

磁共振弥散加权成像对脊柱转移瘤放疗疗效的评估

余德洪, 韩国平, 赵永华, 赵建江, 张梅花, 方寿君
(浙江萧山医院, 浙江 杭州 311201)

摘要: [目的] 探讨磁共振弥散加权成像(DWI)对脊柱转移瘤放疗疗效的评估价值。[方法] 收集 30 例脊柱转移瘤患者放疗前、后 2 个月的磁共振图像, 所有患者均进行常规 MRI 及 DWI 序列。比较常规 MRI 序列与 DWI 序列对病灶的检出率。同时对照分析 30 例患者放疗前、后的 DWI 信号、ADC 值。[结果] 放疗前常规 MRI 扫描共发现病灶 48 个, 累及 42 个椎体。DWI 序列发现病灶 56 个, 累及 48 个椎体。放疗结束后 2 个月复查 MRI, SE T1WI 上脊柱转移瘤信号不变或略有下降。FSE T2WI 上 20 例信号轻度下降, 10 例不变。而在临床症状有改善的 26 例病例中, 相对于放疗前, 转移瘤 DWI 信号明显降低。在 $b=650\text{s/mm}^2$ 的 DWI 中, 脊柱转移瘤放疗前表观扩散系数(ADC)值为 $(0.72\pm 0.21)\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$, 放疗后 ADC 值升高到 $(1.32\pm 0.22)\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$; 相邻正常椎体骨髓的 ADC 值较转移瘤低, 且放疗前后没有变化。[结论] DWI 序列既可以提高 MRI 对脊柱转移瘤的检出率, 也可以用于监测和评估脊柱转移瘤的放疗疗效。

主题词: 弥散加权成像; 表观弥散系数; 脊柱转移瘤

中图分类号: R73 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-170X(2014)02-0144-04

doi: 10.11735/j.issn.1671-170X.2014.02.B014

Evaluation of Diffusion Weighted Imaging on Radiotherapeutic Effect of Spinal Metastatic Tumors

YU De-hong, HAN Guo-ping, ZHAO Yong-hua, et al.

(Xiaoshan Hospital, Hangzhou 311201, China)

Abstract: [Purpose] To study the effect of diffusion weighted imaging on the radiotherapy for spinal metastatic tumors. [Methods] The MR imaging in 30 patients with spinal metastatic tumor were enrolled. Before and two months after radiotherapy, all cases were scanned by conventional sequences and DWI. The detection rate of conventional sequences and DWI was analyzed. The DWI signals and ADC value before and after radiotherapy were compared. [Results] Forty-eight lesions involved 42 centrons were detected by conventional sequences; Fifty-six lesions involved 48 centrons were detected by DWI. Two months after radiotherapy, the signals of spinal metastatic tumors demonstrated unchange or slight decrease on SE-T1WI; 20 cases demonstrated slight decrease and 10 cases demonstrated unchange on FSE-T2WI. In 26 patients with clinical symptom improved, the metastatic tumors demonstrated decrease obviously on DWI. The ADC values of spinal metastatic tumors were $(0.72\pm 0.21)\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ on the images of pre-radiotherapeutic DWI ($b=650\text{s/mm}^2$). Two months after radiotherapy, the ADC values were $(1.32\pm 0.22)\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$. The ADC value of normal centrons was lower than that of metastatic tumors and unchanged before and after radiation. [Conclusion] DWI sequence is not only able to improve the detection rate of spinal metastases, but also be used for monitoring and evaluating radiotherapeutic effect for spinal metastatic tumor.

Subject words: diffusion weighted imaging; apparent diffusion coefficient; spinal metastatic tumor

脊柱转移性肿瘤是发生于脊柱的常见肿瘤, 占脊柱肿瘤的大多数。Klimo 等^[1]统计约 40% 的癌症患

者死亡时已发生脊柱转移。由于脊柱转移瘤的患者往往已经失去了手术机会, 但为了改善患者生活质量, 大部分的脊柱转移瘤患者都要进行放疗, 为了优化放射剂量并得到满意的治疗效果, 需要一种可准确评估放疗疗效的方法。X 线平片、CT、核素扫描、常

基金项目: 杭州市医药卫生科技基金(2012B046)

通讯作者: 余德洪, 副主任医师, 学士; 浙江萧山医院, 浙江省杭州市萧山区育才北路 728 号(311201); E-mail: yudehong524@aliyun.com

收稿日期: 2013-09-12; **修回日期:** 2013-10-20

规 MRI 序列等方法均可发现脊柱骨的一些病理改变,但用于监测、评估放疗对脊柱转移瘤的疗效时,其效果不能令人满意。DWI 是近年发展起来的 MRI 功能成像技术,主要通过水分子的微观运动反映机体组织结构的生理、病理状态,而 ADC 值是定量指标。近年来的很多研究证明,ADC 值可对不同病变的定性诊断提供量化标准^[2,3]。查阅国内文献,未见有利用 DWI 对脊柱转移瘤放疗疗效进行评估的文章。查阅国外文献,仅 AJNR 有 1 篇相关论文。所以,本研究拟利用 DWI 对脊柱转移瘤放疗疗效进行评估。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取 2012~2013 年经随访、穿刺、手术证实的脊柱转移瘤初发病例 30 例。其中男性 17 例,女性 13 例,年龄 25~84 岁,平均(56±3)岁。均有原发肿瘤病史。乳腺浸润性导管癌 11 例,肺癌 10 例,胃腺癌 3 例,肝细胞癌 2 例,子宫颈鳞状细胞癌 2 例,前列腺癌 2 例。所有患者放疗前后均在我院行 MRI 常规序列和 DWI 序列检查。放射治疗剂量:200cGy/d,连续 20d,共计 4 000cGy。

1.2 检查方法

MRI 设备选用 GE Signa MR 1.5T 全身超导 MRI 仪(GE Medical System Milwaukee WI, USA)。梯度场强 23mT/m。脊柱常规 MR 扫描采用脊柱相控阵线圈。脊柱 DWI 采用体线圈。扫描参数:SE-T1WI(矢状位):TR 425ms,TE 12ms,flip angle 90°,FOV 230mm,激励次数 3,层厚 4mm,扫描时间 2 分 23 秒;FSE-T2WI(矢状位):TR 3 000ms,TE 102ms,flip angle 90°,FOV 230mm,激励次数 3,层厚 4mm,扫描时间 1 分 45 秒;FS-FSE-T2WI(矢状位):TR 3 000ms,TE 110ms,flip angle 90°,FOV 230mm,激励次数 3,层厚 4mm,扫描时间 1 分 45 秒;DWI(矢状位):TR 2 000ms,TE 76ms,flip angle 90°,FOV 230mm,激励次数 8,层厚 4mm,扫描时间 2 分 8 秒,b 值=650s/mm²。

1.3 资料分析

1.3.1 常规 MRI 分析

由两位副高以上诊断医师共同观察、确定并分析病变的部位、数量、大小以及各个序列上的信号改变。

1.3.2 兴趣区的选择

病变和相邻正常椎体的兴趣区(region of interest, ROI)均选在椎体的信号强度最均匀处,放疗前、后兴趣区尽量选在同一解剖位置。并尽量避开坏死部分,每个 ROI 测量 3 次,取平均值。

1.3.3 ADC 值

ADC 值由以下公式计算得出:

$$ADC = [\ln(s_0/s)]/b$$

式中 s_0 表示基础采集像($b=0$)ROI 信号强度的平均值, s 为所选 b 值时 DWI 上 ROI 信号强度的平均值。

1.3.4 ADC 图

只选取 $b=650\text{s/mm}^2$ 时的 DWI,结合基础采集图像($b=0$)重组 ADC 图。

1.4 统计学处理

采用 SPSS19.0 统计软件包,计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用配对 t 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病变放疗前的 MRI 表现

30 例脊柱转移瘤患者放疗前常规 MRI 扫描共发现病灶 48 个,累及 42 个椎体。SE T1WI 上,病变与周围正常椎体骨髓相比均呈低信号。FSE T2WI 上,12 个呈混杂信号,36 个呈略高或高信号。DWI 序列共发现病灶 56 个,累及 48 个椎体,均呈高信号。脊柱转移瘤放疗前 ADC 值为 $(0.72 \pm 0.21) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$;相邻正常椎体骨髓的 ADC 值较转移瘤低,为 $(0.35 \pm 0.13) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ (Figure 1)。

2.2 病变放疗后的 MRI 表现

放射治疗结束后 2 个月复查 MRI,对照前次检查,SE T1WI 上脊柱转移瘤信号不变或略有下降。FSE T2WI 上 20 例信号轻度下降,10 例不变。而在临床症状有改善的 26 例病例,相对于放疗前,转移瘤 DWI 信号明显降低。而在放疗前后的所有 MR 图像中,正常骨髓的信号强度均无改变。放疗后脊柱转移瘤 ADC 值升高到 $(1.32 \pm 0.22) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$;放疗前后行组间配对 t 检验,有明显差异($P < 0.05$)。相邻正常椎体骨髓的 ADC 值为 $(0.38 \pm 0.13) \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$,较放疗前基本相仿,无统计学差异(Table 1, Figure 2)。

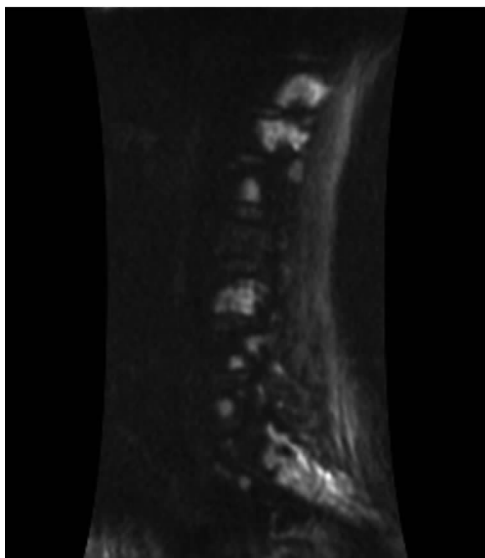


Figure 1 Spinal metastatic tumors demonstrated high signals on DWI(before radiotherapy)



Figure 2 The DWI image of the same patient(after radiotherapy)

Table 1 Comparison of ADC in lesions and normal vertebral body before and after radiotherapy

	ADC($\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$)		<i>P</i>
	Before radiotherapy	After radiotherapy	
Lesions of vertebral body	0.72 $\pm$ 0.21	1.32 $\pm$ 0.22	<0.05
Normal vertebral body	0.35 $\pm$ 0.13	0.38 $\pm$ 0.13	>0.05

3 讨论

DWI 能够反映生物组织中水分子的微观变化,并可用量化的方式对组织进行定性和评估,已越来越多地用于病变的早期诊断、定性及评估。

3.1 DWI 对脊柱转移瘤的诊断价值

MRI 在发现早期骨转移瘤方面优于其他方法。其在脊柱解剖结构尚未出现改变前即可发现椎体的信号改变,故明显优于 X 线和 CT。DWI 作为一种功能成像,是惟一能反应活体水分子扩散运动的成像技术。在 Baur 等首次将 DWI 应用到脊柱良、恶性压缩性骨折鉴别以来,已有较多学者的研究证实 DWI 要优于常规 MRI 和 SPECT 骨扫描,且灵敏度和特异性高^[4]。由于肿瘤组织含有丰富的肿瘤血管网,以及肿瘤所致的血管源性水肿等,导致了大部分病灶呈长 T1/T2 信号,DWI 高信号。本组研究 30 例脊柱转移瘤患者放疗前常规 MRI 扫描共发现病灶 48 个,累及 42 个椎体。SE T1WI 上,病变与周围正常椎

体骨髓相比均呈低信号。FSE T2WI 上,12 个呈混杂信号,36 个呈略高或高信号。而 DWI 序列共发现病灶 56 个,累及 48 个椎体,均呈高信号。也证实了 DWI 序列在病灶的检出率上要优于常规 MRI。

ADC 值主要反映水分子扩散运动的速度和范围。ADC 值可定量计算水分子的运动信息。因此,ADC 值可用量化的方式对病灶和组织进行诊断、定性和评估。近年来,国内外学者把 ADC 值运用到对脊柱转移瘤的评价上来^[5-7],他们通过研究认为,病变的 ADC 值较对照组或相邻正常椎体的 ADC 值增高,具有显著差异。本组研究显示,病变相邻正常椎体平均 ADC 值为 $(0.35\pm 0.13)\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$,病变区平均 ADC 值为 $(0.72\pm 0.21)\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$,采用组间配对 *t* 检验,有统计学差异。与国内外学者的研究结果基本相符。至于病变 ADC 值的升高,可能是由于 T2 效应和细胞外水分子较多,结果导致了肿瘤组织水分子扩散运动增加所致。

3.2 DWI 和 ADC 值对脊柱转移瘤放疗前后的评估价值

查询国内外文献,很少有文献报道过 DWI 对脊柱转移瘤放疗疗效的评估。仅 Byun 等^[8]发表在 AJNR 的 1 篇文献。其采用 EPI DWI 技术在放疗前

后对 24 例脊柱转移瘤患者进行研究,发现其中 23 例脊柱转移肿瘤患者放疗后,DWI 由高信号变为低信号,ADC 值升高,治疗前后的 ADC 值有显著差异。认为 DWI 和 ADC 值可以作为放疗疗效评价的参考指标。本组研究病变组在放疗前、放疗结束后 2 个月行 MRI 和 DWI 扫描,对照两次检查发现,SE T1WI 上脊柱转移瘤信号不变或略有下降。FSE T2WI 上 20 例信号轻度下降,10 例不变。而在临床症状有改善的 26 例病例中,在高 b 值($b=650\text{s/mm}^2$)的 DWI 上,相对于放疗前,转移瘤信号明显降低。放疗后肿瘤细胞凋亡、细胞间隙增宽、血管源性水肿减轻等也许是 DWI 信号降低的主要原因。病变组中有 4 例病例放疗后临床症状无改善或改善轻微,结果 DWI 仍为高信号或信号无降低。这可能是由于治疗效果不佳导致病灶内环境改变不多,以至于信号变化不大。同样,治疗前后 ADC 值也有变化,放疗前的 ADC 平均值为 $(0.72\pm 0.21)\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$,放疗后 ADC 平均值升高到 $(1.32\pm 0.22)\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$;放疗前后行组间配对 t 检验,有明显差异。而对于治疗后 ADC 值继续升高的原因,可能是由于肿瘤细胞凋亡,细胞间隙增宽,细胞外水分子增加,扩散受限的因素消失,导致 ADC 值的继续升高。本组研究结果与 Byun 等研究结果基本相同。放疗前后相邻正常椎体骨髓的 ADC 值一致,无差异。

综上所述,笔者认为尽管 CT、核素扫描、常规 MRI 可以评价脊柱转移瘤的放疗疗效,但主观因素太多,不能做到客观、细化。而 DWI 和 ADC 值更能反映肿瘤的内在特性,并以量化的方式,从分子水平对组织病变进行早期诊断、定性和评价。因此,DWI 序列可以提高 MRI 对脊柱转移瘤的诊断价值,也更适合用于监测和评估脊柱转移瘤的放疗疗效。

参考文献:

- [1] Klimo PJ,Schmidt MH.Surgical management of spinal metastases[J].Oncologist,2004,9(2):188-196.
- [2] Moteki T,Horikoshi H,Oya N,et al. Evaluation of hepatic lesions and hepatic parenchyma using diffusion-weighted reordered turbo-FLAIR magnetic resonance images [J].J Magn Reson Imaging,2002,15(15):564-572.
- [3] Baur A,Reiser MF. Diffusion-weighted imaging of the musculoskeletal system in humans[J].Skeletal Radiol,2000,29(10):555-562.
- [4] Li RX,Shi GF,Xu Q,et al.Comparison study of diffusion weighted imaging and SPECT in the diagnosis of spinal metastatic tumors[J].Journal of Hebei Medical University,2007,28(3):198-199.[李如迅,时高峰,许茜,等.MRI 弥散加权成像与 SPECT 在脊柱转移瘤诊断中的对照研究[J].河北医科大学学报,2007,28(3):198-199.]
- [5] Han B,Yang GF,Yang XJ,et al.The study of diffusion weight imaging of lumbar spine bone marrow[J].Journal of China Clinic Medical Imaging,2009,20(12):947-949.[韩博,杨广夫,杨小军,等.腰椎椎体骨髓 MRI 弥散加权成像研究[J].中国临床医学影像杂志,2009,20(12):947-949.]
- [6] Xu WJ,Hao DP,Xu AD,et al.Diffusion-weighted MR imaging study on lumbar osteolytic metastasis[J].Chinese Journal of Radiology,2006,40(6):621-626.[徐文坚,郝大鹏,徐爱德,等.腰椎溶骨型转移瘤 MR 扩散加权成像研究[J].中华放射学杂志,2006,40(6):621-626.]
- [7] Chan JH,Peh WC,Tsui EY,et al.Acute vertebral body compression fractures:discrimination between benign and malignant causes using apparent diffusion coefficients[J].Br J Radiol,2002,75(891):207-214.
- [8] Byun WM,Shin SO,Chang Y,et al.Diffusion-weighted MR imaging of metastatic disease of the spine;assessment of response to therapy[J].AJNR,2002,23(6):906-912.