

· 骨骼肌肉影像学 ·

DTI 在布氏杆菌性脊柱炎中的诊断价值及其相关参数与血清凝集试验滴度的相关性

张玉姣, 吴朋, 朱月香, 曲迎午, 崔书君, 秦芳, 冯志科

【摘要】 目的:探讨扩散张量成像(DTI)在布氏杆菌性脊柱炎(BS)中的诊断价值,分析 DTI 相关参数与该病血清凝集试验滴度的相关性。**方法:**对 37 例 BS 患者及 37 例健康志愿者(对照组)的脊柱进行螺旋 CT、MRI 常规及 DTI 扫描,并测量表观扩散系数(ADC)值和各向异性分数(FA)值,对急性期(10 例)、亚急性期(13 例)、慢性期(14 例)、正常对照组的 ADC 值及 FA 值进行统计学分析,比较保守治疗前、后的 ADC 值和 FA 值;对所有 BS 患者的 ADC 值、FA 值与血清凝集试验滴度进行相关性分析。**结果:**CT 共发现病变椎体 65 个,常规 MRI 共发现病变椎体 99 个,常规 MRI 对病变椎体的检出率明显优于 CT。急性期、亚急性期、慢性期、对照组的 ADC 值差异有统计学意义($F=270.04, P=0.000$),FA 值差异亦有统计学意义($F=7.12, P=0.000$)。急性期与亚急性期的 ADC 值差异无统计学意义($P=0.714$)。急性期、亚急性期、慢性期 ADC 值明显高于对照组,差异均有统计学意义(P 值均 <0.05);慢性期 ADC 值较急性期、亚急性期有所降低,差异有统计学意义(P 值分别为 0.024、0.043)。对照组、急性期、亚急性期的 FA 值差异均无统计学意义(P 值均 >0.05);慢性期 FA 值较对照组、急性期、亚急性期 FA 值低,差异均有统计学意义(P 值均 <0.05)。急性期、亚急性期、慢性期治疗后 ADC 值低于治疗前,差异均有统计学意义(P 值均 <0.05)。急性期、亚急性期治疗后 FA 值低于治疗前,差异有统计学意义(P 值分别为 0.002、0.013),慢性期治疗后 FA 值高于治疗前($P=0.043$)。ADC 值与血清凝集试验滴度呈正相关性($r=0.837, P=0.007$);FA 值与血清凝集试验滴度不相关($r=-0.197, P=0.16$)。**结论:**DTI 检查通过测量 FA 值和 ADC 值能够量化分析 BS 椎体的改变情况,指导临床治疗,为进一步评估 BS 患者预后提供相关依据。

【关键词】 布氏杆菌性脊柱炎; 扩散张量成像; 磁共振成像; 血清凝集试验; 血清学滴度

【中图分类号】 R681.5; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2018)09-0944-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2018.09.014

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Value of DTI in the diagnosis of brucellosis spondylitis and its correlation analysis of related parameters with serum agglutination test titer ZHANG Yu-jiao, WU Peng, ZHU Yue-xiang, et al. Image Center, First Affiliated Hospital of Hebei North University, Hebei 075000, China

【Abstract】 Objective: To study the role of diffusion tensor imaging (DTI) in the diagnosis of brucellosis spondylitis (BS), and the correlation of DTI parameters with the titer of serum agglutination test. **Methods:** Spiral CT, routine MRI and DTI were performed in 37 brucellosis patients and 37 healthy controls. ADC and FA values were measured. The results in acute stage (10 cases), subacute stage (13 cases), chronic phase (14 cases) and normal control group were analyzed. ADC and FA values of vertebral lesions before and after treatment were compared by paired *t* test. All the ADC and FA values in BS patients were correlated with the titer of serum agglutination test. **Results:** Altogether, a total of 65 vertebral bodies involved were revealed on CT, and 99 involved vertebral bodies were assessed by routine MRI. The detection rate of MRI was obviously better than that of CT. The ADC values were significantly different ($F=270.04, P=0.000$) in acute, subacute, chronic and control group, and the difference in FA values was also statistically significant ($F=7.12, P=0.000$). No statistical

作者单位:075000 河北,河北北方学院附属第一医院影像中心(张玉姣、吴朋、朱月香、曲迎午、崔书君);张家口市传染病医院(秦芳);张北县疾病预防控制中心(冯志科)

作者简介:张玉姣(1989-),女,河北人,硕士,住院医师,主要从事影像医学与核医学工作。

通讯作者:崔书君, E-mail:961934757@qq.com

基金项目:张家口市科学技术研究与发展指令计划项目(1311053D-1、1821044D)

significant difference was existed in ADC value between acute and subacute phase ($P=0.714$). The ADC values in acute, subacute and chronic phases were significantly higher than that of the control group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). The ADC value of chronic phase was lower than that of acute and subacute phase, with statistically significant difference (P value was 0.024, 0.043 respectively). There was no statistical difference between the FA value of the control group, the acute and subacute phases (all $P>0.05$). The FA value in chronic phase was lower than that in control group, acute phase and subacute phase, with statistically significant difference (all $P<0.05$). The value of ADC in the acute, subacute and chronic stages after treatment was lower than that before treatment, with statistically significant difference ($P<0.05$). The FA value of acute and subacute phase after treatment was lower than that before treatment, the difference was statistically significant ($P=0.002, 0.013$ respectively), the FA value of chronic phase after treatment was higher than that before treatment ($P=0.043$). The ADC value was positively correlated with the titer of serum agglutination test, with statistical significance ($r=0.837, P=0.007$). The FA value was not correlated with serum agglutination test titer ($r=-0.197, P=0.16$). **Conclusion:** Via the measurement of FA value and ADC value, vertebral body changes in BS patients could be quantitatively analyzed by DTI examination, clinical treatment guidance could be obtained, also can provide reliable indicator for assessing BS prognosis.

【Key words】 Brucellosis; Diffusion tensor imaging; Magnetic resonance imaging; Serum agglutination test; Serological titer

布氏杆菌性脊柱炎(brucellosis spondylitis, BS)是由布氏杆菌侵袭脊柱而引起的脊柱炎症性疾病,临床主要表现为腰腿疼、臀部疼痛,常被误诊为腰椎退行性病变和间盘病变。BS临床上以患者的发病时间分为急性期、亚急性期和慢性期。患者感染布氏杆菌后,病菌随血液流动,到达血运较为丰富的软骨终板,因此首先出现软骨终板碎裂和破坏,后出现软骨下骨质改变,继而软骨下骨质出现小变性和坏死,随着终板损害日益加重,病变累及整个椎体、邻近椎间盘,以及周围软组织,少部分可形成椎旁脓肿。目前扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)主要应用于中枢神经系统,也应用于关节软骨、椎间盘等部位,可定量分析这些部位的损伤程度,预测预后恢复情况。本研究通过应用DTI技术量化分析BS患者各临床分期椎体软骨终板的数值特点,并分析相关数值与血清凝集试验滴度的相关性,旨在为评价BS分期、指导临床治疗、评估预后提供相关依据。

材料与方法

1. 病例资料

连续性搜集河北北方学院附属第一医院、张家口市传染病医院、张北县疾病预防控制中心2015年10月-2017年6月间的37例BS患者。37例患者以腰腿疼为主要症状前来就诊,常规MRI检查发现感染性病变,后经血清学或病理活检确诊。患者年龄43~71岁,平均(56.2±1.3)岁,其中男23例,女14例,29例

患者有0.5~27.0年牛羊养殖史,平均3年;6例患者有幼羊接生史;另外2例患者有羊肉或乳制品食入史。29例患者为首次发病,8名患者为第二次发病,其中1例患者在7年内反复4次出现感冒、发热、腰腿疼。布鲁氏菌病的诊断依据2009年修正的《布鲁氏菌病诊断标准》(WS269-2007):①流行病学,有明确感染途径;②临床表现,发热、全身临床症状;③实验室检查,平板凝集试验(plate agglutination test, PAT)或虎红平板凝集试验(rose bengal plane test, RBPT)阳性;④细菌学培养阳性;⑤血清学检查,试管凝集实验(tube agglutination test, SAT)或补体结合实验(complement fixation test, CFT)阳性;同时符合①②③者为可疑,满足前3条加上④或⑤可确诊。本研究病例纳入标准:①各疾病控制预防管理单位依据2009年修正的《布鲁氏菌病诊断标准》(WS269-2007)诊断为布病者;②以腰腿疼为主要症状,可伴发或不伴发其它临床症状。病例排除标准:①有明确外伤、肿瘤及先天性脊柱病变者;②有老年退行性改变及终板炎症者;③磁共振检查禁忌者。最终,37例BS患者均纳入本研究,所有患者均签订知情同意书,本研究经单位道德伦理委员会批准通过。本研究同时选取37例健康志愿者为对照组,其中男20例,女17例,年龄22~73岁,平均(46.2±19.8)岁,无脊柱病变。BS组与对照组年龄、身高、体重等一般特点比较差异均无统计学意义(P 值均 >0.05)。依据患者出现临床症状到患者就诊时间对BS进行分期:急性期为 <3 个月,亚急性期为3~6

个月,慢性期 ≥ 12 个月。

2. 检查方法

影像检查前准备:对来检患者进行详细的病史采集,对既往诊疗资料进行扫描、存档,询问其家属有无罹患。跟患者交代本次检查的目的,征得患者及家属的同意并签署知情同意书,去除患者身上可能造成伪影的衣物,排除磁共振扫描的绝对禁忌症。

采用 Toshiba Aquilion 320 排 640 层螺旋 CT 行颈、胸、腰椎的连续螺旋 CT 扫描。扫描参数:管电压 125 kV,管电流 380 mA,准直 64×0.625 mm,视野 $256 \text{ mm} \times 256 \text{ mm}$,矩阵 512×512 ,螺距 0.964,球管旋转速度 0.8 s/r,有效层厚 0.625 mm,重建间隔 0.625 mm,以观察细小病变。

采用 Philips Ingeina 3.0T 超导型磁共振扫描仪行 MRI 检查,使用脊柱线圈进行扫描,依次对腰椎、胸椎、颈椎进行扫描。患者仰卧于检查床上,先进行常规扫描再行 DTI 扫描。所有患者均行快速自旋回波(turbo spin echo, TSE)、矢状面 T_1 WI (TR 636 ms, TE 10 ms)、矢状面 T_2 WI (TR 2400 ms, TE 96 ms)、脂肪抑制(short time inversion recovery, STIR)矢状面 T_2 WI (TR 3363 ms, TE 60 ms, TI 270 ms)、横轴面 T_2 WI (TR 405 ms, TE 18 ms)扫描,所有矢状面扫描定位于相同层面;DTI 序列(单次激发 SE-EPI)扫描参数:TR 12000 ms,TE 80 ms,b 值取 0、1000 s/mm^2 ,视野 $512 \text{ mm} \times 512 \text{ mm}$,扩散敏感梯度方向数 32 个,层厚 5 mm,层间距 0 mm,激励次数 4 次,扫描定位线位于正中矢状面。

3. 图像后处理

CT 原始图像传至 Vitrea 工作站进行后处理,后处理技术包括容积重建(volume rendering, VR)、多平面重建(multi-planar reconstruction, MPR)等。认真观察病变椎体形态、软骨终板及椎间隙改变情况。MRI 图像信息传至 Extend MR workspace 2.6.3.5 工作站进行后处理。在 T_1 WI、 T_2 WI、STIR 和 DWI 图像上进一步确定病变椎体形态结构改变情况。将 DTI 原始图像在 FiberTrak 软件包中进行扩散张量成像处理,自动生成表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)图、各向异性分数(fractional anisotropy, FA)图,使用 FiberTrak 工作栏中校准程序进行图像校准,测量椎体 ADC 值和 FA 值(在 FA 图中交互模式,大视野上以显示脊椎正中矢状面,调整到最佳阈值,小视野进行空间定位,以确保测量图像的准确性^[1])。然后在 b 值 = 0 s/mm^2 图像上手动选择感兴趣区(region of interest, ROI),沿椎体绘制 ROI,以确保 ROI 大小与所见椎体形态一致,ROI 大小为 $30 \sim 55 \text{ mm}^2$ 。每个椎体重复测量 3 次,取平均值(图 1)。颈

1 椎体 ADC 值及 FA 值测量误差较大且布病累及概率较小,故舍弃。

由本科室 2 位高年资医师共同评估 CT 和 MRI 图像,测量病变椎体的 ADC 值和 FA 值。详细记录病变部位、形态、信号改变、病变分布情况,在 DTI 图上确定“责任”病灶;对于同一测量部位的评估不一致者,通过讨论达成一致。

4. 实验室及病理学检查

本研究中,37 例 BS 患者平均血沉为 (80.42 ± 32.57) mm/h,35 例患者显示 C-反应蛋白(+).所有患者均行血清凝集试验检测(滴度均 $> 1:160$)、琥红平板凝集试验(+)、酶联免疫吸附试验检测特异抗体 IgM/IgG(+)、鲁氏菌素实验(+).37 例 BS 患者中 27 例经实验室检查确诊,10 例经穿刺活检或手术病理确诊。

5. 统计学分析

采用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析。计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,计量资料的组间比较采用方差分析或 t 检验。BS 患者的 ADC 值、FA 值与血清凝集试验滴度的相关性检验采用 Pearson 相关分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 常规 CT 及 MRI 表现

CT 共发现病变椎体 65 个,其中腰椎 43 个(66.1%),胸椎 15 个(23.1%),颈椎 7 个(10.0%)。CT 主要表现为病变椎体上下缘骨质破坏,同时存在增生、硬化,伴或不伴邻近椎间隙狭窄,边缘呈花边样改变^[2](图 2)。常规 MRI 共发现病变椎体 99 个,其中腰椎 59 个(59.6%),胸椎 22 个(22.2%),颈椎 18 个(18.2%)。病变椎体常规 MRI 主要表现为 T_1 WI 上呈混杂低信号, T_2 WI 上呈混杂高信号(图 3),FLAIR 上呈混杂高信号,同时可见软骨终板碎裂、破坏,邻近关节间隙变窄^[3],软骨下骨质水肿、硬化。其中 6 例合并椎间盘纤维环断裂(内可见高信号),7 例可见周围软组织肿胀或脓肿(图 4)。常规 MRI 对病变椎体的检出率明显优于 CT,差异有统计学意义($P < 0.05$)。

2. FA 值及 ADC 值结果分析

对颈、胸、腰正常椎体的 ADC 值、FA 值分别进行单因素方差分析,差异无统计学意义($F = 3.527, P = 0.078; F = 3.986, P = 0.081$),因此将颈、胸、腰段椎体的 ADC 值和 FA 值进行统一分析。37 例 BS 患者中急性期 10 例,亚急性期 13 例,慢性期 14 例,对急性期、亚急性期、慢性期、对照组的 ADC 值进行单因素方差分析,差异有统计学意义($F = 270.04, P =$

0.000), FA 值差异亦有统计学意义 ($F=7.12, P=0.000$)。进一步对四组数据进行两两比较,结果显示急性期、亚急性期和慢性期 ADC 值均高于对照组,差异均有统计学意义 (P 值均 <0.05);慢性期 ADC 值较急性期、亚急性期有所降低,差异均有统计学意义 (P 值均 <0.05 ,表 1)。

表 1 四组数据 ADC 值 LSD 两两比较 P 值

组别	急性期	亚急性期	慢性期
亚急性期	0.714		
慢性期	0.0024*	0.043*	
正常对照组	0.000*	0.000*	0.000*

注: * 表示差异有统计学意义。

急性期、亚急性期、对照组 FA 值差异均无统计学意义 (P 值均 >0.05);慢性期 FA 值低于急性期、亚急性期、对照组,差异均有统计学意义 (P 值均 <0.05 ,表 2)。急性期与亚急性期的 ADC 值、FA 值差异均无统

计学意义 (P 值均 >0.05)。

表 2 四组数据 FA 值 LSD 两两比较 P 值

组别	急性期	亚急性期	慢性期
亚急性期	0.076		
慢性期	0.015*	0.000*	
正常对照组	0.958	0.062	0.007*

注: * 表示差异有统计学意义。

3. 急性期、亚急性期、慢性期患者保守治疗后 ADC 值及 FA 值结果分析

随访结果显示患者经保守治疗后,临床症状明显减轻、血清学检查转阴者共 16 例,其中急性期 8 例(22 个椎体),亚急性期 5 例(11 个椎体),慢性期 3 例(8 个椎体),这些患者口服利福平和多西环素,疗程 8 周,服药 2~3 个疗程后进行复查,对三组治疗前后的相关数据进行配对 t 检验,结果显示急性期、亚急性期和慢性期患者治疗后 ADC 值明显低于治疗前,差异有统计



图 1 BS 患者,男 69 岁,DTI 后处理图像示 L_3 椎体较其它椎体信号高,多次取点得到多个 ADC 值和 FA 值,分别求得平均 ADC 值、平均 FA 值。图 2 BS 患者,男,67 岁。a) CT 骨窗矢状面图像示 L_1-L_5 椎体明显骨质增生,椎体前后缘明显骨赘形成, L_4, L_5 椎体相对缘骨质硬化,多个椎间隙变窄; b) CT 骨窗轴面图像示椎体明显骨质破坏,椎体前缘可见骨质破坏与增生共存。图 3 BS 患者,女,52 岁, T_2 WI 矢状面图像示 L_2, L_3 椎体呈明显高信号,椎体形态尚可,椎间盘变扁。图 4 BS 患者,男,47 岁。a) T_2 WI 矢状面图像示 L_3, L_4 椎体相对缘呈稍高信号,椎体形态尚可,椎间盘形态正常,内见片状高信号,脊柱前缘见条状高信号脓肿; b) CT 冠状面软组织图像,脊柱左侧可见条状脓肿影。

学意义(P 值分别为 0.002、0.010、0.001)。急性期、亚急性期患者治疗后 FA 值低于治疗前,差异有统计学意义(P 值分别为 0.002、0.013),慢性期患者治疗后 FA 值稍高于治疗前,差异有统计学意义($P = 0.043$,表 3)。

表 3 相关椎体治疗前、后的平均 ADC 值、平均 FA 值比较

指标	治疗前	治疗后	t 值	P 值
急性期				
ADC 值	1.14±0.19	1.09±0.07	3.52	0.002
FA 值	0.73±0.02	0.71±0.02	3.53	0.002
亚急性期				
ADC 值	1.14±0.15	1.07±0.06	3.17	0.010
FA 值	0.76±0.02	0.74±0.02	3.03	0.013
慢性期				
ADC 值	0.90±0.19	0.87±0.02	5.51	0.001
FA 值	0.53±0.02	0.56±0.02	-2.47	0.043

注:ADC 值单位为 $\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ 。

4. ADC 值、FA 值与血清凝集试验滴度的相关性分析

相关性分析结果显示,ADC 值与血清凝集试验滴度呈正相关性,具有统计学意义($r = 0.837$, $P = 0.007$,图 5a);FA 值与血清凝集试验滴度无相关性($r = -0.197$, $P = 0.16$,图 5b)。

讨论

1. 布氏杆菌病概述及 DTI 原理

布氏杆菌病的确诊需以血清学为“金标准”,或综合临床和病理结果^[4]。急性期布氏杆菌病以相对终板炎性病及骨髓炎变为主^[5],椎体形态及椎间盘无明显改变,骨改变以破坏为主,无明显骨质增生硬化表现,亚急性期与慢性期骨质破坏与骨质修复并存,可见明显骨质增生硬化,椎间隙变窄,可见脓肿形成。

DTI 是在 DWI 基础上进一步发展而来的一种功

能成像技术,可活体观察组织结构的完整性、连通性,可通过定量分析不同参数的变化来反映组织细胞结构的完整性和功能改变。ADC 值是最常用来描述平均扩散率的指标,反映水分子单位时间扩散运动的范围,与方向无关;FA 值是最常用来表达各向异性的指标,是扩散的各向异性部分与扩散张量总值的比值,数值范围为 0~1,0 代表水分子沿某一方向运动,1 则代表水分子朝各个方向皆有运动发生^[6]。本研究主要测量布氏杆菌感染的脊柱的水分子运动特点。

2. BS 患者椎体受累情况

MRI 常规扫描对病变椎体的检出率较 CT 高^[7],CT 未检出而 MRI 常规扫描可检出的主要是急性期病变椎体,主要原因是 CT 发现病变基于组织结构发生改变,而 MRI 可以在分子水平对疾病进行诊断,椎体炎症早期可出现各种炎性细胞浸润、渗出反应,但结构上并没有改变。整个脊柱节段中腰段受累最常见(本研究中 MRI 常规检查腰椎占比为 59.6%),腰椎以 L₃、L₄ 受累最为多见,这与杨新明等^[8]的研究结果相同,可能与 L₃、L₄ 椎体血供较丰富,布氏杆菌随血液运输到此的概率较高有关,另外腰椎负重较大,间盘磨损腰椎软骨及边缘受损较严重,许莫氏结节的发生率较高。本研究中 91.9% 的脊柱受累患者累及相邻 2 个及 2 个以上椎体,8.1% 的脊柱受累患者累及单个椎体;脓肿发生率为 8.1%,脊柱旁软组织边缘模糊的发生率为 10.8%,椎旁软组织受累概率较 Namiduru 等^[9]的研究结果高。另外 17 例患者可见明显椎间盘突出,未见明确感染征象,可能与患者长期从事重体力劳动相关,这些表现与房殿记^[10]的研究结果相同,其中 6 例患者合并椎间盘纤维环断裂。

3. 病变椎体的 ADC 值与 FA 值

本研究结果显示 BS 急性期、亚急性期、慢性期、

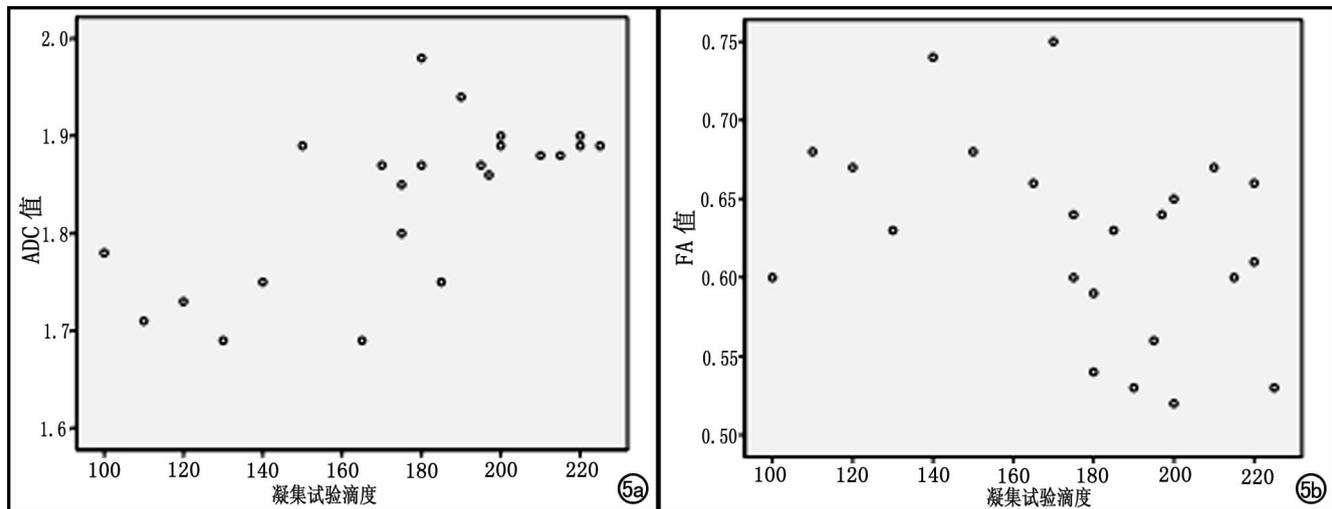


图 5 a) ADC 值与血清学滴度相关性的散点图,纵坐标单位为 $\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,横坐标单位为 mmol/L; b) FA 值与血清学滴度相关性的散点图,横坐标单位为 mmol/L。

正常对照组椎体的 ADC 值、FA 值差异均有统计学意义,四组间进行两两比较,急性期与亚急性期的 ADC 值、FA 值差异均无统计学意义,急性期椎体软骨及软骨下骨密质发生炎症反应,基质中炎性细胞浸润、渗出明显,ADC 值明显升高,水分子扩散不受限,FA 值降低,亚急性期病变进一步发展,位于深部的骨松质受累,内部骨髓水肿,此时 ADC 值仍处较高水平,水分子扩散不受限,两者机理不尽相同,但量化结果差异不明显。正常对照组椎体内含细胞、纤维及基质,与急性期、亚急性期病变椎体相比水分子运动水平偏低,即 ADC 值较低,正常椎体内有其本身的排列特点,急性期与亚急性期椎体本身特点并没有被破坏,只是所含水分子增高,急性期、亚急性期椎体与正常椎体相比,FA 值没有明显变化。慢性期病变椎体 ADC 值较正常稍高,较急性期和亚急性期偏低,慢性期病灶中慢性炎症细胞吞噬细菌,使病菌处于抑制状态,同时机体进行自身修复,存在较多新生细胞和小血管,相对于正常椎体因内部存在新生成分而导致水分较多,故 ADC 值较高,但相对于急性期和亚急性期椎体则少了炎性渗出,所以 ADC 值较急性期和亚急性期低;慢性期椎体相对于正常、急性期、亚急性期椎体,椎体内部出现新生组织,水分子便沿着新生物方向运动,FA 值降低。

BS 患者经保守治疗后,急性期和亚急性期 ADC 值和 FA 值均明显降低;慢性期 BS 患者治疗后可能是因为抑制了急性发作,ADC 值稍有降低,炎症刺激下新生物的增多导致水分子运动方向增多,故 FA 值有所增高。

4. ADC 值、FA 值与血清凝集试验滴度的相关性

BS 患者血清学滴度的增高、血沉加快代表炎症处于急性发作期,血清学滴度越高则表明炎症反应越重,炎性细胞浸润、渗出、水肿越明显,水分子运动水平越

高,ADC 值越高,故 ADC 值与血清学滴度呈正相关。FA 值与血清学滴度无明显相关,正常椎体及急性期、亚急性期椎体本身的组织细胞特点无明显改变时,FA 值无明显差异,慢性期有新生物形成,方向受到一定程度上的限制,FA 值降低,随着反复的急性发作,新生物越来越杂乱无章,水分子运动方向逐步增多,FA 值略有增高,但不会超过其他三组。

综上所述,DTI 检查通过测量 FA 值和 ADC 值,能够量化分析 BS 椎体改变情况,指导临床治疗,结合实验室检查结果可为本病的治疗提供更多依据。

参考文献:

- [1] 汪博,范国光. DTI 在腰椎间盘突出引起腰骶神经根压迫症中的应用价值[J]. 放射学实践, 2016, 31(7): 658-661.
- [2] 蓝旭,高杰,许建中,等. 布氏杆菌性脊柱炎的影像学分型与治疗方案选择[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2017, 32(1): 40-43.
- [3] 王波,刘海鹰,王会民,等. 布氏杆菌性脊柱炎的影像学分型与治疗方案选择[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2004, 14(9): 524-526.
- [4] 简鸿儒,张建兵,张鹏飞,等. 布鲁氏杆菌性脊柱炎的 MRI 诊断[J]. 医学影像学杂志, 2014, 24(6): 1032-1034.
- [5] Yang XM, Shi W, Meng XY, et al. The Assessment of the clinical effect of the drug compatibility and course of treatment to the brucellar spondylitis[J]. Chin J Mod Appl Pharm, 2013, 4(1): 92-99.
- [6] 陈惠恩,孙井松,蔡厚洪,等. DTI 成像技术在脊髓震荡损伤中的应用价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2016, 14(10): 30-32.
- [7] 曹吉怀,康立清,张春霞,等. 布鲁菌病脊柱炎与脊柱结核的 CT 及 MRI 鉴别诊断[J]. 放射学实践, 2013, 28(2): 196-199.
- [8] 杨新明,王耀一,石蔚,等. 布鲁杆菌病性脊椎炎的影像学分型及临床意义[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2014, 7(2): 122-127.
- [9] Namiduru M, Karaoglan I, GURSOY S, et al. Brucellosis of the spine: evaluation of the clinical, laboratory, and radiological findings of 14 patients[J]. Rheumatol Int, 2004, 24(3): 125-129.
- [10] 房殿记. 布氏杆菌性脊柱炎的 CT 及 MRI 表现[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2015, 13(3): 306-308.

(收稿日期:2017-08-16 修回日期:2017-11-07)