

· 腹部影像学 ·

磁共振扩散峰度成像评价急性胰腺炎及其严重程度分级的价值

徐红霞, 黄小华, 刘梦苓, 匡静, 成涛, 刘翠兰

【摘要】 目的:探讨磁共振扩散峰度成像(DKI)在急性胰腺炎(acute pancreatitis, AP)的诊断及严重程度分级中的应用价值。**方法:**按诊断标准、纳入标准及排除标准前瞻性收集 57 例 AP 患者为研究组(AP 组),同期收集健康志愿者 24 例作为对照组(NP 组),两组均行上腹部常规 MRI 和多 b 值 DKI 检查(b 值取 0、1000、2000 s/mm²)。根据改良 MR 严重指数(MRSI)评分标准将 AP 组分为轻症、中重症及重症三个亚组。测量所有对象的 DKI 参数平均峰度(MK)、轴向峰度(Ka)、径向峰度(Kr)及其衍生参数各向异性分数(FA)、平均扩散(MD)、轴向扩散(Da)、径向扩散(Dr),比较各参数在 AP 组与 NP 组间,轻症、中重症及重症 AP 组间的差异。绘制各参数的 ROC 曲线,评价各参数评估 AP 严重程度分级的诊断效能。**结果:**57 例 AP 中,轻症 24 例,中重症 27 例,重症 6 例。AP 组与 NP 组间,MK、Ka、MD、Da、Dr 均存在统计学差异($P=0.033, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000$),而 FA、Kr 均无统计学差异($Z=1.798, P=0.072; Z=0.186, P=0.852$)。MK 仅在轻症与中重症 AP 间存在统计学差异($Z=2.442, P=0.015$),其余参数在轻症与中重症 AP 间,轻症与重症 AP 间均存在统计学差异(P 均 < 0.05),各参数在中重症与重症 AP 间均无统计学差异(P 均 > 0.05)。MK、Ka、Kr 随严重程度加重而增加,而 FA、MD、Da、Dr 随严重程度加重而减小。Ka 评估 AP 严重程度分级的诊断效能最大,其 ROC 曲线下面积(AUC)最大(0.743),敏感度为 78.310%,特异度为 75.000%。**结论:**DKI 技术有助于 AP 的诊断,且对 AP 严重程度分级具有一定的临床价值,其中 Ka 的诊断效能较大。

【关键词】 扩散峰度成像; 磁共振成像; 急性胰腺炎; 胰腺炎; MRSI; 平均峰度; 各向异性分数

【中图分类号】 R576; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2019)02-0167-07

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2019.02.011

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Application of MR diffusion kurtosis imaging in the severity grading of acute pancreatitis XU Hong-xia, HUANG Xiao-hua, LIU Meng-ling, et al. Department of Radiology, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Sichuan Key Laboratory of Medical Imaging, Sichuan 637000, China

【Abstract】 Objective: To explore the value of diffusion kurtosis imaging (DKI) in the severity grading of acute pancreatitis (AP). **Methods:** 57 patients with AP and 24 healthy volunteers were included in this prospective study. All subjects underwent upper abdominal MRI including DKI (b values: 0, 1000, 2000 s/mm²). The following parameters were determined including mean kurtosis (MK), axial kurtosis (Ka), radial kurtosis (Kr), fractional anisotropy (FA), mean diffusivity (MD), axial diffusivity (Da), and radial diffusivity (Dr). The parameters were compared between the AP and the normal group, and among the different severity in the AP group. **Results:** Among the 57 AP cases, 24 were mild, 27 were moderate, and 6 were severe. There were statistically significant differences in MK, Ka and MD, Da, Dr between the AP and normal group ($P=0.033, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000$, respectively). There were no statistically significant difference in FA, Kr ($Z=1.798, P=0.072$ and $Z=0.186, P=0.852$) between the above groups. There were statistically differences between the mild and the moderate in MK ($Z=2.442, P=0.015$). Significant differences also existed in the remaining parameters between the mild and the moderate, the mild and the severe AP group; there was no statistical difference in all parameters between the moderate and the severe AP group. As the severity of AP in-

作者单位: 637000 四川, 川北医学院附属医院放射科, 医学影像四川省重点实验室(徐红霞、黄小华、刘梦苓、匡静、成涛); 236600 安徽, 阜阳市肿瘤医院放射科(刘翠兰)

作者简介: 徐红霞(1993-), 女, 四川南充人, 硕士研究生, 主要从事腹部影像诊断工作。

通讯作者: 黄小华, E-mail: 15082797553@163.com

基金项目: 四川省教育厅基金项目(16ZA0228)

creased, the MK, Ka, Kr increased, while the FA, MD, Da, Dr decreased. Ka showed the best performance for severity grading of AP with AUC of 0.743, sensitivity of 78.3%, and specificity of 75%. **Conclusion:** DKI is valuable in the diagnosis and severity assessment of AP.

【Key words】 Diffusion kurtosis imaging; Magnetic resonance imaging; Acute pancreatitis; Pancreatitis; Magnetic resonance severity index; Mean kurtosis; Fractional anisotropy

急性胰腺炎(acute pancreatitis, AP)是多种病因导致胰酶原过早转化为胰酶后引起胰腺本身及邻近脏器组织水肿、出血甚至坏死的一种非细菌性的炎性病变。报道显示轻症 AP 的死亡率小于 2%,中重症的死亡率约为 5%,而重症的死亡率为 15%~20%^[1],可见严重程度越重,其病死率越高^[2];同时,不同严重程度 AP 的临床处理方案、出现相关并发症的几率及预后均不一样,因此 AP 的早期诊断及准确分级至关重要。目前临床诊断 AP 的主要手段是依赖于临床表现、影像学检查技术及生化指标。MRI 是一种无创的影像检查技术,组织分辨率较高。扩散峰度成像(diffusion kurtosis imaging, DKI)是一种较新的功能 MRI 技术,该技术在 DWI 的基础上,以水分子扩散呈非高斯分布为前提,从微观层面反映组织结构变化,并对这种变化进行更精准的量化^[3]。目前国内关于 DKI 应用于 AP 的研究报道相对少见,本文拟探讨 DKI 技术在 AP 的诊断及严重程度分级中的应用价值。

材料与方法

1. 研究对象

本研究前瞻性收集 2016 年 8 月—2017 年 8 月经临床确诊的 AP 患者并进行 MRI 扫描,共计 67 例入选,根据诊断标准、纳入标准及排除标准,筛选出 AP 患者 57 例(AP 组),其中男 31 例,女 26 例,年龄 22~78 岁,平均年龄(47±16)岁;同期选取正常志愿者 24 例作为对照组(normal patient, NP),其中男 15 例,女 9 例,年龄 24~69 岁,平均年龄(49±17)岁。

所有受试者的临床及相关实验室检查均在入院后 3~48 小时内进行。本研究经本院伦理委员会同意批准执行, MRI 扫描前受试者均签订 MRI 检查知情同意书。

2. 诊断标准

AP 的诊断标准参考 AP 亚特兰大分类标准修订版(2012)^[4]:①出现与 AP 相符的腹痛;②血淀粉酶和(或)脂肪酶超过正常值上限 3 倍以上;③腹部 MRI 检查出现与 AP 相符合的影像学改变。满足上述 3 项中任 2 项即可诊断为 AP。

3. 纳入标准

纳入标准^[5]:①所有患者均于入院后 3~48h 内进行 MRI 检查;②无 MRI 检查禁忌证。

4. 排除标准

排除标准:①有金属等顺磁物质干扰成像者;②临床症状较重难以配合检查、图像质量差难以进行测量及临床资料不全者;③胰腺合并肿瘤性病变、胰腺发育畸形、有胰腺手术史者;④合并失代偿期肝硬化或低蛋白血症(<30g/L)者;⑤同时患有腹腔、腹膜后间隙其他疾病者。

5. 严重程度分级

AP 的严重程度分级采用改良 CT 严重指数(modified computed tomography severity index, MCTSI)^[6],即胰腺的炎症改变加上坏死的评分之和。刘移忠等^[7]将 MCTSI 的评分标准同样应用于磁共振严重指数(magnetic resonance severity index, MRSI),结果显示在判断 AP 严重程度分级的诊断符合率方面, MRSI 略高于 MCTSI,因此本文采用 MRSI 的评分标准(表 1)将 AP 组分为 3 个亚组:<3 分为轻症组, 4~6 分为中重症组, ≥7 分为重症组。

表 1 AP 的 MRSI 评分标准

MRI 表现	评分(分)
胰腺炎性反应	
正常胰腺	0
胰腺和(或)胰周炎性改变	2
单发或多个积液区或胰周脂肪坏死	4
坏死程度	
无胰腺坏死	0
坏死范围<30%	2
坏死范围≥30%	4
胰外并发症	
包括胸腔积液、腹水、血管或胃肠道受累等	2

6. 检查方法

采用 GE Discovery MR 750 3.0T 超导磁共振成像仪, 32 通道相控阵列线圈,检查前禁饮禁食 6h,并训练患者均匀呼吸。检查体位取仰卧位,头先进。经三平面定位后,在自由呼吸状态下行上腹部 T₁WI、T₂WI 等常规序列及多 b 值 DKI 序列扫描。DKI 采用梯度回波单次激发的回波平面成像(GRE-EPI)序列。成像参数:选取 3 个 b 值(0、1000、2000 s/mm²), 15 个扩散敏感梯度方向;视野 30.0 cm×24.0 cm,层厚 6.0 mm,间隔 1.0 mm;TR 8000 ms, Min-TE, 矩阵 128×128,激励次数 2,带宽 250 Hz/pixel。

7. 数据处理

NP 组和 AP 组的影像数据均传输至 MR 工作站

(GE Advantage Windows 4. 4 Workstation), 选取 Function Tool 2 软件包中的 DKI 软件。采用阈值法去除周围脂肪、骨、气体等组织的影像, 获得 DKI 各参数图, 如平均峰度 (mean kurtosis, MK)、轴向峰度 (axial kurtosis, Ka)、径向峰度 (radial kurtosis, Kr), 以及衍生参数图, 如各向异性分数 (fractional anisotropy, FA)、平均扩散 (mean diffusion, MD)、轴向扩散 (axial diffusion, Da)、径向扩散 (radial diffusion, Dr)。由两位具有 5 年以上工作经验的放射科医师对两组不同严重程度分级的各参数图进行参数值的测量: 分别在胰头、体、尾三区最佳显示层面的 DKI 参数图上放置 ROI, 每一部位均测 3 次, 并取平均值, 最终将两医师所测值相加取其平均值为最终平均值。在测量过程中, ROI 尽量避开血管、胰管、囊变及坏死区, 并尽量远离胰腺边缘以使测得的数据更真实, ROI 大小为 $(34 \pm 3) \text{ mm}^2$ 。

8. 统计学分析

采用 SPSS 13. 0 统计学软件进行数据统计。所有数据先行正态性分布检验, 正态性分布者行独立样本 *t* 检验, 非正态性分布者行符号秩和检验。由于所测参数呈偏态性分布, 所以采用非参数检验 (Kruskal-Wallis H 检验) 评价各参数在 AP 组与 NP 组间的统计学差异, 并进一步比较各参数在轻症、中重症及重症

这三个亚组间的差异, 对有统计学意义的参数绘制 ROC 曲线, 用 ROC 曲线下面积 (area under the ROC curve, AUC)、敏感性、特异性等指标评价有意义参数评估 AP 严重程度分级的诊断效能。 $P < 0. 05$ 为差异有统计学意义。

结 果

根据 MRSI 的评分标准, 本组 57 例 AP 中, 轻症 24 例, 中重症 27 例, 重症 6 例。DKI 各参数及衍生参数在同一严重程度 AP 状态下, 胰腺不同部位 (头、体、尾部) 之间均无统计学差异 (P 均 $> 0. 05$, 表 2~4)。

将胰头、体及尾部 3 个部位的所测数据取平均值, 比较各参数均值在 AP 组与 NP 组间的差异, 除 FA ($Z = 1. 798, P = 0. 072$)、Kr ($Z = 0. 186, P = 0. 852$) 外, 其余参数在两组间的差异均具有统计学意义 (P 均 $< 0. 05$, 表 5)。

表 5 各参数在 AP 组与 NP 组间的比较

参数	NP 组 (n=24)	AP 组 (n=57)	Z 值	P 值
MK	0.571±0.095	0.596±0.105	2.137	0.033
Ka	0.546±0.107	0.618±0.130	4.160	0.000
Kr	0.515±0.124	0.518±0.146	0.186	0.852
FA	0.287±0.101	0.259±0.099	1.798	0.072
MD	2.096±0.503	1.811±0.406	4.700	0.000
Da	2.746±0.599	2.320±0.582	4.946	0.000
Dr	1.837±0.466	1.570±0.370	4.379	0.000

表 2 各参数在轻症 AP 不同部位间的比较

参数	头部	体部	尾部	χ^2	P 值
MK	0.543±0.073	0.570±0.094	0.609±0.109	3.079	0.214
Ka	0.554±0.114	0.535±0.091	0.585±0.145	1.750	0.417
Kr	0.443±0.148	0.511±0.093	0.512±0.140	2.114	0.348
FA	0.311±0.106	0.288±0.072	0.293±0.098	0.121	0.941
MD	2.010±0.378	2.043±0.419	1.855±0.385	3.774	0.152
Da	2.693±0.566	2.663±0.539	2.451±0.598	3.144	0.208
Dr	1.670±0.341	1.744±0.377	1.525±0.307	5.923	0.052

表 3 各参数在中重症 AP 不同部位间的比较

参数	头部	体部	尾部	χ^2	P 值
MK	0.593±0.105	0.605±0.127	0.638±0.091	3.030	0.220
Ka	0.634±0.128	0.665±0.107	0.687±0.119	1.959	0.375
Kr	0.534±0.141	0.524±0.166	0.560±0.118	0.643	0.725
FA	0.248±0.109	0.242±0.092	0.221±0.092	0.873	0.646
MD	1.852±0.475	1.645±0.286	1.606±0.259	3.925	0.141
Da	2.332±0.625	2.069±0.424	1.971±0.342	4.505	0.105
Dr	1.612±0.447	1.440±0.243	1.498±0.383	1.755	0.411

表 4 各参数在重症 AP 不同部位间的比较

参数	头部	体部	尾部	χ^2	P 值
MK	0.593±0.098	0.592±0.154	0.652±0.071	1.064	0.587
Ka	0.605±0.122	0.699±0.163	0.666±0.121	1.064	0.587
Kr	0.582±0.227	0.487±0.235	0.549±0.155	0.327	0.849
FA	0.253±0.113	0.211±0.077	0.171±0.070	1.064	0.587
MD	1.682±0.336	1.653±0.503	1.651±0.434	0.246	0.884
Da	2.127±0.487	2.013±0.493	1.934±0.499	0.667	0.717
Dr	1.458±0.292	1.473±0.513	1.512±0.414	0.012	0.994

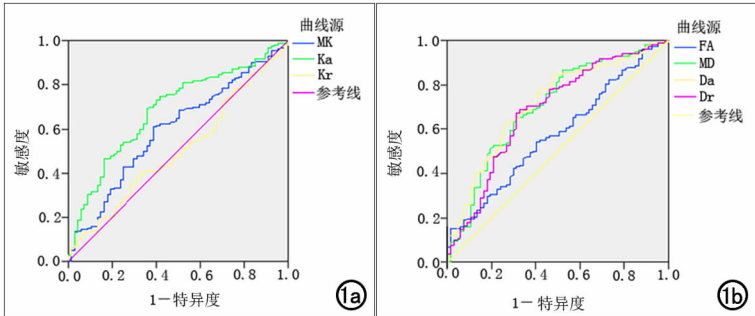


图 1 各参数的 ROC 曲线。a) DKI 参数 MK、Ka 及 Kr 的 ROC 曲线;b)DKI 衍生参数 FA、MD、Da 及 Dr 的 ROC 曲线。

各参数在轻症、中重症及重症 AP 间的差异均具有统计学意义(P 均 <0.05 ,表 6)。中重症及重症 AP 的 DKI 参数 Ka、Kr 值明显大于轻症 AP,而其衍生参数 FA、MD、Da、Dr 值明显小于轻症 AP。轻症与中重症 AP 之间,各参数均存在统计学差异(P 均 <0.05);轻症与重症 AP 之间,除 MK ($Z=1.826, P=0.068$) 外,其余参数均具有统计学差异(P 均 <0.05);中重症与重症 AP 之间各参数均无统计学差异(P 均 >0.05 ,表 7)。

各参数评估 AP 严重程度分级的 ROC 曲线见图 1,诊断效能见表 8。Ka 的诊断效能最大,AUC 为 0.743,敏感度为 78.310%,特异度为 75.000%。AP 组与 NP 组的 DKI 原始图像及各参数伪彩图见图 2、3。

讨 论

DKI 技术是以水分子扩散呈非高斯分布为理论基础的一种新的 MRI 技术,其结合二阶三维扩散张量、四阶三维峰度张量来实现对水分子运动的描述^[8],并以超值峰度(excess kurtosis, K)量化水分子扩散偏离正态分布的程度^[9],能从微观层面对组织微观结构变化做出较为准确的判断,实现对疾病的精准量化。水分子扩散受到的限制因素与组织微观结构的复杂程度正相关。实体组织内水分子在扩散过程中由于受到各种细胞器膜、腔室分隔及其它阻碍,扩散行为偏离正态分布,呈非高斯性,这种偏离程度越高,扩散的非高斯性越明显,DKI 技术能对这种偏离程度进行准确描述。DKI 技术能得到峰度参数 MK、Ka、Kr 以及衍生参数 FA、MD、Da、Dr。DKI 最初多应用于中枢神经系统^[10-12],

表 6 各参数在不同严重程度 AP 间的比较

参数	轻症组 (n=24)	中重症组 (n=27)	重症组 (n=6)	P 值
MK	0.574±0.096	0.612±0.108	0.613±0.110	0.028
Ka	0.558±0.118	0.662±0.119	0.657±0.135	0.000
Kr	0.489±0.131	0.539±0.142	0.540±0.200	0.026
FA	0.297±0.092	0.237±0.097	0.212±0.090	0.000
MD	1.970±0.398	1.703±0.367	1.662±0.404	0.000
Da	2.610±0.571	2.127±0.500	2.024±0.470	0.000
Dr	1.649±0.351	1.520±0.372	1.481±0.391	0.014

注: P 值为轻症、中重症、重症三组间的秩和检验值。

表 7 各参数在不同严重程度 AP 中的两两比较

参数	轻症与中重症		轻症与重症		中重症与重症	
	Z 值	P 值	Z 值	P 值	Z 值	P 值
MK	2.442	0.015	1.826	0.068	0.376	0.707
Ka	5.005	0.000	2.772	0.006	0.506	0.613
Kr	2.318	0.020	2.085	0.037	0.571	0.568
FA	3.741	0.000	3.553	0.000	1.137	0.256
MD	4.473	0.000	2.845	0.004	0.237	0.813
Da	5.369	0.000	3.657	0.000	0.479	0.632
Dr	2.671	0.008	1.970	0.049	0.460	0.646

表 8 各参数的诊断效能

参数	AUC	标准差	95%置信区间	敏感度 (%)	特异度 (%)
MK	0.599	0.041	0.531~0.664	60.870	61.190
Ka	0.743	0.071	0.673~0.804	78.310	75.000
Kr	0.536	0.064	0.460~0.610	40.360	81.250
FA	0.585	0.040	0.519~0.649	52.690	63.640
MD	0.700	0.039	0.637~0.758	63.470	69.700
Da	0.712	0.037	0.649~0.769	75.300	59.090
Dr	0.685	0.040	0.621~0.745	69.090	65.150

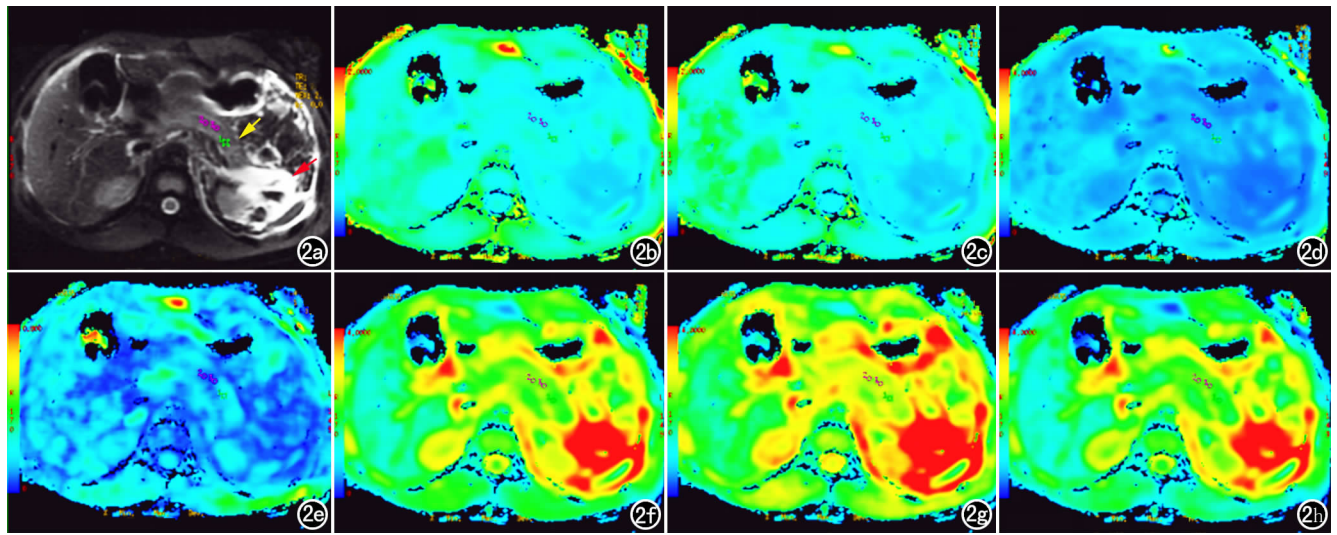


图 2 男, 45 岁, 急性出血坏死性胰腺炎。a) DKI 原始图像示胰腺体尾部肿胀增粗(黄箭), 胰尾周围及左肾前旁间隙片状信号增高影(红箭); b) MK 伪彩图; c) Ka 伪彩图; d) Kr 伪彩图; e) FA 伪彩图; f) MD 伪彩图; g) Da 伪彩图; h) Dr 伪彩图。

其临床应用较为广泛。近年来随着 MRI 新技术的不断发展^[13], 图像的信噪比和对比分辨率得以提高, DKI 技术已逐渐应用于中枢神经系统以外的部位, 其在腹部的应用日渐增多^[14]。目前 DKI 技术在鉴别肿瘤良恶性方面已较成熟, 关于 DKI 在腹部肿瘤性病变如直肠癌^[15,16]、前列腺癌^[17,18]、子宫内膜癌^[19]及转移性病变^[20]等的诊断及鉴别诊断方面已有较多文献报道。目前已有 DKI 应用于胰腺的研究报道。Noda 等^[21]研究 DKI 在胰腺纤维化中的变化, 结果显示 MK 可能与胰腺纤维化程度呈正相关性; Kartalis 等^[22]对 DKI 及 DWI 在胰腺癌中的应用进行对比, 发现 DKI 具有较高的诊断效能。目前关于 DKI 在 AP 中的研

究报道较为少见。

AP 的发病机制包括胰酶的异常激活引起胰腺组织自噬, 同时由于胰腺的供血动脉多为终末动脉, 侧支循环不丰富, 当炎症累及血管时引起局部缺血, 则可导致胰腺缺血、腺泡细胞脱水、坏死出现胰腺炎^[23]。冯红霞等^[24]比较不同严重程度胰腺炎中胰腺受累部位的情况发现, 轻症 AP 主要累及胰尾部或体尾部, 重症 AP 主要累及胰体尾部或头体尾均受累, 其原因是胰头或胰体的血液循环较尾部稍丰富, 累及相对较少。然而, 本研究中, DKI 各参数在同一严重程度 AP 状态下、胰腺不同部位间的差异均无统计学意义, 可能是由于胰腺炎主要是胰腺间质的炎症, 而胰腺无包膜^[25],

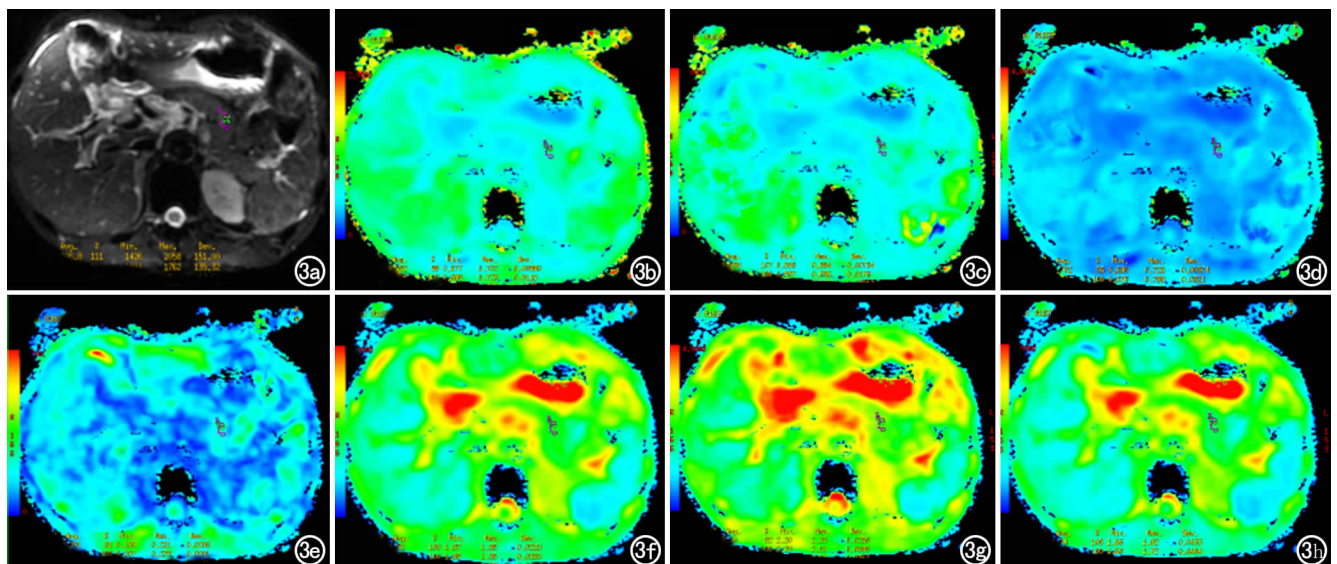


图 3 男, 40 岁, 正常志愿者。a) DKI 原始图像; b) MK 伪彩图; c) Ka 伪彩图; d) Kr 伪彩图; e) FA 伪彩图; f) MD 伪彩图; g) Da 伪彩图; h) Dr 伪彩图。

炎性渗液可累及胰腺周围的结缔组织并扩散至全胰腺,因此从微观层面看同一炎症程度时胰腺各部位均受到同样程度的损害。MK 为多个扩散梯度方向上峰度值的平均值,其大小受组织的空间方位影响较小,而主要取决于 ROI 内组织结构的异形性及不均质性。本研究中, MK 随严重程度的加重而增大,且能区分 AP 组与 NP 组、轻症与中重症 AP,其原因为: AP 的炎性介质渗出,腺泡细胞凋亡,导管上皮细胞增生,同时胰酶异常激活引起胰腺自噬,炎症细胞浸润,组织内细胞水肿而扩大,细胞外间隙缩小,炎性介质累及血管时引起血管壁破坏、出血,血液积存等,这些因素会增加组织微观结构的复杂程度,使水分子扩散受限,这也证实 AP 状态下水分子运动受限制会引起 DKI 参数值的增高,与 Green 等^[26]、Chen 等^[27]的解释类似。Ka 是本征向量方向的峰度平均值,其值越大,说明在该方向组织结构越复杂。DKI 的衍生参数 MD 主要反映所有方向上水分子扩散程度的平均值,其值越小则组织中可以自由扩散的水分子越少; Da、Dr 分别代表本征向量方向的扩散值及与本征向量方向垂直方向上的扩散平均值。本研究中 MD、Da、Dr 均能区分 AP 组与 NP 组,中重症与轻症 AP,重症与轻症 AP,且其数值随着 AP 严重程度的增加而减小,其原因可能是异常激活的胰酶引起细胞因子、炎症介质及氧自由基的诱生,直接刺激胰腺腺管使其管壁肿胀,腺管腔变形、阻塞,同时刺激小叶间隔增厚,纤维组织反应性增生等,胰腺组织内蛋白成分排出受阻,组织内粘滞性增加,限制水分子的扩散,导致水分子扩散距离缩短, MD、Da、Dr 值减小^[28]。FA 主要反映在各个方向扩散差异的大小。有些组织具有明显的各向异性,如神经轴突、脑白质、肌肉^[29]等,与纤维走行方向相平行的水分子的扩散不受限制,而垂直方向受限较多;而一些分泌性器官的各向异性主要与导管微结构有关^[30],胰腺导管及其分支、腺泡排列在胰腺小叶结构中,使其具有明显的各向异性。文献^[31]报道的胰腺炎及胰腺癌的各向异性减低, FA 值减小,以及本研究中 FA 值随着 AP 严重程度的增加而减低,均可用上述原因解释。本研究中, Kr 值在 NP 组与 AP 组之间差异无统计学意义,但在不同严重程度 AP 间存在统计学差异,可能是因为炎症因素刺激胰腺小叶,引起正常微观结构顺序紊乱所致,其具体病理机制有待进一步研究。

本研究发现,扩散参数随 AP 严重程度的加重而减小,而峰度参数随严重程度的加重而增大;扩散参数 FA、MD、Da、Dr 及峰度参数 Ka、Kr 在轻症与中重症 AP、轻症与重症 AP 之间均存在统计学差异; MK 只在轻症与中重症 AP 之间存在统计学差异;上述各参数中 Ka 的诊断效能较大。总之,DKI 技术有助于 AP

的诊断,且对判定 AP 严重程度分级具有一定的临床价值。

本研究不足之处在于收集的重症 AP 样本量偏少,这也可能是引起中重症与重症 AP 组间差异不明显的原因,有待进一步研究。

参考文献:

- [1] Forsmark CE, Swaroop VS, Wilcox CM. Acute pancreatitis[J]. N Engl J Med, 2017, 376(6): 598-599.
- [2] Gomatos IP, Xiaodong X, Ghaneh P, et al. Prognostic markers in acute pancreatitis[J]. Exp Rev Mol Diagn, 2014, 14(3): 333-346.
- [3] Jensen JH, Helpert JA, Ramani A, et al. Diffusional kurtosis imaging: the quantification of non-Gaussian water diffusion by means of magnetic resonance imaging[J]. Magn Reson Med, 2005, 53(6): 1432-1440.
- [4] Thoeni RF. The revised Atlanta classification of acute pancreatitis: its importance for the radiologist and its effect on treatment[J]. Radiology, 2012, 262(3): 751-764.
- [5] London NJ, Neoptolemos JP, Lavelle J, et al. Contrast-enhanced abdominal computed tomography scanning and prediction of severity of acute pancreatitis: a prospective study[J]. Br J Surg, 1989, 76(3): 268-272.
- [6] 王春友, 李非, 赵玉沛, 等. 急性胰腺炎诊治指南(2014)[J]. 中国实用外科杂志, 2015, 35(1): 4-7.
- [7] 刘移忠. 磁共振成像与 CT 对急性胰腺炎严重程度的分级评估[J]. 实用医学影像杂志, 2017, 18(3): 229-231.
- [8] 王利, 印隆林, 白林, 等. 磁共振扩散峰度成像技术的基本原理及应用现状[J]. 实用医院临床杂志, 2015, 12(6): 168-170.
- [9] 王玉亮, 初建平. 磁共振扩散峰度成像(DKI)临床研究进展[J]. 影像诊断与介入放射学杂志, 2015, 24(4): 340-345.
- [10] Jensen JH, Helpert JA. MRI quantification of non-gaussian water diffusion by kurtosis analysis[J]. NMR Biomed, 2010, 23(7): 698-710.
- [11] 程悦, 沈文. MR 扩散峰度成像原理及其在中枢神经系统的初步应用[J]. 国际医学放射学杂志, 2015, 38(1): 20-24.
- [12] 谭朝元, 杨晶, 严开心, 等. 扩散峰度成像对高级别胶质瘤及单发脑转移瘤的鉴别诊断价值[J]. 放射学实践, 2017, 32(3): 218-222.
- [13] Giannelli M, Toschi N. On the use of trace-weighted images in body diffusional kurtosis imaging[J]. Magn Reson Imaging, 2016, 34(4): 502-507.
- [14] 曲丽洁, 周建军, 丁玉芹, 等. 磁共振体素内不相干运动成像和扩散峰度成像在正常肾脏成像中的初步研究[J]. 放射学实践, 2016, 31(10): 908-913.
- [15] Zhu L, Pan Z, Ma Q, et al. Diffusion kurtosis imaging study of rectal adenocarcinoma associated with histopathologic prognostic factors: preliminary findings[J]. Radiology, 2017, 284(1): 66-77.
- [16] Yu J, Huang DY, Li Y, et al. Correlation of standard diffusion-weighted imaging and diffusion kurtosis imaging with distant metastases of rectal carcinoma[J]. J Magn Reson Imaging, 2016, 44(1): 221-229.
- [17] Lawrence EM, Warren AY, Priest AN, et al. Evaluating prostate cancer using fractional tissue composition of radical prostatectomy specimens and pre-operative diffusional kurtosis magnetic

- resonance imaging[J]. PLoS One, 2016, 11(7):e0159652.
- [18] Rosenkrantz AB, Prabhu V, Sigmund EE, et al. Utility of diffusion kurtosis imaging as a marker of adverse pathologic outcomes among prostate cancer active surveillance candidates undergoing radical prostatectomy[J]. Am J Roentgenol, 2013, 201(4):840-846.
- [19] Stephanie N, Caroline R, Alsharif SS, et al. Endometrial cancer: combined MR volumetry and diffusion-weighted imaging for assessment of myometrial and lymphovascular invasion and tumor grade[J]. Radiology, 2015, 276(3):797-808.
- [20] Kyriazi S, Collins DJ, Messiou C, et al. Metastatic ovarian and primary peritoneal cancer: assessing chemotherapy response with diffusion-weighted MR imaging-value of histogram analysis of apparent diffusion coefficients[J]. Radiology, 2011, 261(1):182-192.
- [21] Noda Y, Masayuki K, Goshima S, et al. Diffusion kurtosis imaging of the pancreas for the assessment of HbA1c levels[J]. J Magn Reson Imaging, 2016, 43(1):159-165.
- [22] Kartalis N, Manikis GC, Loizou L, et al. Diffusion-weighted MR imaging of pancreatic cancer: a comparison of mono-exponential, bi-exponential and non-gaussian kurtosis models[J]. Eur J Radiol Open, 2016, 3:79-85. eCollection 2016.
- [23] 赵琦, 房奇, 李红, 等. 低血糖酮症并发急性胰腺炎 1 例[J]. 临床消化病杂志, 2003, 15(2):64.
- [24] 冯红霞, 赵琦, 刘莉, 等. 从胰腺的受累部位探讨急性胰腺炎发病机制[J]. 胃肠病学和肝病学杂志, 2011, 20(6):571-572.
- [25] 闵鹏秋. 急性胰腺炎病变及其扩散途径的 CT 表现[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2002, 8(4):238-242.
- [26] Green HA, Pena A, Price CJ, et al. Increased anisotropy in acute stroke: a possible explanation[J]. Stroke, 2002, 33(6):1517-1521.
- [27] Chen XR, Zeng JY, Shen ZW, et al. Diffusion kurtosis imaging detects microstructural changes in the brain after acute alcohol intoxication in rats[J]. Biomed Res Int, 2017:475-481. DOI:10.1155/2017/4757025. Epub 2017 Jan 18.
- [28] 石晶晶, 杨时骐, 王剑, 等. RSNA2014 中枢神经系统影像学[J]. 放射学实践, 2015, 30(2):102-108.
- [29] Beaulieu C. The basis of anisotropic water diffusion in the nervous system-a technical review[J]. NMR Biomed, 2002, 15(7/8):435-455.
- [30] Sigmund EE, Vivier PH, Sui D, et al. Intravoxel incoherent motion and diffusion-tensor imaging in renal tissue under hydration and furose-mide flow challenges[J]. Radiology, 2012, 263(3):758-769.
- [31] Li X, Zhuang L, Zhang X, et al. Preliminary study of MR diffusion tensor imaging of pancreas for the diagnosis of acute pancreatitis[J]. PLoS One, 2016, 11(9):1-13.

(收稿日期:2018-03-07 修回日期:2018-07-09)

《请您诊断》栏目征文启事

《请您诊断》是本刊 2007 年新开辟的栏目,该栏目以临床上少见或容易误诊的病例为素材,杂志在刊载答案的同时配发专家点评,以帮助影像医生更好地理解相关影像知识,提高诊断水平。栏目开办 8 年来受到广大读者欢迎。《请您诊断》栏目荣获第八届湖北精品医学期刊“特色栏目奖”。

本栏目欢迎广大读者踊跃投稿,并积极参与《请您诊断》有奖活动,稿件一经采用稿酬从优。

《请您诊断》来稿格式要求:①来稿分两部分刊出,第一部分为病例资料和图片;第二部分为全文,即病例完整资料(包括病例资料、影像学表现、图片及详细图片说明、讨论等);②来稿应提供详细的病例资料,包括病史、体检资料、影像学检查及实验室检查资料;③来稿应提供具有典型性、代表性的图片,包括横向图片(X 线、CT 或 MRI 等不同检查方法得到的影像资料,或某一检查方法的详细图片,如 CT 平扫和增强扫描图片)和纵向图片(同一患者在治疗前后的动态影像资料,最好附上病理图片),每帧图片均需详细的图片说明,包括扫描参数、序列、征象等,病变部位请用箭头标明。

具体格式要求请参见本刊(一个完整病例的第一部分请参见本刊正文首页,第二部分请参见 2 个月后的杂志最后一页,如第一部分问题在 1 期杂志正文首页,第二部分答案则在 3 期杂志正文末页)

栏目主持:石鹤 联系电话:027-69378385 15926283035