

急性肾盂肾炎 ADC 值及与降钙素原相关性的初步研究

刘肖, 全冠民, 李雪庆, 袁涛

【摘要】 目的:探讨急性肾盂肾炎(APN)ADC 值改变及与降钙素原(PCT)的相关性。**方法:**8 例 APN 患者行 DWI 检查(b 值=800 s/mm²), 测量 APN 病灶与对侧正常肾实质的 ADC 值并记录 DWI 检查 12 h 内的 PCT 水平, 采用两独立样本 t 检验比较 APN 病灶与对侧正常肾实质之间的 ADC 值, 采用 pearson 相关及线性回归分析 APN 病灶 ADC 值与 PCT 值的相关性。**结果:**APN 病灶与对侧正常肾实质的 ADC 值差异有统计学意义[分别为 $(1.38 \pm 0.09) \times 10^{-3}$ 和 $(2.14 \pm 0.14) \times 10^{-3}$ mm²/s, $t=11.725$, $P<0.001$], APN 病灶 ADC 值与 PCT 值呈负相关($r=-0.786$, $P=0.021$)。**结论:**APN 病灶的 ADC 值明显降低, 且降低程度与 PCT 之间有一定相关性, 提示 ADC 值可能反映 APN 的炎症反应程度。

【关键词】 肾盂肾炎; 磁共振成像; 扩散加权成像; ADC 值; 降钙素原

【中图分类号】 R692.3; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2018)01-0051-04
DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2018.01.010

The correlation of ADC value and procalcitonin in acute pyelonephritis: a preliminary study LIU Xiao, QUAN Guan-min, LI Xue qing, et al. Department of Medical Imaging, Second Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050000, China

【Abstract】 Objective: To study the correlation of ADC value and procalcitonin (PCT) level in acute pyelonephritis (APN). **Methods:** MR-DWI was performed in eight consecutive patients with APN ($b=800$ s/mm²). ADC values in APN lesions as well as and normal renal parenchyma in contralateral kidney were measured. The level of PCT measured within 12 hours of DWI was recorded. Using two independent sample, t test was calculated to compare the differences of ADC value in APN lesions and the contralateral normal renal parenchyma. Pearson correlation analysis and linear regression were performed to investigate the correlation between ADC value of APN lesions with PCT level. **Results:** There was a significant difference for ADC value between APN lesions and the contralateral normal renal parenchyma [(1.38 ± 0.09) vs (2.14 ± 0.14) mm²/s, $t=11.725$, $P<0.001$]. ADC value of APN lesions was negatively correlated with PCT ($r=-0.786$, $P=0.021$). **Conclusion:** The ADC value of APN was markedly decreased, and the degree of decreased ADC value showed certain correlation with the value of PCT. Thus, ADC value might reflect the degree of inflammation of APN.

【Key words】 Pyelonephritis; Magentic resonance imaging; Diffusion weighted imaging; Apparent diffusion coefficient; Procalcitonin

急性肾盂肾炎(Acute pyelonephritis, APN)为好发于中青年女性的常见泌尿系统疾病, 如美国 APN 年发病高达 25 万人, 其中约 20 万人需住院治疗^[1], 我国无相关数据, 但女性门诊及住院患者 APN 年发病率分别为 12~13/1000 和 3~4/1000。影像学检查可

反映 APN 肾脏受累程度、范围及是否存在并发症, 对于病变评估、预后判断及随访具有重要临床价值^[2]。一般认为 CT 检查是当前 APN 患者诊断与评价的影像学金标准^[2-3], 但由于存在电离辐射并需注射碘对比剂而使其应用受限。最近研究表明 MRI 诊断 APN 的敏感度(86.8%)及特异度(87.5%)与 CT 相近^[4], 其中 DWI 技术具有无需注射对比剂、快速成像及操作简便等优点, 可在无辐射及不使用对比剂的情况下作出诊断。目前关于 DWI 诊断 APN 方面的研究较少^[5-6], 笔者尚未检索到 DWI 反映 APN 严重程度及判

作者单位: 050000 河北, 河北医科大学第二医院影像科(刘肖、全冠民、袁涛); 050599 河北, 灵寿县医院影像科(李雪庆)

作者简介: 刘肖(1987—), 男, 河北廊坊人, 硕士研究生, 住院医师, 从事腹部影像诊断工作。

通讯作者: 袁涛, E-mail: 420490790@qq.com

基金项目: 河北省医学科学研究重点课题计划 20150263

断预后相关报道。另一方面,降钙素原(procalcitonin, PCT)可反映 APN 严重程度及判断预后^[7],且检出 APN 的敏感度(94%)及特异度(82.8%)均较高^[8],但尚不明确其与 ADC 值之间有无相关性。本研究旨在探讨急性肾盂肾炎的 ADC 值变化及其与 PCT 的相关性,为临床治疗及预后评估提供影像学依据。

材料与方法

1. 病例资料

搜集临床拟诊断为 APN 的患者 8 例,其中女 6 例,男 2 例,年龄 25~66 岁,平均(49.50±13.83)岁。纳入标准^[9]:①具有 APN 临床表现(体温>38℃、寒战、腰痛及肋脊角压痛等);②尿液镜检阳性(>10 个白细胞/高倍视野);③行肾脏 DWI 检查。排除标准:高血压、糖尿病及检查前经过治疗者。记录 DWI 检查 12 h 内的 PCT 水平(免疫荧光测定法),受检者均签署知情同意书。8 例患者均经临床或随访证实。

2. DWI 检查

采用 GE 1.5T Optima 360 MR 扫描仪,8 通道相控阵体线圈及 SE-EPI 序列行双肾 DWI 扫描。扫描参数:TR 8700 ms,TE 68 ms,层厚 5 mm,层间距 1 mm,采集次数 2,视野 32 cm×24 cm,矩阵 128×128,b 值取 0、800 s/mm²。呼气末屏气扫描,采用空间预饱和技术抑制腹部脂肪信号,以减少化学位移伪影,扫描时间分别为 17 s 和 34 s。

3. ADC 值测量

ADC 值测量由两位腹部专业影像诊断医师(工作经验分别为 10 年和 3 年)分别独立完成,存在分歧时经讨论达成一致。DWI 图像后处理应用 GE AW4.6 工作站的 FuncTool 软件,自动生成 ADC 图(图 1)。在病灶最大层面手动勾画大小约 10 mm² 的圆形兴趣区(region of interest, ROI),并于病变对侧正常肾实质勾画相同面积的圆形 ROI(DWI 图像信噪比较低,不易区分肾皮、髓质,因此选择正常肾实质作为对照)。

以 ADC 值<1.50×10⁻³ mm²/s 判定为炎性病灶区域,于此区域测量 APN 的 ADC 值。ROI 选取原则:面积尽可能大,但尽量避开肾脏边缘、肾窦及大血管等。APN 病灶及对侧肾实质均测量 3 个 ROI,取平均值。

4. 统计学分析

采用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析。APN 病灶与对侧正常肾实质的 ADC 值(n=6)均符合正态分布;计量资料用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。数据呈正态分布及方差齐时采用两独立样本 t 检验进行组间比较;采用 pearson 相关及线性回归分析 APN 病灶 ADC 值与 PCT 的相关性。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

两位测量者间 APN 病灶及对侧正常肾实质的 ADC 值差异均无统计学意义(病变侧 ADC 值两位测量者间比较 t=0.168, P=0.869;对侧正常肾实质 ADC 值两位测量者间比较 t=0.041, P=0.968,表 1),因此以两者测量的平均值进行分析。APN 病灶 ADC 值低于对侧正常肾实质,差异有统计学意义[分别为(1.38±0.09)×10⁻³和(2.14±0.14)×10⁻³ mm²/s, t=11.725, P<0.001, n=6, 表 2];APN 病灶 ADC 值与 PCT 呈负相关(r=-0.786, P=0.021, n=8, 图 2)。

表 1 APN 病灶及对侧正常肾实质 ADC 值比较 (×10⁻³ mm²/s)

病例	病变侧 ADC 值		正常对侧 ADC 值	
	医师甲	医师乙	医师甲	医师乙
1	1.41	1.45		
2	1.25	1.29		
3	1.40	1.32	1.98	1.94
4	1.43	1.47	2.10	2.20
5	1.30	1.34	2.07	2.01
6	1.50	1.46	2.10	2.14
7	1.28	1.22	2.30	2.24
8	1.36	1.44	2.30	2.34



图 1 女,50 岁,APN 患者。a) CT 增强扫描示右肾局限性强化减低区(箭);b) DWI 图像示右肾局限性扩散受限(DWI 高信号,箭);c) ADC 图像示右肾局限性 ADC 值减低(箭),ADC 值为 1.36×10⁻³ mm²/s。

表 2 APN 患者基本资料及 ADC 值

病例	性别	年龄 (岁)	单/双侧	病变侧平 均 ADC 值 ($\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$)	对侧平均 ADC 值 ($\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$)	PCT (ng/mL)
1	F	56	双	1.43	—	0.73
2	F	66	双	1.27	—	1.15
3	F	50	右	1.36	1.96	0.56
4	F	55	左	1.45	2.15	0.78
5	M	25	右	1.32	2.04	0.84
6	F	57	左	1.48	2.12	0.45
7	M	32	右	1.25	2.27	0.98
8	F	55	右	1.40	2.32	0.63

注:F,女性;M,男性。

讨 论

本研究结果表明,APN 病灶与对侧肾实质的 ADC 值差异有统计学意义,表现为 ADC 值明显减低;APN 病灶 ADC 值与 PCT 呈负相关。

本研究结果显示 APN 病灶 ADC 值范围为 $(1.25\sim1.48)\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$,低于对侧正常区域肾实质。Faletti 等^[10]对 88 例 APN 患者行 DWI 检查($b=0,300,600\text{ s/mm}^2$, Philips 1.5T),所得结果与本研究一致,并得出 ADC 值鉴别 APN 与正常肾组织、肾脓肿与 APN 的受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线下面积分别为 0.94(95% CI,截断值=2)和 0.78(95% CI,截断值=1.2)。APN 病灶 ADC 值减低主要与其病理特点有关。APN 是指肾盂、肾盏及肾间质由非特异性细菌感染所致的炎症病变,约 70%由尿路上行感染而来,多为革兰阴性菌引起,其中大肠埃希菌最常见^[11]。APN 病理改变主要表现为肾间质的化脓性炎症及肾小管上皮细胞的坏死。肾盂黏膜充血水肿,可认为是细胞毒性水肿(类似脑梗死);此外,APN 可引起大量中性粒细胞及淋巴细胞在肾小管蓄积,导致细胞密度增大,也是造成水分子扩散受限的原因,因此 APN 病灶 ADC 值减低^[12]。笔者认为可根据 ADC 值下降确定 APN 累

及肾脏的范围,直观显示病变大小,有助于进行量化评估和疗效随访等。

本研究结果同时显示 APN 病灶 ADC 值与 PCT 呈负相关。PCT 是一种脓毒症诱导蛋白,为无激素活性的降钙素前肽物质,正常情况下甲状腺滤泡旁细胞是 PCT 的主要来源。研究证实,PCT 是一种独特的炎症反应标志物,不仅可用于 APN 的早期诊断,且其水平变化与疾病的严重程度平行^[13-14]。国外学者已将 PCT 作为细菌感染的标志物及预后判断指标。Rathod 等^[15]对 42 例 APN 患者行 DWI 检查($b=0,600,1000\text{ s/mm}^2$, Philips 1.5T),结果表明,正常肾组织、APN 及肾脓肿的平均 ADC 值分别为 $(2.10\pm0.40)\times10^{-3}$ 、 $(1.30\pm0.13)\times10^{-3}$ 和 $(0.77\pm0.08)\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$,APN 的 ADC 值显著低于正常肾组织($P<0.001$),肾脓肿的 ADC 值明显低于 APN($P<0.001$)。由此可知,APN 病变程度越重,其 ADC 值越低。因此推测 APN 病灶 ADC 值与 PCT 之间存在一定程度的相关性。但本研究病例数较少(8 例),可能导致统计学偏倚,因此 APN 病灶 ADC 值与 PCT 的相关性有待大宗样本研究进一步确定。

目前,肾脏 DWI 成像尚缺少公认的参考 b 值。Faletti 等^[10]对 88 例 APN 患者行 DWI 检查(b 值=0、300、600s/mm², Philips 1.5T),比较正常肾组织、APN 及肾脓肿之间的 ADC 值差异,三者平均 ADC 值分别为 $(2.16\pm0.24)\times10^{-3}$ 、 $(1.46\pm0.27)\times10^{-3}$ 和 $(1.13\pm0.40)\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$,差异具有统计学意义($P<0.05$)。Rathod 等^[15]对 42 例 APN 患者行 DWI 检查(b 值=0、600、1000s/mm², Philips 1.5T),得出与 Faletti 等近似的结果。本研究选用 b 值=800 s/mm²(根据志愿者预实验检查,该 b 值既能减少血流灌注对 ADC 值的影响,又可保证一定的图像质量),得到 APN 病灶 ADC 值范围为 $(1.25\sim1.48)\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$,低于对侧正常肾实质 ADC 值($t=11.725, P<0.001$)。上述研究结果表明不同 b 值及不同成像设备所得结果存在一定差异,但并未影响统计学结论。

本研究病灶 ROI 的选取采用阈值法,规定 ADC 值 $<1.50\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 的范围为 APN 病灶区域。Faletti 等^[10]对 88 例 APN 患者行 DWI 检查,测得 APN 病灶的平均 ADC 值为 $(1.46\pm0.27)\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 。Rathod 等^[15]对 42 例 APN 患者行 DWI 检查,得到与 Faletti 等近似的结果,APN 的平均 ADC 值为 $(1.30\pm0.13)\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 。因此本研究以 ADC 值 $<1.50\times10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ 为阈值划取 ROI 可以有效规避非炎症区域,从而保证研究结果的可靠性。

Suo 等^[16]对 137 例健康志愿者(男 68 例,女 69

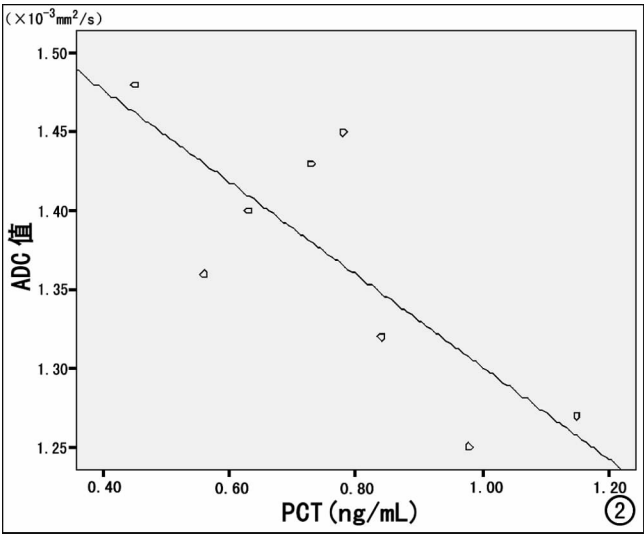


图 2 APN 病灶 ADC 值与 PCT 之间的散点图。

例)行肾脏 DWI 研究,观察年龄、性别对正常肾脏皮质 ADC 值的影响,结果表明,青年组(≤ 50 岁)肾脏皮质 ADC 值显著高于老年组(> 50 岁, P 值 = $0.002 \sim 0.030$);除左肾髓质外,男性肾脏皮质 ADC 值高于女性(P 值 = $0.000 \sim 0.036$)。由于本研究病例较少(8 例),且 5 例年龄 > 50 岁,6 例为女性,因此未考虑年龄、性别因素对肾脏 ADC 值的影响。

本研究的局限性:①样本量有限,但符合统计学设计要求,因此可以说明问题;②图像信噪比较低,正常肾实质 ADC 值测量未区分皮、髓质;③纳入病例的 APN 诊断均未经病理证实,因此需要进一步行动物模型实验研究验证本研究结论。④未行双指数 DWI 模型研究与本实验结果进行对比^[17]。

综上所述,本研究对 8 例 APN 患者进行分析,初步结果表明 APN 病灶 ADC 值明显减低,且与 PCT 存在相关性,有可能间接反映 APN 的病变程度。

参考文献:

- [1] Colgan R, Williams M, Johnson JR. Diagnosis and treatment of acute pyelonephritis in women[J]. Am Fam Physician, 2011, 84(5):519-526.
- [2] Das CJ, Ahmad Z, Sharma S, et al. Multimodality imaging of renal inflammatory lesions[J]. World J Radiol, 2014, 6(11):865-873.
- [3] Yoo JM, Koh JS, Han CH, et al. Diagnosing acute pyelonephritis with CT, Tc-DMSA SPECT, and Doppler ultrasound: a comparative study[J]. Korean J Urol, 2010, 51(4):260-265.
- [4] Piccoli GB, Consiglio V, Deagostini MC, et al. The clinical and imaging presentation of acute "non complicated" pyelonephritis: a new profile for an ancient disease[J]. BMC Nephrol, 2011, 15(12):68.
- [5] Rathod SB, Kumbhar SS, Nanivadekar A, et al. Role of diffusion-weighted MRI in acute pyelonephritis: a prospective study[J]. Acta Radiol, 2015, 56(2):244-249.
- [6] De Pascale A, Piccoli GB, Priola SM, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging: new perspectives in the diagnostic pathway of non-complicated acute pyelonephritis[J]. Eur Radiol, 2013, 23(11):3077-3086.
- [7] Park JH, Wee JH, Choi SP, et al. Serum procalcitonin level for the prediction of severity in women with acute pyelonephritis in the ED: value of procalcitonin in acute pyelonephritis[J]. Am J Emerg Med, 2013, 31(7):1092-1097.
- [8] 王玓, 孙滨. 两种血清标志物联合检测在肾盂肾炎中的临床价值[J]. 检验医学与临床, 2013, 10(18):2387-2388.
- [9] Rollino C, Beltrame G, Ferro M, et al. Acute pyelonephritis in adults: a case series of 223 patients[J]. Nephrol Dial Transplant, 2012, 27(9):3488-3493.
- [10] Faletti R, Cassinis MC, Fonio P, et al. Diffusion-weighted imaging and apparent diffusion coefficient values versus contrast-enhanced MR imaging in the identification and characterisation of acute pyelonephritis[J]. Eur Radiol, 2013, 23(12):3501-3508.
- [11] Neumann I, Moore P. Pyelonephritis (acute) in non-pregnant women[J]. BMJ Clin Evid, 2014, 2014. pii: 0807.
- [12] Verswijvel G, Vandecaveye V, Gelin G, et al. Diffusion-weighted MR imaging in the evaluation of renal infection: preliminary results[J]. JBR-BTR, 2002, 85(2):100-103.
- [13] Pecile P, Miorin E, Romanello C, et al. Procalcitonin: a marker of severity of acute pyelonephritis among children[J]. Pediatrics, 2004, 114(2):e249-254.
- [14] de Kruif MD, Limper M, Gerritsen H, et al. Additional value of procalcitonin for diagnosis of infection in patients with fever at the emergency department[J]. Crit Care Med, 2010, 38(2):457-463.
- [15] Rathod SB, Kumbhar SS, Nanivadekar A, et al. Role of diffusion-weighted MRI in acute pyelonephritis: a prospective study[J]. Acta Radiol, 2015, 56(2):244-249.
- [16] Suo ST, Cao MQ, Ding YZ, et al. Apparent diffusion coefficient measurements of bilateral kidneys at 3T MRI: effects of age, gender, and laterality in healthy adults[J]. Clin Radiol, 2014, 69(12):e491-496.
- [17] 刘妍, 卢强, 谢宇. 单双指数模型扩散加权成像鉴别诊断肾脏良恶性肿瘤对比研究[J]. 放射学实践, 2016, 31(6):716-720.

(收稿日期:2016-12-21 修回日期:2017-04-17)