

弥散加权成像对膝关节腔积液诊断价值的探讨

楼海燕 王仁法 王承缘 夏黎明 邹明丽 陈

【摘要】 目的:应用 MR SE/EPI DWI 序列对在膝关节腔内的滑液进行成像,探讨不同类型积液的弥散特征及弥散成像对关节腔积液的鉴别诊断价值。方法:搜集我院 2001 年 1 月~7 月间因膝关节疾病出现症状行 MRI 检查的 24 例患者,在不同 B 值下应用 SE-EPI DWI 序列对膝关节腔轴位扫描,图像传至 Sun 工作站,对所有病人的弥散图和 ADC 图进行兴趣区分析。统计检验采用单因素方差分析和相关性分析。结果:经统计学检验,临床有外伤史的关节腔积液和无外伤史有症状的关节腔积液的 ADC 值无显著性差异;外伤时间的长短对关节腔积液的 ADC 值并无统计学上的显著影响。随弥散强度的增加,无论何种关节腔积液,其信号值均逐渐下降,ADC 值降低。不同 B 值的 ADC 之间存在相关性。结论:MR 弥散加权成像对外伤性和非外伤性关节腔积液的鉴别作用有限,外伤性关节腔积液的弥散特征基本一致,外伤时间不影响关节腔内液体的弥散。

【关键词】 弥散加权磁共振成像; 膝关节腔积液; 诊断
【中图分类号】 R445.2, R684 【文献标识码】 A 【文章编号】 1000-0313(2003)01-0049-03

The value of diffusion weighted imaging in the diagnosis of the articular effusion of knee joint LOU Haiyan, WANG Renfa, WANG Chengyuan, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030

【Abstract】 Objective: To study the diffusion characteristics and the value of the diffusion-weighted imaging in the differential diagnosis of the articular effusion of knee joint. Methods: SE/EPI DWI with different B value was performed in 25 patients with articular effusion of the knee joint, and the resultant ADC value was calculated at Sun workstation. Results: There was no statistical differences of ADC value between traumatic and non-traumatic articular effusion. Time of trauma did not influence ADC value of articular effusion. With increase of diffusion strength, either signal intensity or ADC value of any articular effusion decreased. There was significant correlation between ADC values acquired by different B values. Conclusion: MR diffusion weighted imaging has limited value in the differential diagnosis between traumatic and non-traumatic effusion. Time of trauma does not affect the diffusion of the fluid in knee joint.

【Key words】 Diffusion-weighted MR imaging; Articular effusion in knee joint; Diagnosis

肌骨系统的弥散成像最早应用于对正常组织在生理状态和运动时弥散特征的研究^[1,2]。近年来,国外少数学者又将弥散成像应用于关节^[3,4],并将其应用于关节腔积液性质的鉴别。本文旨在通过临床资料和 MR DWI 来探讨弥散成像的诊断价值。

材料与方 法

临床资料:搜集 2001 年 1 月~7 月间因膝关节不适(包括膝关节疼痛、活动受限)行 MRI 检查的 24 例患者。按有外伤史和外伤时间将所有病例分成 3 组:①无创伤组 9 例(包括痛风性关节炎 1 例,退变性关节炎 3 例,半月板摘除术后一年复查 1 例,盘状半月板术前检查 3 例,正常者 1 例);②短期创伤组 7 例(外伤时间≤1 个月);③长期创伤组 8 例(外伤时间>1 个月)。后两组均有明确膝关节受伤史。

扫描:常规序列完成后,均进行髌骨上缘至下缘的轴位 SE/DW T₂WI 成像。应用 Signa CV/i 1.5T 高场强磁共振仪进行 SE/EPI DW 序列扫描,视野(FOV)30mm,激励次数 2,4.0thk/0.0spc

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科
作者简介:楼海燕(1970~),女,浙江人,硕士,主治医师,主要从事肌骨系统的影像诊断。

轴位平扫,选取 b=250、500 和 1000s/mm² 三个值,在 A/P、S/I、L/R 方向上的采集信号,原始数据在 Sun 工作站进行 diffusion coefficient 后处理,选取积液最明显处计算弥散原始图像的信号值、表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值。

统计方法:应用 SPSS 软件处理原始数据,对不同 B 值下的 ADC 值,不同分组的 ADC 值比较,进行统计学处理。

结 果

不同分组的关节腔积液的 ADC 值的统计检验见表 1、2。

表 1

分组	病例人数	ADC 值(×10 ⁻³ mm ² /s)			P 值
		ADC1	ADC2	ADC3	
非创伤组	9	2.8867	2.7189	2.5422	均>0.01
创伤组	15	2.8467	2.6837	2.5340	
短期	7	2.9329	2.7038	2.5786	
长期	8	2.7712	2.6638	2.4950	

注: B=250 时测得的 ADC 值记为 ADC1,同理 B=500 时记为 ADC2, B=1000 时记为 ADC3

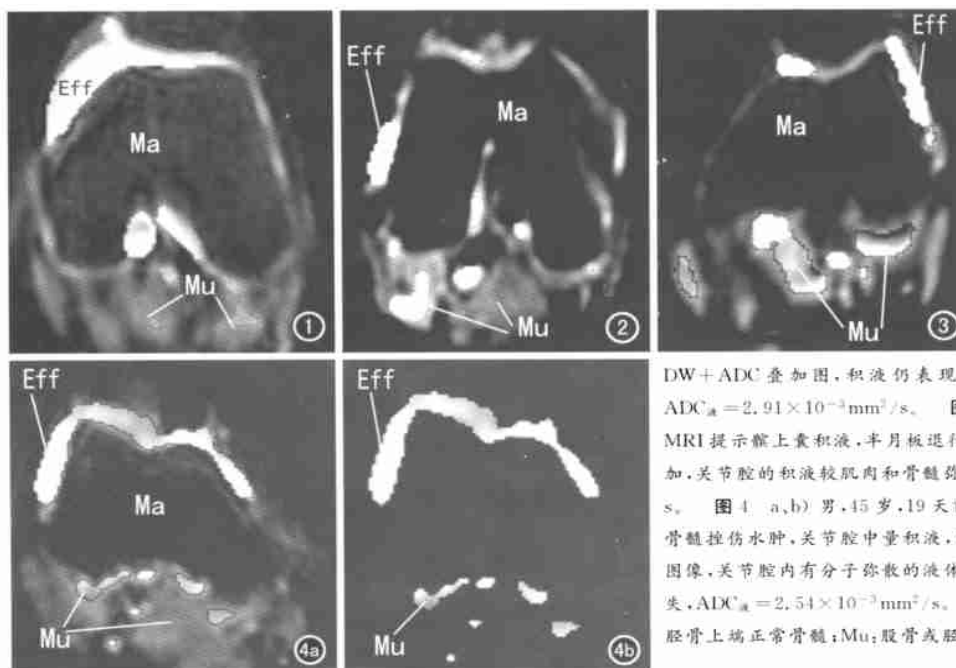


图 1 男, 48 岁, 痛风病史 2 年, 无外伤史, 因痛风发作并左膝关节疼痛, 活动受限 2d 就诊。MRI 提示典型膝关节退变并膝上囊大量积液。图示 B=250 时 DW+ADC 叠加图像, 积液内水分子弥散最明显, 肌肉次之, 骨髓弥散最弱, $ADC_{\text{液}} = 2.65 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。图 2 男, 57 岁, 无外伤史。MRI 提示膝关节退变并假囊肿形成, 关节腔积液。图示 B=500 时

DW+ADC 叠加图, 积液仍表现较肌肉和骨髓明显的分子弥散加快, $ADC_{\text{液}} = 2.91 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。图 3 女, 38 岁, 8 个月前左膝关节外伤。MRI 提示膝上囊积液, 半月板退行性改变, 图示 B=250s 时 DW+ADC 叠加, 关节腔的积液较肌肉和骨髓弥散信号增高, $ADC_{\text{液}} = 3.02 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。图 4 a, b) 男, 45 岁, 19 天前右膝外伤, MRI 提示胫骨平台和髌骨的骨髓挫伤水肿, 关节腔中量积液, 图示 B=250 时 DW+ADC 叠加和 ADC 图像, 关节腔内有分子弥散的液体为信号增高, 骨髓和肌肉信号减弱或消失, $ADC_{\text{液}} = 2.54 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 。注: Eff: 关节腔积液; Ma: 膝骨下端或胫骨上端正常骨髓; Mu: 股骨或胫骨后方肌群。

临床有外伤史的膝关节腔积液与无外伤的症状性膝关节炎病变伴发关节腔积液的 ADC 值, 经统计学分析差异无显著性。

外伤时间的长短对关节腔积液的 ADC 值经统计学分析差异无显著性。提示外伤性关节腔积液的弥散不随时间发生改变。

表 2 不同 B 值下的 ADC 相关性分析

		ADC1	ADC2	ADC3
ADC	x	2.862	2.696	2.537
ADC1	r	1.000	0.557	0.438
	P		0.005	0.036
ADC2	r	0.557	1.000	0.640
	P	0.005		0.001
ADC3	r	0.438	0.640	1.000
	P	0.036	0.001	

分析: 随着弥散强度值的增加, 无论关节腔积液的何种性质, 弥散图上显示信号逐渐降低, ADC 图上 ADC 值逐渐降低。不同 B 值得出的 ADC 之间存在相关性。

讨论

MR 的弥散加权成像是一种从分子水平无创性研究人体组织结构的新方法, 其基本原理^[5]是在 T_2 WI 序列 180° 脉冲序列前后加 2 个对称的弥散敏感梯度回波, 静止的水分子(弥散低)在第一个梯度脉冲发生质子去相位, 会被第二个梯度脉冲重聚相位, 信号不降低; 而运动的水分子(弥散强)在第一个梯度脉冲所致质子去相位后离开原位置, 不能在第二个梯度脉冲重聚相位, 从而发生信号降低。SE DWI 序列最先应用于动物模型和人体组织^[6], 可以做 ADC 的精确计算。ADC 反映感兴趣区细胞外间隙水分子的空间运动, 通过信号的回归分析计算出的值, 回归直线越倾斜, 弥散程度越高。但该序列成像时间相对较长, 对运动伪影敏感, 改进的 EPI DWI 明显缩短成像时间, 对

运动伪影不敏感, 但信噪比低, 容易出现图像变形和信号丢失。二者的结合及膝关节相对固定于线圈内, 使得膝关节的弥散成像得以完成。

健康的成年人关节腔内含有少量滑液^[3], 是一种透明的澄清样液体, 略呈碱性, 润滑性强, 是关节软骨、半月板等进行物质交换的媒介。滑液的粘质性和弹性是由透明质酸决定的。临床上常有的经验是当关节腔抽出的滑液粘稠、粘质性相对较高时被认为是退变性关节炎的继发改变, 其原因是大量的关节腔积液中, 由于透明质酸的被冲淡作用导致比正常人的轻微的粘滞性减低。相反, 抽出的积液呈水溶性时, 往往考虑感染性关节炎并积液, 它和创伤性关节炎积液中滑液粘滞度降低的原因相似, 除了与退变性关节炎相似, 存在大量关节腔积液对透明质酸的冲淡作用, 还有透明质酸酶等炎症介质的酶性降解使滑液的粘滞性进一步明显降低。

DWI 作为能敏感地发现水分子运动状况序列, 能发现关节腔积液时粘滞性变化对其间水分子运动的改变。Eustace 等^[3]应用一个外周脉冲触发导航装置的 SE DWI 序列分析了 25 个有关节腔积液的滑液 ADC 值变化, 指出 DWI 可帮助区分骨关节炎的类型: 退变性关节炎继发积液, 弥散值相对降低 ($< 2.4 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$), 外伤性关节炎或感染性关节炎积液的弥散值相对增高(分别 $> 2.75 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 和 $> 3.0 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$)。本组 24 个病例根据有无外伤和外伤时间分组, 外伤组和非外伤组的关节腔积液 ADC 值经统计学分析差异无显著性; 外伤时间的长短并不影响关节腔积液的 ADC 值。对此研究结果, 我们认为与 Eustace 的结论并不矛盾。①本组无外伤的 9 例, 均主诉有膝关节间歇性疼痛, 活动受限, 4 例 MR 提示典型的退变性关节炎表现, 其 ADC 值平均在 $\geq 2.65 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ 水平, 其值升高与膝关节的慢性劳损合并局部炎症有关(图 1、2), 由此可以推测, 退变性关节炎继发的关节腔积液若合并感染存在, 因炎症介质的作用, 滑液的粘滞性下降, 分子的弥散运动加快, ADC 值相应升高。炎症的不同类型是否影响 ADC 值尚有

待研究。②外伤组中外伤时间的长短对 ADC 值的变化无影响。笔者认为,这与外伤性关节腔积液的性质有关,滑液的自然吸收过程缓慢,在没有合并感染的情况下,积液中的各成分应无明显变化,即便合并有感染存在,其 ADC 值会有所升高(图 3、4)。但目前的资料^[7]表明,外伤性和感染性的关节腔积液 ADC 值无统计学上显著差异。③B 值:类似于自旋回波中的回波时间(TE),是与脉冲序列有关的参数,决定弥散权重的量,其取值根据已知 T₁ 和 T₂ 参数的模型大致推算而得^[7]。由于 MR 机型的差异(本组资料所用 GE Signa 1.5T, 无导航设置),根据文献设定 B= 250、500 和 1000s/mm² 时所得的弥散值和 ADC 值,与国外报道的结果有差异。④随 B 值的增加,ADC 值均下降,弥散图显示像素随 B 值升高而分散,病变区信号降低。取不同 B 值的 ADC 经相关性分析,得出每一个病人的 ADC 值之间存在相关性。取 B= 250、500s/mm² 值时,原始图像能区分积液和邻近的骨髓和肌肉信号,病变的敏感性高;B= 1000s/mm² 时,图像整体信号下降,骨髓和肌肉的 ADC 值趋向 0 值,对比效果差。因此,我们主张选用适当的 B 值,如 B= 250s 或 500s 来计算关节腔积液的表现弥散系数。

从理论上讲,由于 DWI 对分子运动的高敏感性,完全能够区分不同关节炎类型导致的关节腔积液。本组资料为小样本

统计,结果的可靠性尚有待进一步证实,但 DWI 在关节腔的应用无疑是 MRI 技术的发展对肌骨系统的又一大贡献,我们希望在提高 DWI 图像质量的同时通过弥散成像来鉴别关节腔积液的病因类型,为临床提供更可靠的诊断信息。

参考文献

- 1 Cleveland GG, Chang DC, Hazelwood CF. Nuclear magnetic resonance measurement of skeletal muscle: anisotropy of the diffusion coefficient of the intracellular water[J]. Biophys J, 1976, 16(9): 1043-1044.
- 2 Baur A, Stabler A, Bruning R, et al. Diffusion-weighted MR imaging of bone marrow: differentiation of benign versus pathologic compression fractures[J]. Radiology. 1998, 207(2): 354-355.
- 3 Eustace S, DiMasi M, Adams J, et al. In vitro and in vivo spin echo diffusion imaging characteristics of synovial fluid: potential non-invasive differentiation of inflammatory and degenerative arthritis[J]. Skeletal Radiol, 2000, 29(6): 321-322.
- 4 Krauss R, Schiller J, Fleischer J, et al. Self-diffusion of water in cartilage and cartilage components as studied by pulsed field gradient NMR[J]. Magn Reson Med, 1999, 41(2): 286.
- 5 安宁豫, 高元桂, 孟祥辉, 等. 急性脑梗塞弥散加权 MRI 与病理对照实验研究[J]. 中国医学影像学杂志, 1999, 7(4): 280-281.
- 6 Baur A, Reiser MF. Diffusion-weighted imaging of the musculoskeletal system in humans[J]. Skeletal Radiol, 2000, 29(10): 556-557.
- 7 唐孝威. 脑功能成像[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1999. 56.

(2002-02-04 收稿)

《放射学实践》增刊征文启事

本刊改版后坚持服务广大影像学医务人员的办刊方向,深受广大影像医学工作者的普遍喜爱。为能及时传递最新、实用的医学影像信息,本刊拟于 2003 年下半年出版增刊一期,现向全国征文。

征文内容:有关传统放射学、MR、CT、介入、DSA、腔镜、内镜、远程医疗的诊断、技术、护理、管理及质量控制等方面的专业学术论文,以及误诊病例分析、特殊或罕见少见病例报道等。

征文要求:1. 征文稿均应书写工整或用打印稿,图片清晰,所有图片大小一致,病变处在纸样图上用箭头标注;2. 应附有单位介绍信;3. 投稿前未在公开出版的杂志上发表过;4. 文章字数一般不超过 4000 字,超过 2000 字以上的征文稿请附上 300 字以内的结构式中文摘要;5. 征文稿不管录用与否均不退稿;6. 信封上务请注明“增刊征文”字样;7. 截稿日期:2003 年 9 月 30 日(欢迎使用 E-mail 及软盘投稿)。

文稿请寄:430030 武汉市解放大道 1095 号 同济医院《放射学实践》编辑部

电话:(027) 83662875 传真:(027) 83662645 E-mail: radio@tjh.tjmu.edu.cn

(本刊编辑部)