusion tensor imaging in assessing superficial myometrial invasion by endometrial carcinoma: a preliminary study[J]. Acta Radiol, 2014, 56(10):1273-1280.
- [26] Dubuisson JB, Fauconnier A, Fourchotte V, et al. Laparoscopic myomectomy: predicting the risk of conversion to open procedure[J]. Hum Reprod, 2001, 16(8):1727-1731.
- [27] 张涛. 磁共振扩散加权与扩散张量成像原理分析及比较[J]. 现代医用影像学,2017,26(2):369-370.

(收稿日期:2018-02-05 修回日期:2018-05-02)