doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2014.09.022 MR 弥散加权成像对鉴别诊断良恶性椎体压缩性骨折的临床价值研究*

杨宏志¹ 刘国军^{1Δ} 杜笑松² 李延静¹ 巴红珍¹ (1 延安大学附属医院 陕西 延安 716000;2 山西省肿瘤医院 山西 太原 030013)

摘要目的:探讨 MR 弥散加权成像(DWI)鉴别诊断良恶性椎体压缩性骨折的临床价值。方法:对 57 例经临床或病理证实的椎体 良恶性压缩性骨折患者行失状位 T1WI、T2WI、T2WI/FS 及 DWI 扫描,研究其在常规序列和 DWI 序列上的表现,将常规 MR 序列 和 DWI 序列检出率进行比较,测量正常椎体及病变椎体的表观弥散系数(ADC)值,并进行统计学分析。结果:(1)MR 常规序列和 DWI 序列(b=500s/mm²)表现:良性椎体压缩性骨折呈长 T1 长或等 T2 改变,T2WI/FS 呈高信号,DWI 可以呈高信号、等信号及低 信号;恶性椎体压缩性骨折呈长 T1 长 T2 信号,大部分病灶 T2WI/FS 及 DWI 呈高信号,少数变现为低信号;(2)MR 常规序列和 DWI 序列(b=500s/mm²)病灶检出率的比较:T1WI、T2WI/FS 及 DWI 序列病灶检出率均高于 T2WI 序列,其间的差别有显著性意 义(P<0.01),T1WI、T2WI/FS 及 DWI 序列病灶检出率之间无显著性差异(P>0.01);(3)ADC 值比较:在 DWI(b=500 s/mm²)上,良性组 ADC 值为(2.03±0.83)× 10³mm²/s,恶性组 ADC 值为(1.37±0.75)× 10³mm²/s,正常组 ADC 值为(0.36±0.21)× 10³mm²/s,成像条 件相同时,良性组高于恶性组,两组间有明显的统计学意义(P<0.05)。结论:DWI 可较好的反映椎体的弥散特征,ADC 值作为量化 指标可对良恶性椎体压缩性骨折进行可靠鉴别。

关键词:MR 弥散加权成像;椎体;压缩性骨折;鉴别诊断 中图分类号:R445,R683.2 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2014)09-1689-04

Clinical Value of MR Diffusion Weighted Imaging in the Differential Diagnosis of Benign and Malignant Vertebral Compression Fractures*

YANG Hong-zhi¹, LIU Guo-jun^{1/}, DU Xiao-song², LI Yan-jing¹, BA Hong-zhen¹

(1 The Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an, Shaanxi, 716000, China;

2 Tumor Hospital of Shanxi Province, Taiyuan, Shanxi, 030013, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the clinical value of MR diffusion weighted imaging in the differential diagnosis of benign and malignant vertebral compression fractures. **Methods:** 57 patients with vertebral compression fractures(confirmed by clinic or pathology) were performed with sagittal T1WI, T2WI, T2WI/FS and DWI respectively. The capability to show the lesion on T1WI, T2WI, T2WI/ FS and DWI (b=500 s/mm²)were compared. Meanwhile, on DWI(b=500 s/mm²), the ADCs of the vertebral compression fractures and normal vertebral were analyzed. **Results:** (1)The appearance of routine MR sequence and DWI sequence (b=500s/mm²): benign vertebral compression fractures showed long T1, long T2, T2WI/FS high signal, DWI could display high and low signal; malignant vertebral compression fractures long T1 and long T2 signal, most lesions on T2WI/FS and DWI showed high signal, few ones low signal; (2)The capability to show the lesions on DWI(b=500 s/mm²) and general MRI. The capability to show the lesions on T1WI, T2WI/FS and DWI (b=500 s/mm²) were similar(P >0.01), which were higher than that of T2WI(P <0.01). (3)The ADCs of lesions and normal vertebrae were: b=500 s/mm², the benign group ADC value(2.03 ± 0.83)× 10⁻³ mm²/s, the malignant group (1.37 ± 0.75)× 10⁻³ mm²/s, the normal group (0.36 ± 0.21)× 10⁻³ mm²/s. The ADCs of benign group were higher than that of malignant group (P<0.01). **Conclusion:** DWI could efficiently reflect the diffusion characterizations. The benign and malignant vertebral compression fractures could be reliably distinguished by comparing the ADC.

Key words: MR diffusion weighted imaging; Vertebral; Compression fracture; Differential diagnosis Chinese Library Classification(CLC): R445, R683.2 Document code: A Article ID: 1673-6273(2014)09-1689-04

前言

椎体压缩性骨折是临床常见的疾病,压缩椎体可表现为楔 形、双凹形、扁平形等,临床主要症状为腰背部疼痛及神经症 状。引起椎体压缩性骨折的原因有骨质疏松、外伤、恶性肿瘤等¹¹, 后者以转移瘤多见¹²。在临床工作中,常将椎体骨质疏松、外伤 等引起的压缩性骨折称为良性骨折,而继发于恶性肿瘤的压缩 性骨折称为恶性骨折。由于两者的治疗方法完全不同,故其鉴

^{*}基金项目:院内研究生创新基金项目(11YJ22) 作者简介:杨宏志(1983-),女,硕士,主治医师,主要从事骨肌系统影像诊断

[△]通讯作者:刘国军, E-mail: yaguojun@163.com, Tel: 0911-2881091

⁽收稿日期:2013-07-28 接受日期:2013-08-21)

别诊断非常重要。在目前的影像检查手段中,良、恶性椎体压缩 性骨折的鉴别主要依靠 MR,少部分病例在常规序列上信号改 变不明显。MR 弥散加权成像(diffusion weighted imaging,DWI) 作为一项新技术能够间接反映活体组织中水分子的微观弥散 运动,其在中枢神经系统疾病的诊断,尤其是对急性脑梗死的 诊断已经得到肯定^[3]。目前 DWI 已用于骨骼肌肉系统疾病的诊 断及鉴别诊断,但国内外研究尚处于起步阶段,多数学者认为 DWI 检查较常规 MR 能更好显示椎体良恶性病变,可以用来 对椎体病变进行筛查,ADC 值是检测早期脊柱良恶性病变微 观结构的敏感指标^[45]。但少数学者持不同意见,认为 DWI 对椎 体良恶性病变鉴别诊断意义不大。本研究旨在探讨 MR 弥散加 权成像鉴别诊断良恶性椎体压缩性骨折的临床价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料

2011年1月~2012年1月共前瞻性研究57例椎体压缩 性骨折患者(共76个病变椎体),均行MR平扫和DWI检查。其 中男32例,女25例,年龄19~79岁,平均45.7岁。恶性压缩 骨折27例,包括转移性肿瘤25例(原发肿瘤包括肺癌18例、 前列腺癌1例、食管癌2例、乳腺癌1例、原发癌不明者3例), 多发骨髓瘤2例,共42个病变椎体。良性压缩骨折30例,包括 单纯外伤所致16例,骨质疏松14例,共34个椎体,其中16例 有明确外伤史。恶性组所有病例均在放化疗前行MR检查,将 病变椎体邻近的正常椎体作为对照组。

1.2 检查方法

使用 GE 公司 Signal1.5T 超导型磁共振扫描仪及脊柱线 圈,行矢状位 T1WI、T2WI、T2WI/FS 及 DWI 序列扫描。扫描参 数 具 体 如下:T1WI (699ms/13ms),T2WI (5050ms/117ms), T2WI/FS (5470ms/103ms),DWI (5000ms/79ms),FOV (350× 350),矩阵(256×256),层厚 4mm,层间距 0.4mm,NEX 为 4。 DWI 采用的序列为 SS-SE-EPI-DWI,b 值取 500s/mm²。

1.3 诊断标准

各种原因引起的椎体高度减低,与邻近正常椎体相比,病

变椎体高度减低至少20%,轻微的形态及轮廓改变不包括在内⁴。 良恶性椎体压缩性骨折的诊断标准主要依靠循证医学原则,采 取临床表现、病史同多种影像诊断相互印证、结合,少数辅以活 检或追踪观察1年。

1.4 感兴趣区的选择

感兴趣区域尽量选择在椎体中心及椎体的实质部位,并保持同样大小的感兴趣区(35-45mm²)。测量病灶最大显示层面上3个感兴趣区域 ADC 值,计算其平均值。

1.5 统计学方法

使用 SPSS13.0 软件对数据进行统计分析,计量资料数据 用平均数 ± 标准差表示。常规 MR 序列和 DWI 序列病灶检出 率的比较采用独立的二分类资料的卡方检验;良性组和恶性组 ADC 值比较采用两样本均数差别的 t 检验,P<0.05 视为有统 计学意义。

2 结果

2.1 常规 MR 及 DWI 表现

30 例良性椎体压缩性骨折共累及 34 个病变椎体,其中楔 形变 29 个,双凹形 5 个。18 个椎体 MR 图像上可见线样或不 规则低信号影 (骨折线)。16 例单纯外伤性椎体压缩性骨折 T2WI 上呈等高混杂信号,T1WI 为低信号,T2WI/FS 上呈高信 号,DWI 序列部分呈高信号。部分椎体邻近椎间盘可见低信号 影。14 例骨质疏松引起的椎体压缩性骨折,大部分与邻近正常 椎体信号一致。

27 例恶性椎体压缩性骨折共累及 42 个病变椎体,大部分 椎体后缘膨隆,形态改变不显著,绝大部分 T2WI 上呈混杂高 信号,T1WI 上均呈低信号,T2WI/FS 及 DWI 呈高信号,个别受 累椎体在各个序列均呈低信号。

2.2 MR 常规序列和 DWI 序列病灶检出率比较(表 1,2)

结果显示:T1WI、T2WI/FS及DWI序列病灶检出率均高于T2WI,其间的差别有显著性意义(P<0.01),而T1WI、T2WI/FS及DWI序列病灶检出率之间无显著性差别(P>0.01)。

Table 1 Comparison of the detection rate between Routine MR sequences and DWI sequences			
Sequence	Positive rate		
TIWI	93.42%		
T2WI	63.16%		
T2WI/FS	94.74%		
DWI(b=500s/mm ²)	100%		

表 1 MR 常规序列和 DWI 序列病灶检出率比较

2.3 两组 ADC 值的比较

结果显示:在相同成像条件下,良性椎体压缩性骨折的 ADC 值显著高于恶性椎体压缩性骨折,差别有统计学意义 (P<0.05)。

3 讨论

3.1 关于 DWI 检查技术

20世纪 90 年代初中期, DWI 作为一项刚发展起来的 MR

新技术使得 MR 对人体的研究深入到了更加微观水平。与常规 MR 序列不同,其利用水分子的弥散运动特性进行成像。Hahn 首先在 1950 年提出水弥散对磁共振信号的影响,随后 Stejskal 等将其发展成为可测量的磁共振技术⁽⁰,1998 年 Baur 等^{DI}将DWI 用于脊柱检查。本研究采用 SS-SE-EPI-DWI 序列,通过自动勾 场技术和移动检查床的位置将病变椎体置于磁场的中心,并将 TE 时间缩短到机器允许的最小值,以最大程度减少磁敏感伪 影。研究过程中发现上段颈椎由于靠近颅底图像会出现扭曲、

表 2 病变组各序列检出率的比较

Table 2 Comparison of the detection rate of each sequence among different groups

Sequence	X^2	Result
TIWI-T2WI	20.501	*
TIWI-T2WI/FS	1.502	-
TIWI-DWI	5.584	-
T2WI-DWI	34.323	*
T2WI-T2WI/FS	22.8	*
T2WI/FS-DWI	2.108	-

注:表中"-"表示差别无统计学意义,"*"表示差别有统计学意义(α=0.0083)。

Note: "-" indicates no significant difference, "*" represents the difference was statistically significant (α =0.0083).

表 3 良恶性病变椎体间 ADC	值比较(×10 ⁻³ mm ² /s)
------------------	---

Table 3	Comparison of the ADC	value between	benign group and	d malignant g	$group(\times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s})$
---------	-----------------------	---------------	------------------	---------------	--

Group	ADC	t	Р
Benign group	2.03± 0.83	2.11	<0.05
Malignant group	1.37± 0.75		

变形,改变相位编码方向,图像质量仍改变不明显,进一步证实 弥散序列对磁场均匀性要求比较高。此外,在腹侧放置预饱和 带,以最大程度减少心脏搏动或呼吸产生的运动伪影[®]。图像的 信噪比可通过增加信号采集次数来得到改善,本研究采用4次 信号采集。研究过程中发现同样成像条件下,不同个体间DWI 图像质量存在差异。

3.2 DWI 鉴别诊断良恶性椎体压缩性骨折的 DWI 价值

3.2.1 常规序列和 DWI 序列病灶检出率的比较 T1WI、 T2WI/FS 及 DWI 序列病灶检出率均高于 T2WI 序列,其间的 差别有显著性意义,T1WI、T2WI/FS 及 DWI 序列病灶检出率 之间无显著性差异。大部分病灶在 T2WI 序列呈高信号,而椎 体因黄髓化 T2WI 信号偏高,因此,T2WI 对病灶检出率较低。 DWI 序列成像时间较 T2WI/FS 序列成像时间短,在病人情况 不允许的时候,可以采用 DWI 序列进行扫描,以便及早发现病 灶,争取治疗的机会。

3.2.2 DWI 信号表现 DWI 图像受 b 值和 TE 两方面因素影响, 当选用 b 值较小时,虽然可以提高 DWI 图像信噪比,但受 T2 闪入效应影响会增大;选用的b值越大,水分子布朗运动对 DWI 信号影响权重越大,但图像信噪比减低^[9]。王新亮等^[10]研究 发现 b 值取 300、500、1000 s/mm² 时,随着 b 值的增加,其信噪 比降低,图像质量随之降低,但由于 b 值为 300s/mm²时,容易 受 T2 穿透效应的影响,故b值为 500s/mm2最佳,所以本研究 也采用 b 值为 500s/mm²。研究结果显示 T2 序列示大部分良恶 性病变椎体与邻近正常椎体相比呈高信号。良性椎体压缩骨折 时由于充血水肿,细胞外自由水分增多,T2"阳光照射"效应明 显,导致良性压缩性骨折在 DWI 图像上表现为高信号^{III};恶性 组中大部分病灶由瘤细胞组成,导致水分子弥散受限,DWI上 表现为高信号。因此,在 DWI 图像上,良恶性椎体压缩骨折鉴 别很困难。良性组中陈旧性骨折 DWI 呈低信号;恶性组中有1 例前列腺癌和1例乳腺癌脊柱成骨转移瘤在常规 MR 序列和 DWI上均为低信号,可能由于骨髓纤维化或硬化所致,与 Castillo 等^[12]报道相似。DWI 信号强度不是衡量组织弥散特性 的手段,而 ADC 值为组织的内在特性不受 T2 闪入效应影响, 可真实反映组织的弥散特性,探查 DWI 上被 T2 效应掩盖了扩 散增加区域^[13]。

3.2.3 ADC 值 ADC 值主要反映水分子扩散运动的速度和范 围,不同组织及不同病理生理过程中,组织 ADC 值不同[1415]。b 值越高,弥散权重越大,所获得的 ADC 值越能反映组织内水分 子的弥散特性。本组研究选择 b 值为 500s/mm²,结果显示良性 组 ADC 值为(2.03 ± 0.83) × 10⁻³mm²/s,恶性组 ADC 值为(1.37 ± 0.75)× 10⁻³mm²/s, 正常组 ADC 值为(0.36± 0.21)× 10⁻³mm²/s, 与文献报道基本一致。良性组 ADC 值高于恶性组 ADC 值,且 均高于正常组。成年人正常椎体黄髓化导致其组织间隙内自由 水含量减少10,而恶性组病变椎体内间质所占比例高于正常椎 体,同时内部存在可运动的水分子。此外,转移瘤物质代谢旺盛 进而生成的水分子增多;转移瘤自身分泌的一些物质通过渗透 压的作用引起局部水分增多;部分转移瘤的液化坏死也可引起 水分的增多。良性组病变椎体,尤其是外伤性压缩性骨折椎体, 充血水肿导致扩散加快,且压缩程度越大,局部骨髓水肿越明 显,细胞外可自由活动的水分子越多;严重压缩骨折可造成正 常骨小梁结构消失,细胞外水分子自由活动的速度明显加快, 范围增大[17,18]。因此,良性骨折椎体 ADC 值最大,其次为恶性骨 折椎体,正常椎体 ADC 值最小¹⁹。

MR 弥散加权成像在良恶性椎体压缩性骨折的评估中有 重要的作用,但同时也存在一定的局限性:(1)弥散序列对磁场 均匀度要求高,易出现磁敏感伪影;(2)目前尚缺乏专门适用于 椎体检查的序列;(3)对活体组织条件下扩散机制的基础研究尚 不十分明确,需要进行进一步的研究,使 DWI 成为良恶性椎体 压缩性骨折的有效检测方法^[20]。

参考文献(References)

 Wu Ai-qin, Zheng Wen-long, Xu Song-yong, et al. Lumbar spine bone structure analysis and measurement study of senile osteoporosis with multi-slice spiral CT [J]. Radiology practice, 2011,26(12):1308-1311

- [2] Lecouvet FE, Vande Berg BC, Maldague BE, et al. Vertebral compression fractures in multip lemyeloma Part 1. Distribution and appearance atMR imaging[J]. Radiology, 1997, 204(1):195-199
- [3] Han Hong-bin, Xie Jing-xia. MR diffusion and perfusion imaging in the diagnosis of cerebral ischemia [J]. Chinese Journal of Radiology 1998, 32:364-368
- [4] Liu Pei-pei, Wang Song. Diffusion weighted magnetic resonance imaging in the application of. in the differential diagnosis of benign and malignant vertebral lesions [J]. Shanghai medical imaging, 2011, 20 (1): 12-14
- [5] Huang Wen-qi, Li Yu-zhou. The clinical value of weighted magnetic resonance imaging in the diagnosis of benign and malignant lesions of the spine [J]. Chinese CT and MRI Journal, 2011, 9(3): 62-64
- [6] Kang Jian-yun, Wu Jian-lin. Influence factors of diffusion weighted magnetic resonance imaging signal [J]. Journal of Dalian Medical University, 2004, 26(2): 152-154
- [7] Baur A, ReiserMF. Diffuse-weighted imaging of the musculo Skeletal system in humans [J]. SkeletRadiol, 2000, 29:555-562
- [8] Peng Junling, Peng Xianghui. Application of magnetic resonance presaturation in suppressing the artifacts [J]. Modern medicine, 2009, 15 (21): 72-73
- [9] Yang Zhen-han, Feng Feng, Wang Xiao-ying, et al. Magnetic resonance imaging technology guide [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2010:264-268
- [10] Wang Xin-liang, Li Yu-xin, Zhou Xiao-lin, et al. Diffusion weighted MR imaging in preliminary study of the optimal b values of cervical cord [J]. Radiol practice, 2010, 25 (5): 485-488
- [11] Yao Cheng-gang, Song Fa-liang, Fang Jia. The research on the value of differential diagnosis of of simple and pathologic vertebral fracture with MR apparent diffusion coefficient quantitative determination [J]. Radiol practice, 2008,23 (10): 1140-1145

- [12] CastilloM, ArbelaezA, SmithJK, etal. Diffusion-weighted MR imaging of fersno advantage over routine noncontrast MR Imaging in the detection of vertebral metastases[J]. AJNR, 2000, 21(5):948-953
- [13] Yang Hong-zhi, Zheng Xuan-zhong, Du Xiao-song, et al. The diagnostic value of. MR diffusion-weighted imaging on spinal metastases [J]. Practical radiology, 2011, 27(2): 250-254
- [14] Wang Fei, Qin MI. Magnetic resonance imaging application development Of whole-body [J]. Journal of Clinical Radiology, 2011, 30 (3): 438-441
- [15] Li Guo-hua, Ding Qing-guo. Diffusion weighted magnetic resonance imaging in differential diagnosis value of pancreatic carcinoma and chronic focal pancreatitis [J]. Journal of Clinical Radiology, 2012,22 (12): 2060-2063
- [16] Yao Wei-wu, Li Ming-hua, Yang Shi-xun et al. The research on diagnostic value of MR apparent diffusion coefficient determination on etiology of spinal compression fracture [J]. Journal of Clinical Radiology, 2004, 23 (7): 605-609
- [17] Yang Hong-zhi, Liu Guo-jun. The reasonable choice of imaging technology from the vertebral compression fracture on [J]. medicine and philosophy, 2013, 34 (1B): 75-76
- [18] Yang Hong-zhi, Liu Guo-jun. The recognition on the value of DWI in the diagnosis of traumatic vertebral compression fractures [J]. Modern Journal of integrated traditional and Western medicine, 2013, 22 (9): 991-992
- [19] Spuentrup E, Buecker A, Adam G, et al. Diagnostic value of increased diffusion weighting of a steady - state free precession sequence for differentiating acute benign osteoporotic fractures from pathologic vertebral compression fractures [J]. AJNR, 2001,176(2): 351-358
- [20] Zhou Zhou, Liu Zhilan, Su Dan. Magnetic resonance apparent diffusion coefficient quantitative measurement on differential diagnosis of malignant and benign vertebral compression fractures [J]. Chinese Journal of clinical medical imaging, 2008, 19 (5): 346-349

(上接第 1762 页)

· 1692 ·

- [29] Kim EY, Choi KJ, Dryer SE. Nephrin binds to the COOH terminus of a large-conductance Ca²⁺-activated K⁺ channel isoform and regulates its expression on the cell surface [J]. Am J Physiol Renal Physiol, 2008, 295(1): F235-F246
- [30] Kim EY, Chiu YH, Dryer SE. Neph1 regulates steady-state surface expression of Slo1 Ca(2+)-activated K(+) channels: different effects in embryonic neurons and podocytes [J]. Am J Physiol Cell Physiol, 2009, 297(6): C1379-C1388
- [31] Kim EY, Suh JM, Chiu YH, et al. Regulation of podocyte BK (Ca) channels by synaptopodin, Rho, and actin microfilaments [J]. Am J Physiol Renal Physiol, 2010, 299(3): F594-F604
- [32] Williams SE, Wootton P, Mason HS, et al. Hemoxygenase-2 is an oxygen sensor for a calcium-sensitive potassium channel [J]. Science, 2004, 306(5704): 2093-2097
- [33] Huang B, Bates M, Zhuang X. Super-resolution fluorescence microscopy [J]. Annu Rev Biochem, 2009, 78: 993-1016