

· 影像诊断 ·

常规序列和弥散张量成像序列 MRI 在颈椎后路椎管扩大成形术治疗脊髓型颈椎病疗效评价中的应用

蒋雯¹, 韩晓¹, 王晋超¹, 马晓栋², 史晓林³, 梁博程³, 刘钟⁴, 宋卿鹏¹, 郭华², 于爱红¹, 程晓光¹

(1. 北京积水潭医院, 北京 100035; 2. 清华大学医学院, 北京 100084; 3. 浙江中医药大学附属第二医院, 浙江 杭州 310005; 4. 浙江中医药大学, 浙江 杭州 310053)

摘要 **目的:**探讨常规序列及弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)序列 MRI 在颈椎后路椎管扩大成形术治疗脊髓型颈椎病疗效评价中的应用价值。**方法:**脊髓型颈椎病患者 59 例, 均为接受过颈椎后路椎管扩大成形术治疗的患者, 手术至本次检查时间 12~14 个月。按日本骨科学会脊髓型颈椎病评分计算患者术后临床改善率, 根据改善率将患者分为 2 组, 2 组患者均行颈椎常规序列及 DTI 序列 MRI 检查。分析术后病变节段最狭窄层面脊髓 MRI 表现, 记录 2 组患者 T2 加权像高信号影情况, 采集 DTI 序列各向异性分数(fractional anisotropy, FA)、平均弥散率(mean diffusivity, MD)、轴向弥散率(axial diffusivity, AD)及纵向弥散率(radial diffusivity, RD)参数图像, 测量 FA、MD、AD 及 RD 参数值, 并分别做两组间对比。**结果:**59 例患者中临床改善较好 29 例(改善较好组)、改善较差 30 例(改善较差组)。2 组患者常规序列 MRI 检查均示手术减压彻底, 但部分患者 T2 加权像可见高信号影, 其中改善较好组 17 例、改善较差组 25 例; 改善较好组 T2 加权像出现高信号影的比例较改善较差组低($\chi^2 = 4.390, P = 0.036$)。DTI 序列上, 改善较好组 FA 信号强度较改善较差组高, MD、AD 及 RD 信号强度较改善较差组低。2 组患者间 MD、RD 参数值比较, 差异有统计学意义, 改善较好组低于改善较差组[(0.86 ± 0.13) $\times 10^{-3} \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, (0.93 ± 0.13) $\times 10^{-3} \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, $t = -2.231, P = 0.030$; (0.58 ± 0.16) $\times 10^{-3} \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, (0.67 ± 0.16) $\times 10^{-3} \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, $t = -2.142, P = 0.036$]; 2 组患者间 FA、AD 参数值比较, 差异无统计学意义[$0.54 \pm 0.10, 0.49 \pm 0.10, t = 1.704, P = 0.094$; (1.42 ± 0.12) $\times 10^{-3} \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, (1.47 ± 0.13) $\times 10^{-3} \text{ mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, $t = -1.677, P = 0.099$]。**结论:**脊髓型颈椎病患者行颈椎后路椎管扩大成形术后, 尽管手术减压彻底, 但部分患者的脊髓仍可能存在不同程度的损伤, 临床改善较好者的脊髓损伤发生率低于改善较差者, 且前者脊髓微结构的破坏程度较后者轻。常规序列和 DTI 序列 MRI 检查有助于颈椎后路椎管扩大成形术治疗脊髓型颈椎病的疗效评估。

关键词 颈椎病; 椎管; 减压术, 外科; 磁共振成像; 弥散张量成像

颈椎病是临床常见病、多发病, 接受手术治疗的颈椎病患者比例逐年增高^[1-2]。但手术效果不尽相同, 部分患者术后仍存在不同程度的残留症状。2016 年 4—11 月, 笔者对曾接受过颈椎后路椎管扩大成形术治疗的 59 例脊髓型颈椎病患者进行了常规序列及弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)序列 MRI 检查, 并对临床改善较好患者与改善较差患者的检查结果进行了比较, 现报告如下。

1 临床资料

1.1 一般资料 脊髓型颈椎病患者 59 例, 均为曾在北京积水潭医院接受过颈椎后路椎管扩大成形术治疗的住院患者, 男 45 例、女 14 例; 年龄 36~74 岁, 中

位数 59 岁。病变节段: C₃~C₄ 18 例, C₄~C₅ 24 例, C₅~C₆ 17 例。手术至本次检查时间 12~14 个月, 中位数 13 个月。本试验方案经北京积水潭医院医学伦理委员会审查批准。

1.2 纳入标准 ①术前影像检查提示有椎间盘中央后突、椎体后缘骨赘及增生肥厚或骨化的后纵韧带、黄韧带导致的椎管变窄、脊髓受压表现; ②年龄 35~80 岁; ③颈椎后路椎管扩大成形术至本次检查时间 ≥ 12 个月; ④对本试验方案知情同意, 并签署知情同意书。

1.3 排除标准 ①合并外伤性颈椎骨折、脱位者; ②合并颈椎感染性病变者; ③合并颈椎肿瘤者; ④手术减压不彻底, 术后病情复发者; ⑤出现新发椎管狭窄者。

2 方法

2.1 临床评价及分组方法 依据日本骨科学会脊髓型颈椎病评分^[3]计算患者临床改善率, 改善率 = (术后评分 - 术前评分) / (17 - 术前评分) $\times 100\%$, 改善率 $\geq 50\%$ 为改善较好, 改善率 $< 50\%$ 为改善较差^[4]。

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(81271558); 北京市自然科学基金面上项目(7132061); 北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养计划项目(2013-3-033, 2009-2-03); 北京市科学技术委员会首都临床特色应用研究与成果推广项目(Z161100000516134)

通讯作者: 程晓光 E-mail: xiao65@263.net

根据改善率将纳入研究的患者分为 2 组。

2.2 MRI 检查方法 所有患者均采用 Philips Ingenia3.0TMRI 扫描仪行颈椎常规序列及 DTI 序列扫描。MRI 常规序列主要扫描参数:矢状位 T1 加权像,重复时间 474 ms,回波时间 6.3 ms,层厚 3 mm,层间距 0.3 mm,视场 160 mm × 250 mm;矢状位 T2 加权像,重复时间 300 ms,回波时间 1000 ms,层厚 3 mm,层间距 0.3 mm,视场 160 mm × 250 mm;轴位 T2 加权像,重复时间 250 ms,回波时间分别为 8、14、20 ms,层厚 4 mm,层间距 2 mm,视场 200 mm × 152 mm。DTI 序列主要扫描参数:弥散方向 15,b 值 800 s · mm⁻²,重复时间 4701 ms,回波时间 88 ms,层厚 4 mm,层间距 2 mm,视场 180 mm × 180 mm。

2.3 MRI 图像分析方法 由 2 位年资 > 5 年的影像医师共同阅片,分析病变节段最狭窄层面脊髓术后 MRI 表现。记录 2 组患者 T2 加权像高信号影情况。采用 FSL 图像处理软件得到 DTI 序列各参数的图像,包括各向异性分数(fractional anisotropy, FA)、平均弥散率(mean diffusivity, MD)、轴向弥散率(axial diffusivity, AD)及纵向弥散率(radial diffusivity, RD)图像。采用 DTI studio 成像软件在 MRI 图像上绘制感兴趣区(region of interest, ROI),ROI 尽量覆盖整个脊髓横断面,但避免包含脊髓周边的脑脊液。将 ROI 自动套用在 DTI 各参数图像上,得到同一 ROI 的不同 DTI 参数值。

2.4 数据统计方法 采用 SPSS17.0 统计软件处理数据。2 组患者年龄、DTI 各参数值的组间比较采用 *t* 检验;2 组患者性别及 T2 加权像高信号影出现比例的组间比较采用 χ^2 检验;检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

3 结果

纳入研究的 59 例患者,改善率较好 29 例(改善较好组)、改善率较差 30 例(改善较差组)。2 组患者性别、年龄等基线资料比较,差异无统计学意义(表 1),具有可比性。2 组患者常规序列 MRI 检查均示手术减压彻底,但部分患者 T2 加权像可见高信号影(图 1),其中改善较好组 17 例、改善较差组 25 例;改善较

好组 T2 加权像出现高信号影的比例较改善较差组低($\chi^2 = 4.390, P = 0.036$)。DTI 序列上,改善较好组 FA 信号强度较改善较差组高,MD、AD 及 RD 信号强度较改善较差组低(图 2)。2 组患者间 MD、RD 参数值比较,差异有统计学意义,改善较好组低于改善较差组;2 组患者间 FA、AD 参数值比较,差异无统计学意义(表 2)。

表 1 2 组脊髓型颈椎病颈椎后路椎管扩大成形术后患者基线资料比较

组别	样本量 (例)	性别(例)		年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)
		男	女	
改善较好组	29	21	8	58.58 ± 8.33
改善较差组	30	24	6	59.49 ± 6.92
检验统计量		$\chi^2 = 0.469$		$t = -0.933$
<i>P</i> 值		0.493		0.356



图 1 颈椎后路椎管扩大成形术后 12 个月颈椎矢状位 MRI T2 加权像

表 2 2 组脊髓型颈椎病颈椎后路椎管扩大成形术后患者 MRI 弥散张量成像序列各参数值

组别	样本量 (例)	各向异性分数 ($\bar{x} \pm s$)	平均弥散率 ($\bar{x} \pm s, \text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	轴向弥散率 ($\bar{x} \pm s, \text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)	纵向弥散率 ($\bar{x} \pm s, \text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)
改善较好组	29	0.54 ± 0.10	(0.86 ± 0.13) × 10 ⁻³	(1.42 ± 0.12) × 10 ⁻³	(0.58 ± 0.16) × 10 ⁻³
改善较差组	30	0.49 ± 0.10	(0.93 ± 0.13) × 10 ⁻³	(1.47 ± 0.13) × 10 ⁻³	(0.67 ± 0.16) × 10 ⁻³
<i>t</i> 值		1.704	-2.231	-1.677	-2.142
<i>P</i> 值		0.094	0.030	0.099	0.036

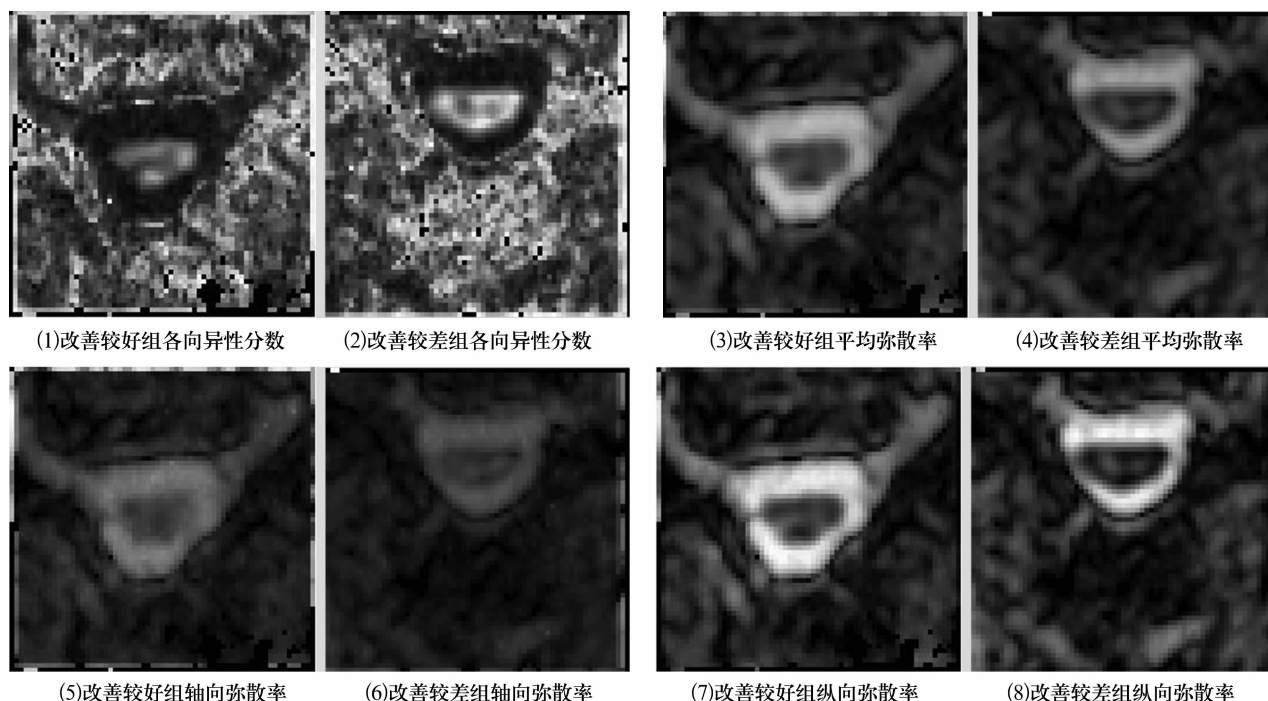


图 2 颈椎后路椎管扩大成形术后 12 个月 MRI 弥散张量成像序列各参数图像

4 讨论

T2 加权像高信号提示脊髓可能处于变性、软化及瘢痕修复等状态^[5-6],而这些病理改变的存在都预示着脊髓不能恢复至正常的状态。DTI 通过测量组织内水分子的各向异性,可以直接、无创地显示脊髓的微观结构及其变化情况^[7-9],较 MRI 常规序列更为敏感^[10-13]。FA 反映的是水分子各向异性的比例,数值增高表明组织含水量减少,微结构破坏程度减轻;而 MD、AD、RD 分别描述组织的平均、轴向和纵向的弥散水平,数值增高表明组织含水量增多,微结构破坏程度加重。尽管很多文献认为 FA 也具备较强的评估能力^[10-11,14],但 FA 对显示微结构异常的敏感性和特异性均低于 MD^[15];AD 则同时受弥散和各向异性的双重影响,但两方面的影响可相互抵消^[11]。

尽管 DTI 序列用于判断脊髓微结构情况的敏感性优于 MRI 常规序列,但须注意的是 DTI 扫描时间较长,且目前多作为科研工具用于脊髓型颈椎病手术前后脊髓状态的评估^[16-17],尚未在临床推广应用。

本研究结果显示,脊髓型颈椎病患者行颈椎后路椎管扩大成形术后,尽管手术减压彻底,但部分患者的脊髓可能仍存在不同程度的损伤,临床改善较好患者脊髓损伤的发生率低于改善较差者,且前者脊髓微结构的破坏程度较后者轻。常规序列和 DTI 序列 MRI 检查有助于颈椎后路椎管扩大成形术治疗脊髓

型颈椎病的疗效评估。

5 参考文献

- [1] OHYA J, OSHIMA Y, TAKESHITA K, et al. Patient satisfaction with double-door laminoplasty for cervical compression myelopathy[J]. J Orthop Sci, 2015, 20(1): 64-70.
- [2] LEBL DR, BONO CM. Update on the diagnosis and management of cervical spondylotic myelopathy[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2015, 23(11): 648-660.
- [3] 蒋协远,王大伟. 骨科临床疗效评价标准[M]. 北京:人民卫生出版社, 2005: 104.
- [4] HIRABAYASHI K, MIYAKAWA J, SATOMI K, et al. Operative results and postoperative progression of ossification among patients with ossification of cervical posterior longitudinal ligament[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1981, 6(4): 354-364.
- [5] TAKAHASHI M, SAKAMOTO Y, MIYAWAKI M, et al. Increased Mr signal intensity secondary to chronic cervical cord compression[J]. Neuroradiology, 1987, 29(6): 550-556.
- [6] KAMEYAMA T, ANDO T, YANAGI T, et al. Neuroimaging and pathology of the spinal cord in compressive cervical myelopathy[J]. Rinsho Byori, 1995, 43(9): 886-890.
- [7] BASSER PJ, MATTIELLO J, LEBIHAN D. MR diffusion tensor spectroscopy and imaging[J]. Biophys J, 1994, 66(1): 259-267.

- [8] THURNHER MM, LAW M. Diffusion – weighted imaging, diffusion – tensor imaging, and fiber tractography of the spinal cord [J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2009, 17(2):225 – 244.
- [9] SASIADEK MJ, SZEWCZYK P, BLADOWSKA J. Application of diffusion tensor imaging (DTI) in pathological changes of the spinal cord [J]. Med Sci Monit, 2012, 18(6):73 – 79.
- [10] WEN CY, CUI JL, LIU HS, et al. Is diffusion anisotropy a biomarker for disease severity and surgical prognosis of cervical spondylotic myelopathy? [J]. Radiology, 2014, 270(1):197 – 204.
- [11] ELLINGSON BM, SALAMON N, GRINSTEAD JW, et al. Diffusion tensor imaging predicts functional impairment in mild – to – moderate cervical spondylotic myelopathy [J]. Spine J, 2014, 14(11):2589 – 2597.
- [12] GAO SJ, YUAN X, JIANG XY, et al. Correlation study of 3T – MR – DTI measurements and clinical symptoms of cervical spondylotic myelopathy [J]. Eur J Radiol, 2013, 82(11):1940 – 1945.
- [13] RAJASEKARAN S, YERRAMSHETTY JS, CHITTODE VS, et al. The assessment of neuronal status in normal and cervical spondylotic myelopathy using diffusion tensor imaging [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2014, 39(15):1183 – 1189.
- [14] JONES JG, CEN SY, LEBEL RM, et al. Diffusion tensor imaging correlates with the clinical assessment of disease severity in cervical spondylotic myelopathy and predicts outcome following surgery [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2013, 34(2):471 – 478.
- [15] UDA T, TAKAMI T, TSUYUGUCHI N, et al. Assessment of cervical spondylotic myelopathy using diffusion tensor magnetic resonance imaging parameter at 3.0 tesla [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2013, 38(5):407 – 414.
- [16] RAJASEKARAN S, KANNA RM, CHITTODE VS, et al. Efficacy of diffusion tensor imaging indices in assessing postoperative neural recovery in cervical spondylotic myelopathy [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2017, 42(1):8 – 13.
- [17] WANG KY, IDOWU O, THOMPSON CB, et al. Tract – Specific diffusion tensor imaging in cervical spondylotic myelopathy before and after decompressive spinal surgery: preliminary results [J]. Clin Neuroradiol, 2017, 27(1):61 – 69.

(收稿日期:2017-12-22 本文编辑:杨雅)

(上接第 32 页)

- [7] 孙树椿,朱立国.今日中医骨伤科[M].北京:人民卫生出版社,2011:25.
- [8] 王洪图.内经选读[M].北京:中国盲文出版社,2003.
- [9] 李晓良,蒋国喜,梁衍祥.膝关节骨性关节炎证候研究现状[J].云南中医中药杂志,2013,34(1):71 – 73.
- [10] 付香莲,石琤,庄璘.浅议石印玉教授理伤从肝论治[J].中医正骨,2014,26(8):61 – 63.
- [11] 薛少驰,张德林,王辉,等.浅述“筋骨并重”[J].河南中医,2014,34(10):1944 – 1945.
- [12] 吴栓,邢振龙,黄辉文,等.基于“三脏一体”辨证理论治疗膝骨性关节炎疗效分析[J].中国中医骨伤科杂志,2014,22(3):22 – 23.
- [13] 邢振龙,丘青中,吴栓.“三脏一体”整体观在膝骨性关节炎治疗中的应用[J].中国中医骨伤科杂志,2014,22(10):38 – 39.
- [14] 陈水昌,邢振龙,丘青中.膝三脏汤在膝关节骨性关节炎中的应用[J].河北中医,2016,38(3):373 – 375.

(收稿日期:2017-08-06 本文编辑:时红磊)

(上接第 36 页)

- [39] 洪梅,姜树华,王海罡.潜水捕捞作业人员减压性骨坏死患病情况调查[J].中国公共卫生,2008,24(6):699.
- [40] 焦晓敏,匡兴亚,王雪梅,等.潜水捕捞业减压性骨坏死诊断的分析[J].中国医药指南,2017,15(5):139 – 140.
- [41] LI Y, LIU FX, YUAN C, et al. Association between plasminogen activator inhibitor gene polymorphisms and osteonecrosis of the femoral head susceptibility: A case – control study [J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(42):7047.
- [42] HUANG GY, WEI YB, ZHAO GL, et al. Microarray-based screening of differentially expressed genes in glucocorticoid-induced avascular necrosis [J]. Mol Med Rep, 2017, 15(6):3583 – 3590.
- [43] LI JM, LI Y, WANG L. The genetic association between PON1 polymorphisms and osteonecrosis of femoral head: A case – control study [J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(42):8198.
- [44] ABDULKAREEM IH. Radiation – induced femoral head necrosis [J]. Niger J Clin Pract, 2013, 16(1):123 – 126.
- [45] 赵忠福,李晓光,刘彩虹,等.齐齐哈尔地区股骨头坏死危险因素分析[J].中外医疗,2016,35(27):20 – 22.
- [46] WU D, SONG D, NI J, et al. Avascular necrosis of the femoral head due to the bilateral injection of heroin into the femoral vein: A case report [J]. Exp Ther Med, 2013, 6(4):1041 – 1043.

(收稿日期:2017-11-11 本文编辑:李晓乐)