

论 著

磁共振扩散张量成像在评价以及神经根病变中的作用*

1. 长江大学附属第一医院(荆州市第一人民医院)放射科
(湖北 荆州 434000)

2. 湖北省潜江市江汉油田总医院五七院区放射科
(湖北 潜江 433121)

肖 胜¹ 郭 涛²

【摘要】目的 在患有腰椎间盘突出症的患者中使用磁共振弥散张量成像术(DTI)对已经发生病变的神经根的作用。**方法** 对本院65例已经诊断为腰椎间盘突出症的患者以及65例在本院体检中心筛选的健康人,进行DTI、T2WI、轴位T2WI以及矢状位T1WI扫描检查,并监测腰骶神经根的表现扩散系数值(ADC)以及各向异性分数值(FA)。**结果** 65例患者中,两侧神经根同时病变者15例,仅左侧神经根病变者20例,仅右侧神经根病变者30例。DTI图像显示,患者神经根中断或者聚拢,没有周围分支,神经纤维束面积显著减小,与正常人差异显著($P < 0.05$)。而轴位T2WI同时显示脊神经根病变严重,是椎间盘突出或者突出使椎间孔变窄导致的。**结论** 大部分患者由于腰椎间盘突出都会导致腰腿痛以及其他的临床症状,为了给这些症状的诊断提供参考依据,可以测定FA、ADC的值,这两个值可以间接反映水分子在神经根内的运动。而要定量评价神经根的病变程度,磁共振扩散张量成像会是一个比较好的选择,它能对神经根采用功能性成像,对传统的磁共振序列是很好的创新,有望在利用DTI对神经束的形态以及面积方面的优势对腰椎间盘突出症患者的神经根病变进行诊断。

【关键词】 腰椎间盘突出症、神经根、磁共振弥散张量成像

【中图分类号】 R745.4+3

【文献标识码】 A

【基金项目】 荆州市2013年医疗卫生科技计划项目(编号23)

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.03.016

通讯作者:肖 胜

Magnetic Resonance Diffusion Tensor Imaging in the Evaluation and the Function of Nerve Root Lesions*

XIAO Sheng, GUO Tao. Department of Radiology, The First Affiliated Hospital of Yangtze University (Jingzhou First People's Hospital), Jingzhou Hubei 434000

[Abstract] **Objective** To analyze the effect of magnetic resonance diffusion tensor imaging (DTI) on the role of the pathological changes of nerve root happened on patients with lumbar intervertebral disc protrusion. **Methods** We selected 65 cases of patients who had been diagnosed with lumbar intervertebral disc protrusion (bulging lumbar or outstanding), and 65 cases of healthy people selected in physical examination center of our hospital. We carried on the DTI, T2WI, axial T2WI and sagittal T1WI scan to monitor the lumbosacral nerve roots in the apparent diffusion coefficient (ADC) value and anisotropic score value (FA). **Results** 15 cases had both sides of nerve root lesions, 20 cases had left nerve root lesions and 30 cases had right nerve root lesions in 65 cases of patients with lumbar intervertebral disc protrusion. DTI images showed that nerve fiber bundle area of patients with nerve root interrupt or gathering together was significantly reduced and with significant difference ($P < 0.05$). **Conclusion** In order to obtain an intuitive imaging basis and quantitative numerical values, clinically lumbosacral nerve roots in DTI can be used to get the diagnosis to patients with lumbar disc. The majority of patients with lumbar disc will result in waist, leg pain and other clinical symptoms. ADC values can be used to provide reference basis for the diagnosis of these symptoms and measure the FA. The two values can indirectly reflect the movement of water molecules in the nerve root. To quantitatively evaluate degree of nerve root of pathological changes, magnetic resonance diffusion tensor imaging is a better choice. It can make functional images on nerve root. The traditional. Mri sequence is a good innovation, which is expected to use the advantages of morphology of nerve bundle and area of DTI to diagnose the nerve root disease of patients with lumbar intervertebral disc protrusion.

[Key words] Lumbar Disc Herniation; Nerve Root; Diffusion Tensor Imaging

腰椎间盘突出(lumbar disc herniation, LIDP)患者椎间盘突出或者膨出,脊椎退变等导致神经根的病变,患者常常下肢疼痛,感觉异常甚至功能障碍,严重影响了患者的生活质量。X线、CT以及磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)这些传统的方法只能在脊椎层面检查以后推测神经根的病变,无法真正显示神经根的损伤情况。磁共振弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)能准确的显示受压部位神经纤维束的改变以及神经的整体走行情况,且能显示纤维束里水分子的弥散运动以及其三维空间结构。并且可以测量表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)值和各项异性分数(fractional anisotropy, FA)值,并对它们进行定量分析处理。近年来,DTI以及在中枢神经系统疾病的相关研究中被广泛的应用,但在周围神经根,如腰骶神经根方面的报道还相对较少。本研究对65例患有腰椎间盘突出的人的临床以及影像学资料进行分析,现报告如下。

1 资料及方法

1.1 临床资料 收集2014年1月到12月本院经临床检测确诊为患有腰椎间盘突出症的患者65例,其中女性35例,男性30例,年龄25~65

岁。收集标准：(1)患者的腰椎间盘突出膨出或者突出，神经根受损，并在MR图像上可以明显看见。(2)患者下肢疼痛或者后背疼痛，不伴有或者伴有下肢的功能障碍。(3)没有其他的疾病伤及脊椎。排除标准：(1)有过外伤病史。(2)不能接受核磁共振检查。(3)有其他的腰椎疾病伤及脊椎，除了脊椎退变。并同时收集65例健康志愿者，收集标准：可以接受核磁共振检查、无外伤病史以及没有除了脊椎退变以外的腰椎疾病。

1.2 研究方法

1.2.1 MR成像：患者平静呼吸，呈仰卧位。运用脊柱相控阵线圈以及超导型MR成像仪。采用轴位3D-MEDIC对MRI的基础解剖图进行扫描，扫描使中心位于脐上2~3cm。扫描参数：层间距0.76mm，矩阵128×128，TR45ms，FOV352mm，TE20ms，层厚1.6mm，刺激次数5次，采集时间6min58s。

1.2.2 DTI以及后处理：与三维多回波合并成像(3D-MEDIC)的扫描中心序列一致，DTI采用轴位自旋-平面回波成像(SEEPI)序列。具体的参数有FOV358mm，TE96ms，TR9906ms，矩阵130×130，层间距0mm，层厚3.2mm，刺激次数4次，b值904，扩散方向24个，采集时间9min32s。数据处理以及图像分析：使用Functool 4.0进行后处理，主要是将DTI的数据以及扫描的3D-MEDIC图传到Siemens工作站。

1.3 观察指标及统计学分析 运用SPSS13.0软件处理数据，两组间比较用t检验，多组间进行比较用方差分析，计量资料用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)呈现， $P < 0.05$ 就认为具有统计学意义。

2 结 果

2.1 例患者神经根受压的DTI示踪成像、FA值以及ADC值

65例患有腰椎间盘突出症的患者的神经根受压的DTI示踪成像(3条神经根呈现受压改变，6例同时患有L4-L5、L5-S1腰椎间盘突出)。65例患者中，双侧神经根病变者14例，右侧神经根病变者26例，左侧神经根病变者25例。患者的病变脊神经根因患者的椎间盘突出或者膨出，椎间孔狭窄而与相应的椎间盘分解不清楚。使有的神经根移位或者受压。病变侧的神经根相比于健侧的神经根显得排列不规则且结构比较稀疏，细小神经纤维穿插明显增多(图1-6)。而且同一椎间盘水平的神经根，健侧的ADC值低于受压侧，FA值大于受压侧(表1)($P < 0.05$)。

表1 患者健侧与病变侧腰骶神经根的ADC值和FA值比较

组别	ADC值	FA值
病变侧神经根	1.780 ± 0.501	0.251 ± 0.035
健康侧神经根	1.486 ± 0.451	0.332 ± 0.027
t值	3.516	-14.773
P值	<0.001	0.001

2.2 轴位T2WI序列结果 患有腰椎间盘突出症患者椎间孔与脊神经分解不清是由椎间盘突出或膨出导致的，且同时导致神经根移位或者受压(图7-8)。

3 讨 论

腰椎间盘突出患者的神经根病变会导致四肢肌肉无力、感觉异常、腱反射受到损害以及感觉异常等^[1]。后果很严重，患者迫切需要精确的诊断以及治疗，恢复正常的生活。目前临床上在使用的MRI是一项传统的诊断方法，它可以运用T1、T2加权成像的方法使神经根的毗邻关系和解剖形态得到清除的显示^[2]，而观察脊神经根与椎间盘的偏移、接触以及受压等关系是运用T2WI的方法

实现的^[3]。MRI的图像与临床症状具有一定的一致性，但为了更加精确以及立体的观测神经根的病变以及功能损害情况，还需要更加有效的方法。

DTI序列其实是一种运用核磁共振功能的成像技术，能够显示水分子的扩散各向异性，就是水分子在不同方向上扩散的不同特征，并且实现了纤维束示踪，就是可以对相邻像素内不同的水分子向不同的方向扩散进行连续性成像。DTI成像的特征是比较适用于纤维束走行单一，各个方向都没有纤维束混杂的情况。脊神经根具有一些本身的特性，沿垂直神经根方向走行的分子扩散速度慢于沿神经根纤维束走行的方向的分子扩散扩散速度。本研究就

利用了脊神经根本身的扩散特性进行了DTI成像^[4]。如果神经根走行的方向受到限制，如压迫，错位，在DTI图像上纤维束就会发生改变。本研究中，正常者与病变者相比，纤维束的面积差很大，因受压或者错位使神经束的面积减小，有可能作为未来诊断神经根病变的参考标准。虽病变神经纤维束的形态和数目都发生改变，但是正常者和病变者差异尚小，若就此应用于实际，很容易发生诊断失误，所以不太适合作为诊断的指标。

FA值用来定量评估神经根内生理结构的改变，描述水分子在微环境下各向异性扩散的比例^[5]。本研究结果表明，患者健康侧神经根的FA值显著的高于病变侧的FA值($P = 0.001$)。这是由于椎

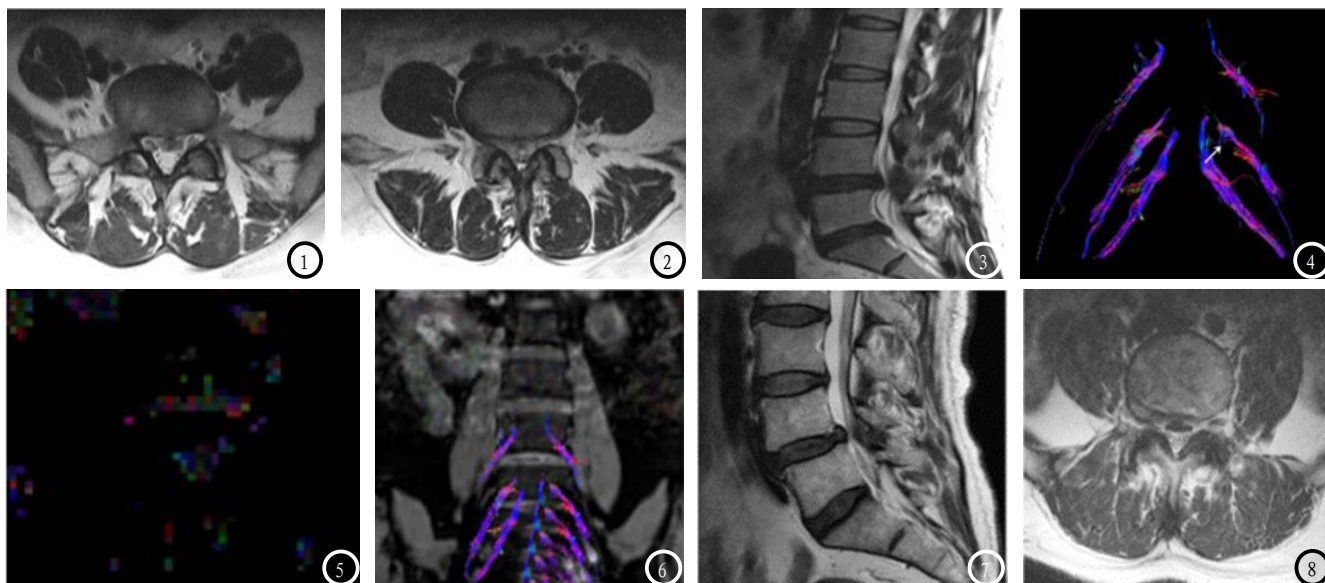


图1-6 腰椎间盘突出症患者的神经根影像学检查结果。患者,男,40岁,L5-S1后正中突出,L4-L5椎间盘左后突出合并腰腿疼痛。图1-3 传统MRI检查。图4 左侧前后位L5纤维束示踪。图5 间盘层面FA彩图(L4-L5)。图6 椎间盘层面3D-MEDIC-DTI 融合图(L4-L5)。图7-8 腰椎间盘突出患者的。图7 腰椎矢状位T2WI。图8 腰椎L4-L5椎间盘轴位T2WI。

间盘对神经根的化学刺激和慢性压迫使神经根出现神经内水肿以及静脉淤血,回流受限^[6]。且长期的炎症刺激和机械性压迫可以使细胞膜通透性增加,神经根炎性水肿。以上因素都可以使组织内水分子的状态发生改变,使平行于神经纤维方向上的水分子运动减少^[7],垂直于神经纤维走行方向的运动增加(主要是弥散运动),水分子的运动由原来的椭球形向球形转变,各向同性数值增大,FA值降低。

ADC值是描述水分子运动的范围和速度的数值,是指加在梯度磁场方向的水分子的距离和弥散运动程度^[8]。本研究中腰椎间盘突出患者的健侧神经根ADC值低于病变侧($P < 0.001$)。ADC值的改变是由于神经根受到压迫以后神经根变性以及出现炎性水肿。此时神经根内水分子的运动增强,且细胞膜对大分子蛋白质的吸附,血液的灌注以及细胞膜的通透性杜辉发生改变,这些因素都会使神经根ADC值增大。Debao Y^[9]提出,椎间孔狭窄的患者健康侧的ADC值明显低于病变侧,低于其他层面的神经根的ADC值。神经根淤

血时ADC的变化最为明显,此时水分子运动的空间大,阻力小,运动加剧,ADC增高。

在进行DTI成像技术实验时发现,b值的选取与它对分子扩散的敏感性有关。b值过低,图像容易受到其它血管血流灌注的影响^[10],而b值过高则会使图像的信噪比降低,直接导致描绘感兴趣区相对困难^[11]。在脊神经中,由于毛细血管血流影响不明显,解剖结构复杂,所以本研究选用600s/mm²作为合适的b值^[12]。而在脑组织中,情况则完全相反^[13],所以选用1000作为最佳的b值^[14]。

为了评价神经根的功能变化情况,可以选用DTI技术实施过程中展现的纤维束的形态特征。由于椎间盘的膨出或者突出使神经根受压,分散或者中断等,都使神经根内的水分子扩散受到一定的阻碍^[15]。

DTI能够明确神经根的细微的改变,对由于腰椎间盘突出而受压的神经根能够准确的看到受压部位,且能完整的呈现神经根的走行。FA值的降低,ADC值的升高提示神经根淤血,水肿以及脱髓鞘。

DTI,磁共振弥散张量成像,具有直观的影像学结果记忆量化的数据,可以为神经根病变的诊断提供依据。可以从分子水平直观的了解神经根内水分子的扩散状态以及神经根的功能,是对T1和T2加权成像很好的补充,可以为诊断腰椎间盘突出症患者各种病痛的产生原因以及后续治疗提供非常珍贵的参考依据。

参考文献

- [1] 宋学岐,刘海青.臭氧治疗腰椎间盘突出合并椎管狭窄症100例[J].中国组织工程研究,2014,(z1):26-26.
- [2] 张富财.椎弓根内固定脊柱融合治疗老年腰椎间盘突出56例[J].中国老年学,2012,32(7):1529-1530.
- [3] 李育刚.腰椎间盘突出患者血清疼痛物质及炎症应激指标的变化研究[J].中国骨与关节外科,2014,(6):472-474.
- [4] 俞振翰,姜宏,周红海等.腰椎间盘突出后的重吸收研究进展[J].南京中医药大学学报,2012,28(4):397-400.
- [5] 陈令军,林鹏,曹贤畅等.综合康复治疗老年腰椎间盘突出患者178例[J].中国老年学杂志,2014,(13):3779-3780.
- [6] 尚伟,李保庆,刘安龙等.中老

- 年女性腰椎间盘突出与骨质疏松的相关性[J]. 中国老年学杂志, 2014, (20): 5881-5882.
- [7] 陈令军, 林鹏, 曹贤畅等. 综合康复治疗老年腰椎间盘突出患者178例[J]. 中国老年学杂志, 2014, (13): 3779-3780.
- [8] 李君, 王新伟, 袁文等. 颈椎管成形术与椎板切除内固定术后C5神经根麻痹比较[J]. 中华骨科杂志, 2012, 32(5): 415-419.
- [9] 李君, 王新伟, 袁文等. 颈椎管成形术与椎板切除内固定术后C5神经根麻痹比较[J]. 中华骨科杂志, 2012, 32(5): 415-419.
- [10] 李光, 王冰, 吕国华等. 成人下腰椎神经根与椎板骨窗之间CT容积再现技术成像特点与意义[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(1): 42-46.
- [11] 唐剑华, 刘旭林, 张国伟等. MR冠状面迭代分解水和脂肪的回声不对称与最小二乘法估计技术水像对极外侧型腰椎间盘突出症的诊断价值[J]. 中华放射学杂志, 2014, 48(7): 572-576.
- [12] 田鹏, 付鑫, 孙晓雷等. 神经根沉降征在腰椎滑脱症和腰椎间盘突出症中的差异[J]. 天津医药, 2014, (12): 1216-1218, 1219.
- [13] Kang K, Shen M, Zhao W, et al. Retrolisthesis and lumbar disc herniation: a postoperative assessment of patient function. [J]. The spine journal: official journal of the North American Spine Society, 2013, 13(4): 367-372.
- [14] Peltier E, Blondel B, Dufour H, et al. Minimally invasive transmuscular approach for the treatment of lumbar herniated disc: far lateral lumbar disc herniation: a clinical study. Applications for cervical and thoracic disc herniation. [J]. Journal of Neurosurgical Sciences, 2013, 57(2): 123-127.
- [15] SJ K. Minimally invasive surgery for lumbar disc herniation: a systematic review and meta-analysis[J]. European Spine Journal, 2014, 23(5): 1021-1043.
- [16] Floeth F, Herdmann J. Chronic dura erosion and intradural lumbar disc herniation: CT and MR imaging and intraoperative photographs of a transdural sequestrectomy. [J]. European Spine Journal, 2012, 21(4 Supplement): 453-457.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2016-02-10

(上接第 40 页)

- [6] 成秋生, 潘小平, 杨勇等. 多模式CT指导下的急性脑梗死rt-PA静脉溶栓初步研究[J]. 热带医学杂志, 2009, 9(4): 414-417.
- [7] 张荟雪, 王宁, 陈丽霞等. 急性脑梗死拓展时间窗溶栓治疗的临床研究[J]. 哈尔滨医科大学学报, 2012, 46(2): 150-152, 156.
- [8] 薛蓉, 赵伟, 孙志华等. 多模式MRI在急性脑梗死rt-PA静脉溶栓治疗中的评估作用[J]. 天津医药, 2008, 36(4): 243-245.
- [9] 杨雯, 张征, 王贞等. 急性脑梗死患者重组组织型纤溶酶原激活剂静脉溶栓后疗效及安全性观察[J]. 浙江医学, 2014, (18): 1527-1530.
- [10] 杨娟, 白青科, 赵振国等. 颅内大动脉狭窄对MRI指导的超急性脑梗死静脉溶栓疗效的影响[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2012, 18(6): 490-493.
- [11] 刘学聪, 刘宝玲, 宋丹丹. MRI与CT影像检查在老年多发性脑梗死诊断中的比较[J]. 中国CT和MRI杂志, 2015, 13(10): 12-14.
- [12] 上官建伟. CT与MRI对脑梗死的诊断价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2015, 13(10): 7-8.

(本文编辑: 刘龙平)

【收稿日期】2016-02-02