

磁共振扩散张量成像在评价脊神经根病变中的作用

闵朋, 杨锐

湖北医药学院附属东风医院磁共振室, 湖北 十堰 442000

摘要: **目的** 探讨磁共振扩散张量成像(DTI)在评价脊神经根病变中的作用。**方法** 选取 2014 年 1 月到 2015 年 12 月收治的 62 例腰椎间盘突出、膨出导致脊神经根病变患者, 对其进行核磁共振矢状位 T₁WI、T₂WI, 轴位 T₂WI 和 DTI 检查。**结果** 共有 27 例患者病变侧神经根发生移位, 17 例病变侧神经纤维局部变细, 9 例纤维束局部有缺失, 4 例无法追踪到腰骶神经根的在椎管内穿行的上行段, 2 例无受压的神经根。相对于健康侧神经根, 病侧神经根排列不规则且稀疏, 细小神经纤维穿插增多。腰间盘突出症患者病侧神经根表观弥散系数(ADC)均值为 $(1.769 \pm 0.489) \times 10^{-3} \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, 高于健侧同一椎间盘水平的神经根 $[(1.466 \pm 0.451) \times 10^{-3} \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}, t = 3.587, P < 0.01]$; 各向异性指数(FA)的均值为 $(0.251 \pm 0.032) \times 10^{-3}$, 低于健侧同一椎间盘水平的神经根 $[(0.329 \pm 0.026) \times 10^{-3}, t = 14.896, 3.587, P < 0.01]$ 。**结论** 磁共振扩散张量成像可作为常规磁共振很好的补充, 它能够对神经根进行功能成像从而定量评价神经根病变, 并且有望可以利用 DTI 根据神经纤维束的面积以及形态的改变, 从而诊断神经根病变。

关键词: 神经根病变; 退行性病变; 磁共振; 扩散张量成像; 示踪; 表观弥散系数; 各向异性指数

中图分类号: R 445.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-8182(2018)02-0252-04

The application of magnetic resonance diffusion tensor imaging in the evaluation of spinal nerve root lesions

MIN Peng, YANG Rui

MRI Room, Dongfeng Hospital Affiliated to Hubei University of Medicine, Shiyan, Hubei 442000, China

Corresponding author: YANG Rui, E-mail: yangrui5922@163.com

Abstract: Objective To investigate the application of magnetic resonance diffusion tensor imaging (MR DTI) in the evaluation of spinal nerve root lesions. **Methods** Sixty-two patients with spinal nerve root lesions (due to lumbar disc herniation) and 62 healthy volunteers from January 2014 to December 2015 were selected. All of them were received MR T1-weighted and T2-weighted imaging at sagittal position and T2-weighted imaging and DTI at axial position. **Results** There were 22 cases displaced on the lateral nerve root of the lesion, 17 cases localized in the lateral nerve fibers, 9 cases localized in the fibrous tract, 4 cases unable to track the upper segment of the lumbosacral nerve root in the spinal canal, and 2 cases without compressed nerve root. Compared to the lateral nerve root of healthy side, the nerve root of the lesioned side was irregular and sparsely arranged, and there were fine nerve fibers interspersed. The mean apparent diffusion coefficient (ADC) value of the lateral nerve root of the lumbar disc herniation was higher than that of the same level disc in the healthy side $[(1.769 \pm 0.489) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s} \text{ vs } (1.466 \pm 0.451) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}, t = 3.587, P < 0.01]$. And the mean fractional anisotropy (FA) value of the lateral nerve root of the lumbar disc herniation was lower than that of the same level disc in the healthy side $[(0.251 \pm 0.032) \times 10^{-3} \text{ vs } (0.329 \pm 0.026) \times 10^{-3}, t = 14.896, P < 0.01]$. **Conclusions**

MRI DTI could be a good supplement to conventional MRI, which could perform functional imaging of nerve roots and quantitatively evaluate nerve root lesions. It is hopeful that DTI can be used to diagnose nerve root lesions based on the area and morphological changes of nerve fiber bundles.

Key words: Nerve root lesion; Degeneration diseases; Magnetic resonance imaging; Diffusion tensor imaging; Tracer; Apparent diffusion coefficient; Fractional anisotropy

脊神经根病变在我国成年人群中十分常见,主要表现为腰腿痛,下肢功能障碍、感觉降低或丧失等,严重影响患者的正常生活。脊神经根的最主要病变原因是椎关节病,其次便是椎间盘突出、膨出等。由于脊神经根外周无有效的神经外膜等可以保护,它的血液循环极易受到外部机械性压迫的影响,从而容易引起神经组织水肿甚至纤维化变性。临床上经常利用 X 线、CT、MRI 等多种检测手段,均无法检测出脊髓退变处的神经纤维束具体情况。磁共振扩散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)作为一种功能性的 MRI 技术,DTI 纤维束示踪技术的基本原理是利用水分子的扩散各向异性(即扩散不同方向上的不同特征),对相邻像素内分子扩散的各向异性进行成像,从而完成对神经纤维束的示踪^[1-2]。目前,DTI 神经束示踪在临床中枢神经疾病的研究中应用十分广泛,但在腰骶神经根等周围神经疾病中应用的报道较少^[3]。本研究回顾性分析 62 例腰椎间盘突出患者的具体临床资料及 DTI 成像结果,报道如下。

1 资料和方法

1.1 一般资料 收集 2014 年 1 月到 2015 年 12 月湖北医药学院附属东风医院收治的 62 例腰椎间盘突出症患者的临床资料。纳入标准:(1)经临床及影像学确诊为腰椎间盘突出症;(2)年龄 30~72(42.32±4.53)岁;(3)患者主要症状为后背痛和下肢放射痛,可能有下肢功能障碍或下肢感觉降低或丧失等;(4)MRI 检查示椎间盘突出/膨出导致腰段脊神经根机械性压迫损伤,椎间盘组织挤压导致神经根偏移,或神经组织水肿或纤维化与椎间盘分辨不清;(5)无其他脊椎疾病、先天性脊椎病变、椎管内肿瘤。排除标准:有外伤病史、脊椎手术史等;不能接受磁共振检查者。所有参与本次研究者均已签署知情同意书,本研究已获得本院伦理委员会批准。

1.2 仪器与扫描成像 采用 GE 公司生产的 GE Signa 1.5T 超导型 MR 扫描仪。患者保持仰卧位,平静呼吸。DTI 选择单刺激法自旋回波成像,DTI 参数设置:TR 2 300 ms,TE 75.5 ms,FOV 350 mm,矩阵 38×38,层厚 5.0 mm,无层间距,激励次数 15 次,采集时间 9.7 s,扩散方向 6 个,b 值为 0 和 600/mm²。扫描序列:矢状位 T₁WI,矢状位和轴位 T₂WI 和轴位 DTI。

1.3 检查方法 根据 T₂WI 图像,判断患者腰椎退变与神经根受压情况。将扫描的 3D-MEDIC 及 DTI

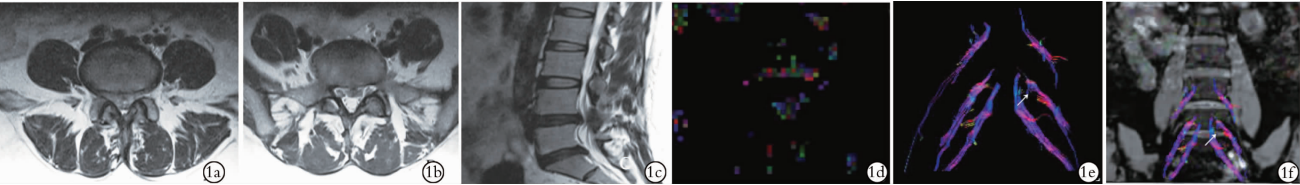
数据传至 Siemens 后处理工作站,利用 Functool4.3 进行处理后,得到彩色编码伪彩图,选取两组 L₂₋₃、L₃₋₄、L₄₋₅、L_{5-S6} 椎间盘对应腰髓层面,并测量其表观弥散系数(ADC)和各向异性指数(FA)。接着使用纤维束示踪双感兴趣区域(region of interest, ROI)法生产纤维束后,直接观测研究的纤维束。具体操作方法:在 3D-MEDIC-DTI 融合图上观察腰骶神经根,分别在背根神经节处及靠近椎间孔外口远侧的脊神经划定 ROI,利用 2 个 ROI 分别进行纤维束示踪。选择同时穿行方法获得 2 个纤维束合成,此操作的作用是对 2 个 ROI 取交集时可最大程度避免部分容积效应,最后利用 2 个 ROI 示踪并合成一条纤维束。收集纤维束的 ADC 值和 FA 值。角度阈值 30°,各项异性阈值 0.10。纤维束以多颜色线显示,分别用蓝色、绿色、红色代表“纤维束”首尾走行、前后走行以及左右走行。

1.4 统计学方法 选择 SPSS 19.0 软件进行分析,计数资料以例表示,计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用两样本 *t* 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 DTI 示踪图像分析与比较 腰椎间盘突出症患者有不同程度的椎间盘膨出、椎间盘突出以及脊髓不同程度受机械性压迫变形,1 例椎间盘突出患者常规 MRI 图见 1a~1c。DTI 示踪图像结果清晰显示,检查的患者中腰髓无明显变形,符合实验要求。L₄₋₅ 椎间盘层面 FA 彩图:均匀的红色信号为正常脊髓,病变部分颜色不均匀变淡,斑片状黄色信号提示病变十分严重,见 1d;1e 可见前、后位左侧 L₅ 纤维束示踪后,清晰可见左侧 L₅ 神经根局部缺失;1f 可见 L₄₋₅ 为椎间盘层面 3D-MEDIC-DTI 融合图,亦可见左侧 L₅ 神经束神经根有局部缺失。有 27 例病变侧神经根发生移位,17 例病变侧神经纤维局部变细,9 例纤维束局部有缺失,4 例无法追踪到腰骶神经根的在椎管内穿行的上行段,2 例无受压的神经根。相对于健康侧神经根,病侧神经根排列不规则且稀疏,细小神经纤维穿插增多。见图 1。

2.2 FA 值和 ADC 值比较 病侧神经根 ADC 均值为 $(1.769 \pm 0.489) \times 10^{-3} \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$,高于健侧同一椎间盘水平的神经根;患者 FA 均值为 $(0.251 \pm 0.032) \times 10^{-3}$,低于健侧同一椎间盘水平的神经根,差异有统计学意义(P 均 < 0.01)。见表 1。



注:患者,39岁,腰痛合并L₄₋₅椎间盘左后突出,L₅~S₁后正中突出。1a、1b、1c:常规MRI;1d:L₄₋₅椎间盘层面FA彩图;1e:前、后位左侧L₅纤维束示踪后可见左侧L₅神经根局部缺失;1f:L₄₋₅为椎间盘层面3D-MEDIC-DTI融合图。

图1 椎间盘突出症患者神经根影像学表现

表1 腰椎间盘突出症患者病变侧与健侧腰骶神经根FA和ADC比较 ($\bar{x} \pm s$)		
神经根	FA($\times 10^{-3}$)	ADC($\times 10^{-3} \text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)
病变神经根	0.251 $\pm$ 0.032	1.769 $\pm$ 0.489
健侧腰骶神经根	0.329 $\pm$ 0.026	1.466 $\pm$ 0.451
t值	14.896	3.587
P值	<0.01	<0.01

3 讨论

椎间盘突出/膨出等椎间盘疾病常导致神经根受机械性压迫发生病变,严重时会导致脊髓神经根功能障碍,临床上一般表现为感觉功能异常和皮区放射性疼痛、肌肉乏力、深部腱反射受损等。

目前解除神经根压迫症状的主要方式为神经根减压术,手术的关键是病变的神经根定位,若能提高病变神经根的定位准确度,可提高手术的成功率^[4-7]。是故选择准确有效的辅助诊断方法显得尤为重要。临床上MRI是常用的诊断检查方法,通过加权成像可清楚显示神经根解剖形态及相互位置关系,能直接观察椎间盘的突出以及椎间管狭窄的情况,从而间接诊断腰骶神经根受压迫的症状^[8-9]。但由于腰神经根解剖结构复杂且神经根纤细,常规的MRI仅能够在水平面上显示某段的腰神经,而不能对神经跟的走行以及受压程度进行观察。目前许多国内外的研究均证实,DTI示踪技术在对椎间盘突出症神经根的病变中较常规MRI有更优的辅助诊断作用,能够准确并且形象地显示受压部位的纤维束改变和神经的走行情况,并且对其FA、ADC进行定量分析^[3-9]。DTI示踪技术显示的纤维束形态可以用来评价神经根的功能变化。本次回顾性研究中发现病变侧的神经根可有变细、移位、局部缺损以及存在结构稀疏、穿插的细小神经纤维增多等改变,均可证明DTI示踪技术较常规MRI能够更直观对神经根受压的位置、受压形态的改变进行显示,可更进一步反映脊髓损伤的情况。本研究中,也有2例患者无受压神经根,图像中没有显示分支或合拢,推测是选择扫描层面所导致。

在DTI示踪技术中,FA和ADC是反映微环境中

组织形态与变化的重要的量化指标,具有显著的负相关性。FA通过描述在微环境中水分子向各方向异性扩散所占的比例从而定量的评估组织内的生理结构改变^[10-13]。神经根在长时间受突出椎间盘的压迫以及化学刺激下,会出现静脉淤血和神经炎性水肿改变,使组织内的水分子改变其运动状态,使垂直于神经纤维走形方向上的弥散运动增加而平行方向上的弥散运动减少,使水分子的运动轨迹由椭圆形趋向球形改变,纤维束内的各项同性成分增加,FA发生降低,因此FA可用于评价受压迫神经根发生的损害程度^[14]。ADC主要描述体内水分子的运动速度和运动范围,有学者指出,受压的神经根因慢性受压或者炎性作用的刺激而出现水肿,从而导致细胞间隙增大、细胞膜通透性改变、组织内血液灌注等等的改变均可增加神经根的ADC^[15]。本研究显示,椎间盘突出症的患者病变侧的神经根的FA明显低于健侧神经根,其ADC明显高于健侧,可能是慢性机械性压迫对轴索的排列造成破坏,引发脊神经根组织水肿、淤血或脱髓鞘改变。

综上所述,DTI纤维束示踪技术能够更直观形象的显示腰骶神经的走行特点以及细微解剖结构,能够更准确的定位受压的神经根的受压区域,较常规的MRI有更高的诊断准确性并且能提供量化数值评价神经根病变。

参考文献

[1] 肖文丰,黄莹,许蕾,等. 3D SPACE STIR 结合 DTI 显示腰骶神经根病变的研究[J]. 医学影像学杂志,2015(9):1537-1540.

[2] Hou ZJ, Huang Y, Fan ZW, et al. Changes in lumbosacral spinal nerve roots on diffusion tensor imaging in spinal stenosis[J]. Neural Regen Res,2015,10(11):1860-1864.

[3] 田欣,朱芳华,耿左军,等. 磁共振扩散张量成像对腰部脊神经根病变的诊断价值[J]. 河北医药,2014,36(20):3086-3088.

[4] Yamada H, Yamamoto A, Okada T, et al. Diffusion tensor imaging of the optic chiasm in patients with intra-or parasellar tumor using read-out-segmented echo-planar[J]. Magn Reson Imaging,2016,34(5):654-661.

[5] Landi A, Palmarini V, D'Elia A, et al. Magnetic resonance diffusion tensor imaging and fiber-tracking diffusion tensor tractography in the

- management of spinal astrocytomas[J]. World J Clin Cases, 2016, 4(1): 1-4.
- [6] 宋泽进, 谭永明, 何来昌, 等. 磁共振弥散张量成像在腰椎间盘突出症神经根受压中的临床应用[J]. 南昌大学学报(医学版), 2014, 54(12): 74-76.
- [7] Zhang XY, Fan FM, Chen DC, et al. Extensive white matter abnormalities and clinical symptoms in drug-naive patients with first-episode schizophrenia: a voxel-based diffusion tensor imaging study[J]. J Clin Psychiatry, 2016, 77(2): 205-211.
- [8] 时寅, 王德杭, 宗敏, 等. 磁共振扩散张量成像定位及定量评价腰骶神经根压迫症[J]. 临床放射学杂志, 2014, 33(8): 1229-1232.
- [9] 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.
- [10] Edlow BL, Copen WA, Izzy S, et al. Diffusion tensor imaging in acute-to-subacute traumatic brain injury: a longitudinal analysis[J]. BMC Neurol, 2016, 16: 2.
- [11] 刘长彬, 李建军, 杨德刚, 等. 弥散张量成像在脊髓损伤临床和基础研究中的应用[J]. 中国康复理论与实践, 2015, 21(9): 1031-1036.
- [12] Mekkaoui C, Metellus P, Kostis WJ, et al. Diffusion tensor imaging in patients with glioblastoma multiforme using the supertoroidal model[J]. Plos one, 2016, 11(1): e0146693.
- [13] 时寅, 王传兵, 刘伟, 等. 采用扩散张量成像定量研究及纤维束示踪成像观察正常腰骶丛神经[J]. 中华放射学杂志, 2014, 48(2): 135-138.
- [14] Assis ZA, Saini J, Ranjan M, et al. Diffusion tensor imaging in evaluation of posterior fossa tumors in children on a 3T MRI scanner[J]. Indian J Radiol Imaging, 2015, 25(4): 445-452.
- [15] 肖胜, 郭涛. 磁共振扩散张量成像在评价以及神经根病变中的作用[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2016, 14(3): 51-54.

收稿日期: 2017-09-10 编辑: 王国品

· 医疗技术 ·

RTE 与 VTI 对肝脏局灶良恶性病变的诊断

孟艳, 隆仙琴, 李杰, 丁文波

江苏省中西医结合医院超声科, 江苏 南京 210028

摘要: **目的** 探讨实时超声弹性成像(RTE)与声触诊定性弹性成像(VTI)在肝脏局灶良恶性病变中的诊断价值及二者诊断的一致性。**方法** 回顾性分析 2014 年 12 月至 2016 年 12 月收治的肝脏局灶良恶性病变 60 例(66 个肝内结节)患者的临床病理及超声影像资料。以手术或肝穿刺病理结果为标准, 计算彩色超声仪 RTE 和 VTI 两种成像方法对肝内结节诊断的敏感度、特异度; 绘制受试者工作特征(ROC)曲线, 判断其诊断价值, 对比两种方法诊断的一致性。**结果** RTE 诊断肝脏局灶良恶性病变的敏感度、特异度分别为 88.57%、77.42%; VTI 诊断的敏感度、特异度分别为 77.14%、70.97%; RTE 与 VTI 诊断效能的 ROC 曲线下面积分别为 0.79、0.77, 两者对肝脏局灶性病变诊断效能的比较无统计学差异差异($Z=0.52, P>0.05$)。Kappa 检验显示, 两种成像方法有较好的诊断一致性(Kappa=0.07、0.11, P 均 >0.05)。**结论** 彩色超声 RTE 与 VTI 在肝脏局灶良恶性病变中具有较高的诊断价值及一致性。

关键词: 实时超声弹性成像; 声触诊定性弹性成像; 肝脏; 结节; 诊断

中图分类号: R 445.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-8182(2018)02-0255-04

Value of real-time elastography and virtual touch tissue imaging in the diagnosis of liver focal lesions

MENG Yan, LONG Xian-qin, LI Jie, DING Wen-bo

Ultrasonic Department, Jiangsu Province Hospital on Integration of Chinese and Western Medicine, Nanjing, Jiangsu 210028, China

Corresponding author: Ding Wen-bo, E-mail: dinggnib@sina.com

Abstract: Objective To investigate the value of real-time elastography (RTE) and virtual touch tissue imaging (VTI) in the diagnosis of liver focal lesions, and compare the consistency between the two methods. **Methods** The clinicopathologic and ultrasonographic data of 60 patients with liver focal lesions (a total of 66 intrahepatic nodules) from December 2014 to December 2016 were retrospectively analyzed. The pathology results of surgery or liver puncture was