

## 扩散张量成像在轻度脊髓型颈椎病诊断中的价值

丁 俊,陈基明

(皖南医学院第一附属医院 弋矶山医院 医学影像中心,安徽 芜湖 241001)

**【摘要】**目的: 探讨扩散张量成像(DTI)对轻度脊髓型颈椎病的应用价值。方法: 选择40例脊髓型颈椎病(CSM)患者及20例健康志愿者进行常规MRI及DTI扫描。CSM患者按照T<sub>2</sub>WI图像颈髓受压信号差异分为A组(轻度组,颈髓内信号无异常)及B组(重度组,颈髓内出现高信号),健康志愿者为C组,将感兴趣区(ROI)置于颈髓白质前索、后索、左前侧索、左后侧索、右前侧索、右后侧索6个部位后处理数据,采用方差检验比较3组颈髓不同部位表观扩散系数(ADC)及各向异性分数(FA)之间的差异。结果: 3组间各部位ADC值比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ )组间多重比较,B组各部位ADC值均高于A组和C组( $P < 0.05$ );A组各部位ADC值高于C组( $P < 0.05$ );3组间各部位FA值比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ )组间多重比较,B组各部位FA值均低于A组和C组( $P < 0.05$ );A组各部位FA值低于C组( $P < 0.05$ )。结论: DTI可以定量分析轻度脊髓型颈椎病颈髓内部结构微细变化,更好地辅助临床医生早期诊疗轻度脊髓型颈椎病。

**【关键词】**脊髓型颈椎病;扩散张量成像;磁共振成像

**【中图分类号】**R 445.2;R 681.55 **【文献标识码】**A

**【DOI】**10.3969/j.issn.1002-0217.2017.03.022

## Diagnostic value of diffusion tensor imaging in mild cervical spondylotic myelopathy

DING Jun ,CHEN Jiming

Department of Radiology ,The first Affiliated Hospital of Wannan Medical College ,Wuhu 241001 ,China

**【Abstract】Objective:** To assess the clinical value of diffusion tensor imaging(DTI) as a quantitative tool in diagnosis of mild cervical spondylotic myelopathy(CSM). **Methods:** Forty patients with CSM and another 20 healthy volunteers were recruited and subjected to conventional magnetic resonance(MR) scans and DTI. CSM patients were divided into group A(mild lesion without abnormal signal at the cervical spinal cord) and group B(mild lesion with high signal at the spinal cord) by the signal change on T<sub>2</sub> weighed imaging at compressed cervical spinal segment and the healthy volunteers were included in group C. Quantitative data were obtained at the regions of interest(ROI), including anterior funiculus, dorsal funiculus, left anterior lateral funiculus, left posterior lateral funiculus and right anterior and posterior lateral funiculi. Variance test was performed to compare apparent diffusion coefficient(ADC) and fractional anisotropy(FA) in diverse cervical involvement region among the three groups. **Results:** ADC and FA were significantly different in three groups ( $P < 0.05$ ). Comparison within groups indicated that group B had higher ADC value and lower FA value than group A and C( $P < 0.05$ ) and ADC was higher and FA was lower in group A compared to group C( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** DTI can be a quantitative tool in demonstrating the microstructural integrity of mild CSM, which may better assist clinicians in early diagnosis and treatment of this entity.

**【Key words】**cervical spondylotic myelopathy;diffusion tensor imaging;MRI

磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)是目前脊髓型颈椎病(cervical spondylotic myelopathy, CSM)的最优检查技术,然而常规MRI扫描往往低估了脊髓损伤的程度<sup>[1]</sup>,T<sub>2</sub>WI图像上呈现高信号往往提示患者已进入晚期,不能及时辅助临床医生

干预治疗。扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)可定量探析脊髓内部组织微细变化及相关功能改变,对脊髓的损伤程度进行准确评估,从而更好地辅助临床对轻度脊髓型颈椎病的早期诊断及后续治疗<sup>[2]</sup>。目前针对脊髓型颈椎病的DTI特征已有

基金项目: 安徽高校省级自然科学基金项目(KJ2014A275)

收稿日期: 2016-09-06

作者简介: 丁 俊(1989-)男,2014级硕士研究生,(电话)18255366846,(电子信箱)814848464@qq.com;

陈基明,男,主任医师,副教授,硕士生导师,(电子信箱)yjsyycjm@126.com,通信作者。

较多研究,然而对轻度脊髓型颈椎病脊髓受压不同部位影响的研究鲜有报道,本研究着重细致探讨轻度CSM颈髓DTI的特征。

### 1 资料和方法

1.1 一般资料 参考全国第三届颈椎病专题座谈会关于颈椎病最新诊断原则,依据临床表现、日本骨科协会(JOA)评分<sup>[3]</sup>及常规MRI平扫结果(颈髓受压但颈髓信号正常)诊断轻度脊髓型颈椎病。颈髓损伤、炎症及肿瘤等患者除外。筛选本院40例CSM患者,男21例,女19例,年龄20~70岁,平均年龄(43.2±1.5)岁,患者主诉颈肩部不适、四肢麻木及运动障碍。CSM患者按照MRI平扫T<sub>2</sub>WI图像颈髓受压部分信号差异分为A、B组,A组(轻度组)20例,颈髓内信号无异常,颈髓84个节段受压;B组(重度组)20例,颈髓内出现高信号,颈髓68个节段受压。选择20例健康志愿者作为C组,男10例,女10例,年龄20~60岁,平均年龄(43.4±1.3)岁。志愿者要求无颈髓受压、外伤、肿瘤及其他神经系统疾病。检查均知情同意。

1.2 影像学检查方法 采用GE Signa Excite HD 3.0 T磁共振扫描仪,头颈联合线圈,仰卧位。常规MRI扫描:行颈髓矢状位及轴位FRFSE-T<sub>2</sub>WI扫描,矢状位扫描范围包括小脑扁桃体至T<sub>5</sub>椎体下缘,轴位包括C<sub>1/2</sub>~C<sub>6/7</sub>椎间盘。矢状位FRFSE-T<sub>2</sub>WI序列,TR/TE 3200/125.82 ms,层厚3.0 mm,层间距1.0 mm,FOV 240 mm×240 mm,矩阵224×384,NEX 2。横轴位FRFSE-T<sub>2</sub>WI序列,TR/TE 3000/121 ms,层厚4.0 mm,层间距0.5 mm,FOV 180 mm×180 mm,矩阵288×224,NEX 4。DTI扫描:横断位DTI利用单次激励自旋回波-回波平面成像(SE-EPI)序列扫描,范围为C<sub>1</sub>上缘至C<sub>7</sub>下缘。扩散敏感梯度方向设置为15,扩散加权系数(b值)设定600 s/mm<sup>2</sup>,TR/TE 7000/76.8 ms,层厚5.0

mm,层间距0 mm,FOV 250 mm×250 mm,矩阵96×96,NEX 2。扫描时间6 min 54 s。

1.3 图像后处理 将DTI原始图像传输至GE ADW 4.4工作站,应用Correct程序对原始图像校对,减少相关伪影影响。由两名影像科医师对DTI图像进行数据测量,对照组测量C<sub>2/3</sub>、C<sub>3/4</sub>、C<sub>4/5</sub>、C<sub>5/6</sub>及C<sub>6/7</sub>共5个平面,CSM组测量受压程度最重平面,在b0图像上手动选择感兴趣区(regions of interest, ROI)测量表观扩散系数(apparent diffusion coefficient,ADC)及各向异性分数(fractional anisotropy, FA)值。白质的前索、后索各划1个ROI,两侧索前后对称性划取ROI测量相应的ADC和FA值。ROI尽可能置于颈髓白质区,避免脑脊液及相关伪影等影响。

1.4 统计学处理 应用SPSS 18.0软件包对测量数据进行统计学分析,ADC、FA值(计量资料)符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示。3组颈髓不同部位ADC及FA值的比较采用单因素方差检验,组间多重比较采用SNK-q检验,当P<0.05时认为差异有统计学意义。

### 2 结果

2.1 3组各部位平均ADC值比较 3组间比较差异有统计学意义(P<0.05),组间多重比较,B组各部位ADC值均高于A组和C组(P<0.05);A组各部位ADC值高于C组(P<0.05),见表1。

2.2 3组各部位平均FA值比较 3组间比较差异有统计学意义(P<0.05),组间多重比较,B组各部位FA值均低于A组和C组(P<0.05);A组各部位ADC值低于C组(P<0.05),见表2。

2.3 3组FA及ADC伪彩图比较 随着颈髓受压程度的加重,高信号的出现,原本正常颈髓在FA上均匀深红色逐渐变淡,内部出现小斑片状黄色,ADC上蓝绿色逐渐变得以绿色为主,见图1。

表1 3组颈髓各个部位平均ADC值比较

×10<sup>-3</sup> mm<sup>2</sup>/s

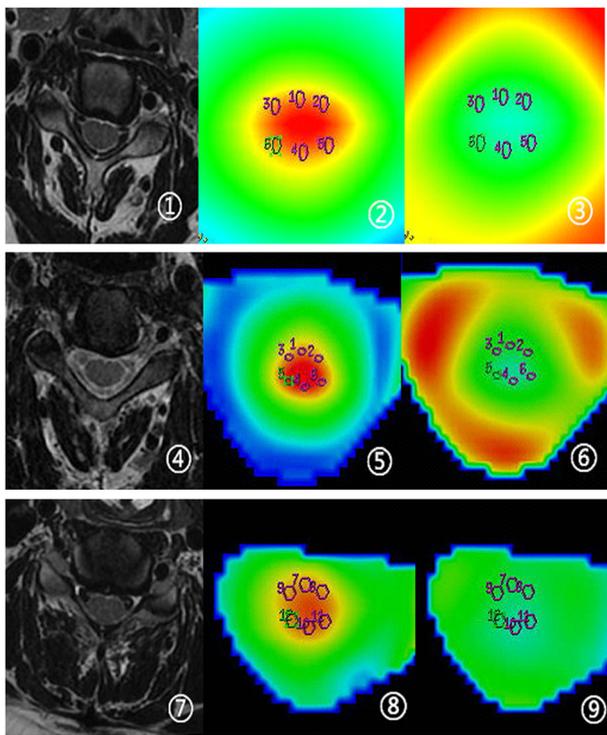
组别	例数	前索	后索	左前索	左后索	右前索	右后索
A组	20	1.784±0.065	1.753±0.068	1.764±0.086	1.752±0.077	1.771±0.060	1.744±0.045
B组	20	2.150±0.083 <sup>ab</sup>	2.084±0.075 <sup>ab</sup>	2.121±0.123 <sup>ab</sup>	2.064±0.095 <sup>ab</sup>	2.143±0.067 <sup>ab</sup>	2.081±0.065 <sup>ab</sup>
C组	20	1.680±0.042	1.671±0.056	1.671±0.098	1.661±0.099	1.654±0.056	1.657±0.055
F		283.954	212.634	105.366	108.503	350.720	325.890
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

a与A组比较 b与C组比较 P<0.05。

表2 3组颈髓各个部位平均FA值比较

组别	例数	前索	后索	左前索	左后索	右前索	右后索
A组	20	0.353 ± 0.007	0.360 ± 0.018	0.354 ± 0.006	0.371 ± 0.005	0.341 ± 0.008	0.360 ± 0.012
B组	20	0.145 ± 0.010 <sup>ab</sup>	0.217 ± 0.012 <sup>ab</sup>	0.161 ± 0.008 <sup>ab</sup>	0.190 ± 0.008 <sup>ab</sup>	0.131 ± 0.005 <sup>ab</sup>	0.201 ± 0.007 <sup>ab</sup>
C组	20	0.452 ± 0.010	0.475 ± 0.016	0.462 ± 0.005	0.470 ± 0.007	0.479 ± 0.006	0.472 ± 0.010
F		5575.171	1382.251	11026.909	8999.734	14422.287	3637.227
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

a与A组比较 b与C组比较 P<0.05。



①~③:正常志愿组轴位T<sub>2</sub>WI图、FA图、ADC图示T<sub>2</sub>WI上脊髓形态及信号正常;FA上脊髓为深红色;ADC上脊髓为蓝绿色;④~⑥:轻度CSM组轴位T<sub>2</sub>WI图、FA图及ADC图示T<sub>2</sub>WI上颈髓前方轻度受压,内部信号正常;FA及ADC上脊髓总体颜色稍变浅;⑦~⑨:重度CSM组轴位T<sub>2</sub>WI图、FA图及ADC图示T<sub>2</sub>WI上颈髓前方受压,内部出现点状高信号;FA上脊髓为浅红色,内部出现小斑片状黄色;ADC上脊髓以绿色为主。

图1 3组颈髓轴位T<sub>2</sub>WI图、FA及ADC伪彩图比较

### 3 讨论

轻度脊髓型颈椎病患者通常临床症状为上下肢麻木无力、头晕、颈肩疼痛及走路不稳,常规MRI可从宏观上判断颈髓信号及形态变化(颈髓轻度受压但脊髓内部信号正常),然而事实上颈髓受压临床特点与解剖学上变形程度并不完全一致<sup>[4]</sup>。DTI可以分析颈髓内微细结构变化,对早期诊断轻度脊髓型颈椎病有很大价值<sup>[5]</sup>。

扩散张量成像有两个主要定量指标,ADC定义为水分子在组织内不同方向上的平均扩散能力,ADC值大小与水分子扩散能力强弱正相关;FA定

义为水分子各向异性成分占总体扩散张量的比值,可以反映神经纤维束的完整性<sup>[6]</sup>。CSM患者颈髓受压后可致慢性脊髓损伤,细胞膜破坏致其渗透性增强,细胞内外水流动性增加,破坏平衡,削弱扩散能力,导致ADC值上升,FA值下降<sup>[7]</sup>。FA值可反映脊髓受压部位及神经受损的严重程度<sup>[8]</sup>。FA值可作为提示神经保护疗法的反应性评估指标及评价急性压迫后临床症状的预测性指标<sup>[9]</sup>。

脊髓受压部位随机性很大,前方椎间盘及后方黄韧带退变对其影响同等重要,以往对于脊髓受压的研究大都将脊髓灰白质作为整体,然而脊髓受压对其内不同部位的影响存在差异。本研究主要借助DTI对脊髓受压不同部位的影响进行分析,结果显示①定量:颈髓各部位ADC及FA值总体上随着脊髓受压程度的加重及信号的改变分别呈上升及下降趋势。轻度CSM组患者颈髓各部位ADC及FA参数值较健康志愿者组存在统计学差异,而常规MRI扫描无明显异常发现,说明DTI较常规MRI对颈髓损伤的敏感性更高,特异性更强。实验组FA值较正常组存在显著统计学差异,故而FA值可反映脊髓受压部位及神经受损的严重程度。Laura等<sup>[10]</sup>研究得出脊髓损伤时FA值减低,在这方面DTI比常规MRI优势更明显。②定性:ADC及FA伪彩图上随着颈髓受压程度的加重,高信号的出现,原本正常颈髓在FA上均匀深红色逐渐变淡,内部出现小斑片状黄色,ADC上蓝绿色逐渐变得以绿色为主。

本实验不足点:本实验初步发现颈髓各部位ADC及FA值之间具有一定差异性,但由于样本数较少,不能完全反映突出。摆放ROI受主观因素限制造成测量方面不可避免有误差。实验组及对照组在试验过程中不由自主的运动对图像清晰度构成一定干扰。Ravindra等<sup>[11]</sup>研究发现对照组与病例组的FA值有显著差异,而本实验结果较其存在不少差距,原因可能是样本数过少,DTI设置参数及MRI设备各异。总之,本研究注重对轻度脊髓型颈椎病脊髓受压不同部位的DTI表现进行细致分析,为早期预防保健及后续临床治疗提供重要参考价值。

DTI 扫描能察觉脊髓内部白质纤维束结构及功能的细微改变,并且可以借助参数值定量分析,对轻度脊髓型颈椎病早期诊断具有重要的临床应用价值。

### 【参考文献】

- [1] MIYANJI F, FURLAN JC, AARABI B, *et al.* Acute cervical traumatic spinal cord injury: MR imaging findings correlated with neurologic outcome-prospective study with 100 consecutive patients [J]. *Radiology* 2007, 43(3):820-827.
- [2] KERKOVSKY M, BEDNARÍK J, DUSEK L, *et al.* Magnetic resonance diffusion tensor imaging in patients with cervical spondylotic spinal cord compression: correlations between clinical and electrophysiological findings [J]. *Spine* 2012, 37(1):48-56.
- [3] YUKAWA Y, KATO F, YOSHIHARA H, *et al.* MR T<sub>2</sub> image classification in cervical compression myelopathy: predictor of surgical outcomes [J]. *Spine* 2007, 32(15):1675-1678.
- [4] 刘涛, 温志波, 蔡汉寿, 等. DTI 技术与常规 MRI 在脊髓型颈椎病观察脊髓损伤中的对比研究 [J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2014, 25(3):212-214.
- [5] 邹志孟, 曹庆勇, 王滨, 等. DTI 在评价脊髓型颈椎病颈髓压迫损伤中的作用 [J]. *中国中西医结合影像学杂志* 2013, 11(5):127-128.
- [6] 孟祥水, 崔谊, 柴相君, 等. 3.0T MR 扩散张量成像在颈椎病诊断中的应用 [J]. *中华放射学杂志* 2007, 41(12):1314-1319.
- [7] 孙晓棠, 党耕町. MRI 在脊髓型颈椎病诊断中的价值 [J]. *中国矫形外科杂志* 2012, 9(7):153-156.
- [8] 郭瑛, 云雄, 贾连顺, 等. 脊髓型颈椎病 33 例的误诊分析 [J]. *中国老年学杂志* 2013, 33(24):153-156.
- [9] 袁道, 高思佳, 刘秀香, 等. 脊髓型颈椎病患者 3TMR 扩散张量成像测量参数值与临床表现的相关性研究 [J]. *中华放射学杂志* 2012, 46(3):225-229.
- [10] LAURA MS, JUAN JH, PONNADA AN, *et al.* In vivo longitudinal MRI and behavioral studies in experimental spinal cord injury [J]. *J Neurotrauma* 2010, 27(10):1753-1767.
- [11] RAVINDRA BK, NEELAM KV, ARUN LN, *et al.* Diffusion tensor imaging in spinal cord injury [J]. *Indian J Radiol imaging* 2011, 21(3):221-224.

## 《皖南医学院学报》2017 年征订启事

《皖南医学院学报》是中国科技论文统计源期刊,中国科技核心期刊,属综合性的医学类学术期刊。本刊旨在传播医学信息,促进院内外学术交流,推动教学、科研、医疗工作的进展。设有基础医学、药学、临床医学、口腔医学、麻醉医学、影像医学、心理学、预防医学、大学生科技园地等栏目,既可为高等医学院校师生的科研、医疗工作提供参考,又可指导基层广大医务人员的临床实践。

本刊为双月刊,国际标准 A4 开本(大 16 开),102 页,逢双月出版。国内统一刊号:CN34-1068/R,国际标准刊号:ISSN 1002-0217。每期定价 15 元,全年 90 元。发行:中国邮政集团公司芜湖市分公司,全国各地邮政局均可订购;邮发代号:26-235,欢迎广大读者订阅。

地址:皖南医学院学报编辑部(安徽省芜湖市弋江区文昌西路 22 号)

邮政编码:241002,电话:0553-3932553,电子信箱:wnyxyxb@163.com