

• 骨骼肌肉影像学 •

GRE-T₂* WI、FSE-T₂ WI、STIR 序列在脊柱转移瘤 MRI 的应用比较

吴永峻, 陈武标, 田国强, 郑桂英

【摘要】 目的:比较 3 种 MRI 扫描序列在脊柱转移瘤的应用,探讨各种方法的序列设计特点、信号特点及适用性。**方法:**50 例证实为脊柱转移瘤的患者均进行矢状 GRE-T₂* WI、FSE-T₂ WI、STIR 序列扫描,并与矢状 T₁ WI 图像对照,比较 3 种序列对椎体、附件骨质破坏,脊髓受压、受侵,椎间盘、椎旁软组织肿块的显示情况。**结果:**GRE-T₂* WI 和 STIR 序列显示脊柱转移瘤椎体、附件骨质破坏较优;FSE-T₂ WI 显示脊髓受压、受侵的情况较优;软组织肿块的显示基本一致。**结论:**矢状 GRE-T₂* WI 可作为脊柱转移瘤常规扫描序列的首选,FSE-T₂ WI 如有脊髓受压、受侵时可作为常规扫描序列;STIR 是常规扫描的补充。

【关键词】 脊柱; 转移瘤; 磁共振成像

【中图分类号】 R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2005)07-0615-04

Application and Comparison of GRE T₂* WI, FSE T₂ WI and STIR Pulse Sequences in Diagnosis of Spinal Metastatic Tumors
WU Yong-jun, CHEN Wu-biao, TIAN Guo-qiang, et al. Department of Radiology, the Affiliated Hospital of Guangdong Medical College, Guangdong 524001, P. R. China

【Abstract】 Objective: To compare the three MRI pulse sequences of GRE T₂* WI, FSE T₂ WI and STIR in diagnosis of spinal metastatic tumor, to study the pulse sequence characteristics, signal characteristics and applicabilities of the three kinds of methods. **Methods:** 50 cases of pathologically proved spinal metastatic tumor underwent MRI with the pulse sequences of sagitttal GRE T₂* WI, FSE T₂ WI and STIR, which were also compared with sagitttal T₁ WI. The ability of the three sequences for the demonstration of bony destruction of vertebral body and appendices, compression or invasion of the spinal cord, involvement of the intervertebral disc and paravertebral soft tissue mass was compared. **Results:** GRE T₂* WI and STIR sequences could better show the destruction of vertebral body and appendices. FSE T₂ WI could better demonstrate the compression and invasion of the spinal cord. The soft tissue mass could be shown by both sequences in a similar manner. **Conclusion:** The sagittal GRE T₂* WI can be used as the first choice method for the diagnosis of spinal metastatic tumor. For demonstration of the compression and invasion of the spinal cord the FSE T₂ WI can be used as a routine sequence. The STIR is a complement of the above mentioned sequences.

【Key words】 Spine; Metastatic tumor; Magnetic resonance imaging

脊柱转移瘤是脊柱常见的肿瘤,原发病多为前列腺、甲状腺、乳腺、肺、肝、消化道等的恶性肿瘤。临床上本病的检查方法有 X 线、CT、ECT、MRI 等,而 MRI 在脊柱转移瘤的诊断上具有其它检查无法比拟的优势^[1]。本文分析 GRE-T₂* WI、FSE-T₂ WI、STIR 三种不同扫描序列在脊柱转移瘤的应用,旨在探讨各种方法的序列设计特点、信号特点及适用性。

材料与方法

50 例证实为脊柱转移瘤的患者,其中颈段 10 例、胸段 20 例、腰骶段 20 例;混合性转移瘤 30 例,溶骨性转移瘤 17 例,成骨性转移瘤 3 例;年龄为 30~80 岁。

使用 GE 0.5T Vetra 超导磁共振扫描仪,颈部表

面线圈,脊柱表面线圈。进行矢状面 GRE-T₂* WI、FSE-T₂ WI、STIR 扫描,同时常规行矢状面 SE-T₁ WI 扫描。主要扫描参数如下表 1。

表 1 各序列扫描参数				
参数	GRE-T ₂ * WI	FSE-T ₂ WI	STIR	SE-T ₁ WI
TR(ms)	780	3500	2500	550
TE(ms)	30	125	35	25
TI		100		
α(°)	25			
成像快速因子		10	6	
矩阵	160×256	256×256	192×256	192×256
视野	30	30	30	30
激励次数	3	4	4	3
层厚/层距(mm)	5/0	5/0	5/0	5/0
层数	10	10	7	9
预饱和	AP	HFAP	HF	AP
无相位重叠	有	有	有	有
流空补偿	有	有	有	无
矩形像素	有	无	有	有
扫描时间	6min25s	6min04s	5min25s	5min16s

作者单位:524001 广东,广东医学院附属医院放射科磁共振室
作者简介:吴永峻(1972-),男,广东韶关人,主管技师,主要从事
神经系统 MR 诊断及 MR 序列设计工作。

结 果

用 GRE-T₂* WI、FSE-T₂ WI、STIR 三种序列检查 50 例脊柱转移瘤,所有影像结果均请两位有经验的 MRI 诊断医师观察病变的形态和信号,比较三种不同扫描序列显示的情况,从 3 个方面进行评估:①椎体、附件骨质破坏(共 103 处);②脊髓受压、受侵(共 30 处);③软组织肿块(共 30 处)。

椎体、附件骨质破坏,包括早期的骨髓异常(图 1~3)。3 种序列共发现信号异常 103 处,信号特点:SE-T₁ WI 表现为低信号 96 处(93.2%)(图 1a、2a),等信号 7 处(6.8%)(图 3a);GRE-T₂* WI 表现为高或高低混合信号 98 处(95.1%)(图 1c),低信号 5 处(4.9%);FSE-T₂ WI 表现为高信号或高低混合信号 86 处(83.5%)(图 1b、2b),等信号 12 处(11.7%),低信号 5 处(4.8%)(图 3c);STIR 表现为高信号或高低混合信号 98 处(95.1%),低信号 5 处(4.9%)(图 1d)。

脊髓受压、受侵的 MRI 征象,主要包括脊髓受变扁的椎体或椎后软组织肿块压迫、移位、包绕,局部脊髓受压水肿,椎后软组织肿块穿破硬脊膜囊直接侵犯脊髓。本组 30 处显示脊髓受压、受侵改变,SE-T₁ WI、GRE-T₂* WI、STIR、FSE-T₂ WI 均能较清楚显示脊髓压迫、移位、包绕的情况,脊髓内水肿、肿瘤侵犯的情况

以 FSE-T₂ WI 显示最清楚(图 2c)。

椎旁软组织肿块,主要征象为椎旁软组织延伸,椎间孔脂肪变形,脊神经受压、包绕等。本组发现椎旁软组织肿块 30 处, GRE-T₂* WI、FSE-T₂ WI、STIR 均呈高信号,而 T₁ WI 呈中等信号(图 2)。

讨 论

椎体主要由骨组织、红骨髓、黄骨髓 3 种成份组成。随年龄增大红骨髓逐渐减少,黄骨髓而逐渐增加,附件骨的脂肪量比椎体多。正常成人椎体由含有 25%~50%脂肪的红骨髓组成,脂肪百分率随年龄增大而增加^[2]。儿童椎体内以红骨髓为主, T₁ WI 和 T₂ WI 上表现为中等信号, T₁ WI 椎体的信号等于或略高于椎间盘。成人脊柱内红骨髓逐渐由黄骨髓替代, T₁ WI 和 T₂ WI 上表现为高信号, T₁ WI 椎体的信号高于椎间盘,随着年龄的增大,椎体与椎间盘的信号对比更明显。正常骨髓在 T₁ WI 呈高信号,更能显示低信号的转移灶。

脊柱转移瘤分 3 类:溶骨型、成骨型、混合型,以混合型占多数。在 T₁ WI 上,病灶均显示为低信号。在 T₂ WI 上,溶骨型病灶在 GRE-T₂* WI 呈高信号, FSE-T₂ WI 呈高或等信号, STIR 呈高信号;成骨型病变在 GRE-T₂* WI 呈低信号, FSE-T₂ WI 呈低或等信号,

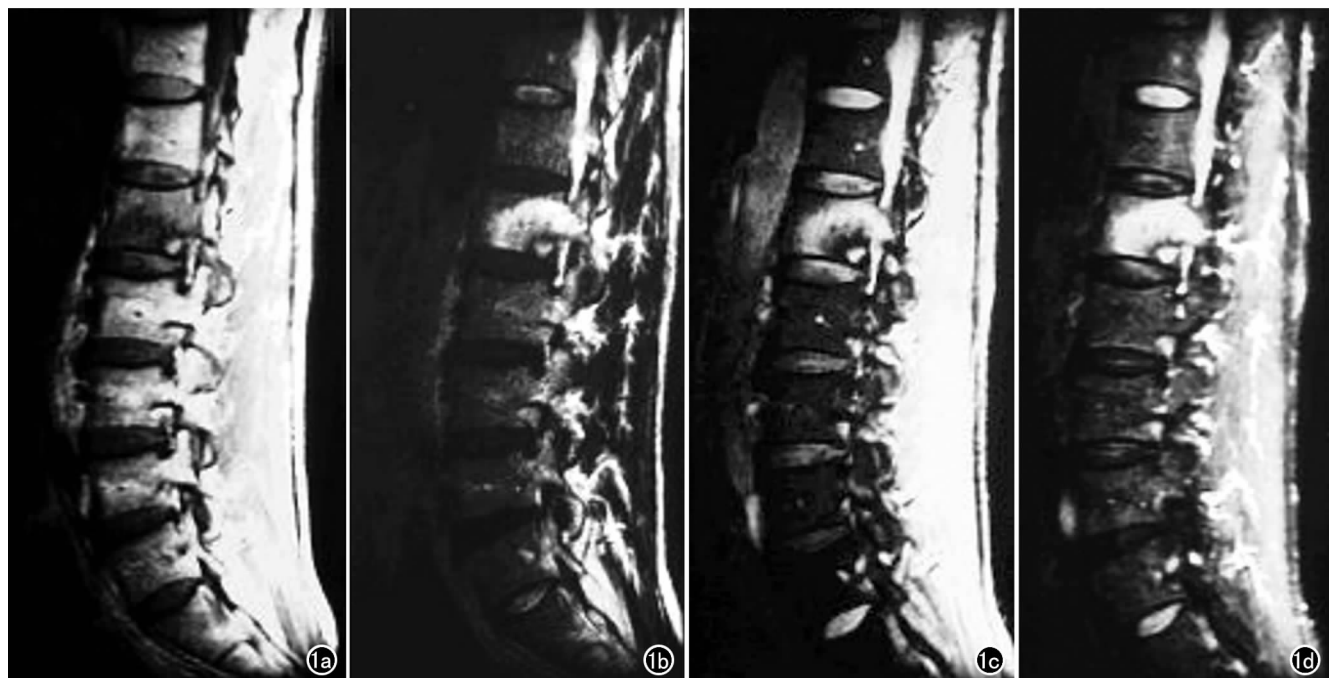


图 1 L₁ 椎体转移瘤(混合型),椎体及左侧附件的 MRI。a) T₁ WI 病灶呈低信号; b) FSE-T₂ WI 病灶呈高低混杂信号; c) GRE-T₂* WI 呈高低混杂信号,其中低信号的成骨成份较 FSE-T₂ WI 和 STIR 明显; d) STIR 呈高低混杂信号,其中高信号的溶骨部分较 FSE-T₂ WI 和 GRE-T₂* WI 范围广。



图 2 C₄、C₇、Th₁ 溶骨转移。a) T₁WI 示病灶呈低信号；b) GRE-T₂*WI 呈明显高信号；c) FSE-T₂WI C₄、Th₁ 呈高信号，C₇ 呈略高信号，硬膜囊及脊髓受压情况显示较 GRE-T₂*WI 清楚，椎管内可见脑脊液流动伪影。图 3 Th₆、₉、₁₀ 转移瘤。a) T₁WI 病灶均呈低信号；b) GRE-T₂*WI 示 Th₆、₉、₁₀ 均为混合型转移信号；c) FSE-T₂WI 示 Th₆ 呈成骨型转移(低信号)，Th₉、₁₀ 呈混合型转移信号，脊髓显示清晰。

STIR 呈低信号；混合型病变常呈不均匀的混杂信号。

椎体及附件溶骨性破坏在 FSE-T₂WI 常会出现等信号改变，而在 GRE-T₂*WI 和 STIR 较少出现等信号改变。这种情况主要与其序列设计有关。

FSE 序列中椎体脂肪信号较高，有时与椎体及附件溶骨性破坏所致的 T₂WI 高信号不易区分(本组有 12 例，11.7%)。出现脂肪信号升高原因：①磁化传递效应。TSE 使用大量的 180°脉冲，偏振射频脉冲产生磁化传递效应；②脂肪质子的自旋-自旋耦合效应，即 J

偶联。高频率射频脉冲延长了脂肪质子的弛豫时间；③受激回波。在 FSE 序列中，回波链大于 2 时，产生受激回波，所以脂肪无 T₂ 衰减；④扩散效应。脂肪的扩散在正常情况下会引起传统的 SE 的信号下降，但由于 FSE 对扩散的不敏感性，脂肪就显得更亮。上述几种因素在脂肪信号升高中的作用机制目前还不清楚^[2,3]。当脂肪信号影响对椎体及附件破坏的观察时，可以联合使用频率选择性脂肪抑制序列，从而得到不含脂肪信号的 MR 图像，这种技术的主要缺点是对磁场不均匀性特别敏感，易产生数据误定位伪影，在中、低场 MR 机中应用效果不稳定^[4]。虽然 FSE-T₂WI 脂肪信号升高，对少数溶骨性转移的显示较差，但在显示成骨性转移却成了优点，这是因为成骨性转移在 FSE-T₂WI 为低信号改变，与周围的高信号形成鲜明的对比。

GRE (gradient echo, 梯度回波) 序列是通过极性相反的成对梯度来产生回波。梯度回波具有自旋回波不具备的多种优点，包括小角度激发，短 TR，重度 T₂W 等等。本机所带 GRE-T₂*WI 参数(表 1)，扫描脊柱，图像对比度高，脂肪的压抑效果好，椎体及附件的显示效果好；缺点是脊髓的显示不

如 FSE 序列。本 GRE 序列的 TR、TE 及翻转角的选择：①TR 在 400~1000 ms 时，图像的 CNR 大致相仿，短 TR 是 GRE 不同于 SE 的基本特征，但 TR 为 400 ms 时，扫描时间虽然缩短，但层数减少。TR 选择为 780 ms 时，层数为 10，适合脊柱扫描；②TR 较长时，组织的纵向弛豫时间充分；③为了获得较好的 T₂*对比度，序列设计中会尽量延长 TE 时间，这样，TR 时间也会相应延长 (TR > 3/2 TE)。本文选择 TE 为 30 ms，能获得较好的 CNR，而且有效地压抑短 T₁ 组

织信号(如脂肪),获得良好的 T_2^* 衰减像。为什么不是无限延长 TE,因为 TE 越长,其信号的下降和图像的变形就会越严重^[4];④翻转角 90° 时,因为 TR 与组织 T_1 相比较小,信号强度与 T_1 关系不大,延长 TE 可以得到 T_2^* 加权像。GRE 序列可产生比 FSE- T_2 WI 更强的信号,不但使自由水产生更高信号强度,也大大地提高了显示结合水的敏感性和与正常组织的对比度^[5],这样对显示溶骨性转移性较敏感,且对脊柱转移瘤的分型较准确。

STIR 序列,即短 TI 反转回复序列,在场强为 0.5T 时,脂肪的 TI 为 100~110 ms,选择 TI=100 ms (90° RF~ 180° RF 的时间)正好与脂肪组织纵向磁距从负值恢复到零水平所需的时间,这时脂肪组织就没有信号,达到了选择性抑制脂肪信号^[6],如脂肪岛在 FSE- T_2 WI 为高信号,在 STIR、GRE- T_2^* WI 呈低信号。STIR 序列相对提高了水的信号,在溶骨性转移中,对病变的发现较敏感,但病变的轮廓显示较模糊,有夸大的感觉。

脊柱转移瘤一般不侵及椎间盘。清晰显示椎间盘结构是判断病变是否侵及椎间盘的关键。GRE- T_2^* WI 和 STIR 能提高椎间盘内结合水的信号,因此,椎间盘均呈高信号,与椎体信号对比明显,从而能清晰显示椎间盘是否受侵。而 FSE- T_2 WI 却因为连续施加 180° RF,出现“拖尾现象”,使其激发的频率范围增宽,当过多激发结合水时,MT 效应会使富含结合水的组织信号明显抑制,比如椎间盘、脑实质等信号都会相应下降^[4],这样不利于观察椎间盘受侵情况。

FSE- T_2 WI 在脊髓成像时有较高的图像对比度,信号均匀,与脑脊液对比明显,在显示脊柱转移瘤中脊髓的压迫及受侵优于 GRE- T_2^* WI 和 STIR。早期发现脊髓压迫对决定治疗方案是非常重要的^[7,8]。有时由于脑脊液流动的相对不规则性,特别在颈、胸段椎管较窄,或者同时伴有椎管内软组织肿块,FSE 序列无法将脑脊液的流动完全补偿,而引起较重的伪影,甚至影响疾病的诊断。GRE 序列因为使用的 TR、TE 较短,再配合流动补偿梯度能很容易消除流动伪影,但脊髓的信号偏高,与脑脊液对比较差^[9]。所以在判断转

移瘤中脊髓压迫及受侵的情况时,FSE- T_2 WI 明显优于其它序列。

椎旁软组织肿块,在 GRE- T_2^* WI、FSE- T_2 WI、STIR 序列均呈高信号,而在 T_1 WI 为中等信号,与周围对比明显,优于其它序列。

总结 3 个序列的特点:GRE- T_2^* WI 对发现病变较敏感,特别是溶骨性转移,且病灶的轮廓较清,对椎间盘的显示最好,对病变的分型较客观;FSE- T_2 WI 对少数为等信号改变的溶骨性转移显示较差,且对病变的分型不是很准确,但对显示脊柱转移瘤中脊髓的压迫及受侵是其它序列无法比拟的,在显示成骨性转移时也具有一定的优势;STIR 序列能较准确了解椎体内的脂肪成份,对病变的发现最敏感,特别是溶骨性转移,但病灶的轮廓较模糊、有夸大的感觉。为了充分了解脊柱转移瘤的情况,最佳扫描组合是 SE- T_1 WI、GRE- T_2^* WI 和 FSE- T_2 WI 序列联合,必要时 STIR 序列作为补充。

参考文献:

- [1] 黄胜,缪旭东,巴奇,等.几种影像方法对脊柱转移瘤诊断的比较[J].放射学实践,2004,19(3):211-213.
- [2] Uchida N, Sugimura K, Kaijitani A. MR Imaging of Vertebral Metastases: Evaluation of Fat Saturation Imaging[J]. EJR, 1993, 17(2):91-94.
- [3] 刘定西,于群. MR 成像分册[M]. 武汉:湖北科学技术出版社, 2002. 57.
- [4] 谢敬霞. 核磁共振新技术研究与临床应用[M]. 北京:北京医科大学出版社,2001. 54-55.
- [5] 韩鸿宾. 临床磁共振成像序列设计与应用[M]. 北京:北京医科大学出版社,2003. 56-65.
- [6] 徐梓榕,冯阳宁,谢雷,等. 梯度回波序列(GRE)在脊椎病变的诊断作用[J]. 影像诊断与介入放射,2002,11(2):91-93.
- [7] 黄源义,杜新华,刘四斌,等. 脊柱转移瘤的 MRI 诊断(附 42 例分析)[J]. 放射学实践,2004,19(2):90-91.
- [8] 江浩. 骨与关节 MRI[M]. 上海:上海科学技术出版,2001. 117-127.
- [9] Higgings CB, Hricak H, Helmsl CA. Magnetic Resonance Imaging of the Body[M]. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997. 987.
- [10] 黄新华,彭光明,李乐红,等. FSE 和 GRE T_2 加权像在颈椎检查中的对比[J]. 实用放射学杂志,2001,10(6):755-757.

(收稿日期:2004-09-28)