

PROPELLER 技术在颅脑 MR 成像中的临床应用价值

钱根年, 陈自谦, 肖慧, 许尚文, 倪萍

【摘要】 目的:探讨 PROPELLER(螺旋桨)技术对改善颅脑 MRI 检查时运动伪影的临床应用价值。方法:6 例健康志愿者进行静止状态、摇头和点状动作时的 MRI 检查,以及 50 例临床受检者,均行 PROPELLER-T₂WI 和 FSE-T₂WI 横轴面扫描。使用 GE Signa HD 1.5T 双梯度磁共振扫描仪。选取受检者同一层面的 FSE-T₂WI 和 PROPELLER-T₂WI 图像,由 3 位高年资的影像科医师,对其图像质量进行评价,分析图像的运动伪影和优质片率状况,采用统计学 χ^2 检验。结果:正常健康志愿者 6 例,选取 136 个层面的 272 幅图像进行比较,使用 PROPELLER-T₂WI 扫描序列比采用常规 FSE-T₂WI 扫描序列所获得的图像运动伪影明显减少($\chi^2=1012.829, P<0.001$),优质图像的显示率明显提高($\chi^2=187.049, P<0.001$);临床受检者 50 例,选取 320 个层面的 640 幅图像进行比较,使用 PROPELLER-T₂WI 扫描序列比采用常规 FSE-T₂WI 扫描序列所获得的图像运动伪影明显减少($\chi^2=318.418, P<0.001$),优质图像的显示率明显提高($\chi^2=1047.273, P<0.001$),对颅内病变的显示能力,PROPELLER-T₂WI 优于 FSE-T₂WI,PROPELLER-T₂WI 对小病灶显示有较好的清晰度。结论:PROPELLER-MRI 解决了显著头动患者进行 MRI 检查提供一种可能,避免对躁动患者实施药物镇静或进行全身麻醉,PROPELLER MRI 具有较高临床实用价值。

【关键词】 磁共振成像; 颅脑; 图像质量; 运动伪影

【中图分类号】 R445.2; R742.8 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2007)02-0200-05

Clinical Value Of PROPELLER MRI for Brain Imaging QIAN Gen-nian, CHEN Zi-qian, XIAO Hui, et al. Department of Medical Imaging, Fuzhou General Hospital of PLA, Fuzhou 350025, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the efficacy of PROPELLER MRI in the improvement of movement artefact on brain imaging. **Methods:** Axial PROP-T₂WI and conventional FSE-T₂WI with lying still, head movement (shake "no" and nod "yes") were performed in six normal volunteers. On 50 clinical subjects, axial FSE-T₂WI (19 slices, 6mm thickness, TR 4200ms, TE 127ms, Matrix 384×256, field of view 24cm, Nex 2, Scans time 122s) and PROP-T₂WI (19 slices, 6mm thickness, TR 5000ms, TE 102ms, Matrix 320×320, field of view 24cm, Nex 1.5, Scans time 95s) were acquired with 1.5Tesla GE Signa HD scanner. The images of FSE T₂WI and PROP-T₂WI with same slice were selected and the images were reviewed by three senior radiologists for motion artifact as well as overall imaging quality. **Results:** In the 6 normal volunteers, 136 slices (272 images) were selected and compared, the movement artefact using PROP-T₂WI was obviously less than that of conventional FSE T₂WI ($\chi^2=1012.829, P<0.001$); the overall image quality was markedly improved ($\chi^2=187.049, P<0.001$). For the 50 clinical patients, the motion artifact was less commonly seen and the image quality was improved when PROP-T₂WI was compared with conventional FSE-T₂WI as well ($\chi^2=318.418, P<0.001$; $\chi^2=1047.273, P<0.001$ respectively). PROPELLER was preferred over conventional in all subjects. Intracranial pathology was better demonstrated with PROPELLER. **Conclusion:** PROPELLER MRI offers a novel means of reducing motion artifact and improving imaging quality for head motion. It offers important benefits for brain imaging in all subjects regardless of motion.

【Key words】 Magnetic resonance imaging; Brain; Image quality; Motion artifact

在颅脑磁共振成像过程中,控制躁动患者头部运动是个难以解决的问题。患者头部运动产生 MR 图像运动伪影,使图像分辨力下降,从而导致颅脑解剖结构显示欠佳,图像诊断信息大量丢失,直接影响对颅内病灶的检出,多数图像无法诊断。有时为了完成颅脑 MR 检查,需使用镇静剂或全身麻醉才能获得达到诊断要求的 MR 图像,但采用镇静剂或全身麻醉对患者有一定的风险。本研究采用一种全新的 MR 成像技

术即周期性旋转重叠平行采集和增强后处理重组(periodically rotated overlapping parallel lines with enhanced reformation, PROPELLER)又称螺旋桨技术行颅脑 MRI 检查,现将研究结果报道如下。

材料与方法

56 例受检者,男 39 例,女 17 例,年龄 3~79 岁,平均 51 岁。56 例中,健康志愿者试验组 6 例;日常受检患者组 50 例,其中颅内检出有病灶者 39 例(脑肿瘤 9 例,急性脑梗死 11 例,腔隙性脑梗死 13 例,高血压

脑出血 2 例,硬脑膜下血肿 1 例,脑积水 2 例,脑室周围白质软化 1 例),颅内未见明显异常者 11 例。使用 GE Signa HD 1.5T 高场双梯度磁共振扫描仪。

6 例健康志愿者,每位受检者共扫描 6 个序列,首先保持头部静止不动行 FSE-T₂WI 和 PROP-T₂WI;其次头部在检查过程中作摇头动作(试验层面内左右方向平移和旋转)行 FSE-T₂WI 和 PROP-T₂WI,最后头部在检查过程中作点头动作(试验前后方向平移)行 FSE-T₂WI 和 PROP-T₂WI。6 例志愿者在 FSE-T₂WI 和 PROP-T₂WI 扫描时头部运动的幅度、数量大致相同。扫描参数:FSE-T₂WI 横轴面(层数 19 层,层厚 6 mm,TR 4200 ms,TE 102 ms,矩阵 384×256,视野 24 cm×24 cm,激励次数 2,扫描时间 122 s);PROP-T₂WI 横轴面(层数 19 层,层厚 6 mm,TR 5000 ms,TE 127 ms,矩阵 320×320,视野 24 cm×24 cm,激励次数 1.5,总扫描时间 95 s)。

本组 50 例临床受检者均行 FSE-T₂WI 和 PROP-T₂WI 检查。扫描参数:横轴面 FSE-T₂WI(19 层,层厚 6 mm,TR 4200 ms,TE 102 ms,视野 24 cm×24 cm,激励次数 2,扫描时间 122 s);横轴面 PROP-T₂WI(层数 19,层厚 6 mm,TR 5000 ms,TE 127 ms,矩阵 320×320,扫描视野 24 cm×24 cm,激励次数 1.5,总扫描时间 95 s)。

图像分析:将健康志愿者和临床病例扫描后获取的数据传送入 ADW 4.2 后处理工作站,选取受检者采取 FSE-T₂WI 和 PROP-T₂WI 扫描的同一层面的 2 幅图像,共选取健康志愿者 136 个层面的 272 帧图像和临床受检患者 320 个层面的 640 帧图像进行分析。由 3 位高年资的影像科主治医师在未告知扫描序列的前提下,对图像质量进行评价并观察图像运动伪影状况。图像伪影判断标准为有无观察到明显的运动伪影(+或-),并比较常规 FSE-T₂WI 和 PROP-T₂WI 图像质量,分为优、差和两者相似共 3 个等级。平均 3 位影像科医师的判读结果供分析并进行统计学处理(χ^2 检验)。此外,对颅内是否存在病变的受检者图像的评判,3 位影像科医师必须均对此病灶的存在持一致意见,然后对此病灶的显示情况分为优、差和两者相

似这 3 个等级。

结 果

每例受检者选取同一层面的 FSE-T₂WI 和 PROP-T₂WI 图像进行对比分析。健康志愿者共选取 136 个层面的 272 帧图像,临床患者共选取 320 个层面的 640 帧图像,两组受检者评价结果见表 1。

表 1 两组受检者 2 种扫描序列图像评价结果

	健康志愿者			临床病例
	静止状态	点头运动	摇头运动	
运动伪影(%)				
FSE-T ₂ WI	2	100	100	51
PROP-T ₂ WI	0	68	57	6
优质图像(%)				
FSE-T ₂ WI	0	0	0	10
PROP-T ₂ WI	100	69	100	96

本组结果显示,试验组中 PROP-T₂WI 比常规 FSE-T₂WI 的运动伪影明显减少(图 1),差异有极显著性意义($\chi^2 = 1012.83, P < 0.01$);优质图像的显示率明显提高,差异有极显著性意义($\chi^2 = 187.05, P < 0.001$)。临床受检者 50 例,选取 320 个层面的 640 幅图像进行比较,PROP-T₂WI 比常规 FSE-T₂WI 的运动伪影明显减少,差异有极显著性意义($\chi^2 = 318.42, P < 0.001$);优质图像的显示率明显提高,差异有极显著性意义($\chi^2 = 1047.27, P < 0.001$)。

39 例有颅内病变的患者中,19 例在 FSE-T₂WI 上病灶显示不清,只能在 PROP-T₂WI 上明确诊断(图 2);在 FSE-T₂WI 能明确显示病灶的 20 例患者中,对于较大病灶如颅内肿瘤等,两种扫描序列所检测到的病灶无明显差异,但对颅内广泛小病灶的检测如颅内多发腔隙性脑梗死,则 PROP-T₂WI 明显优于 FSE-T₂WI(图 3)。

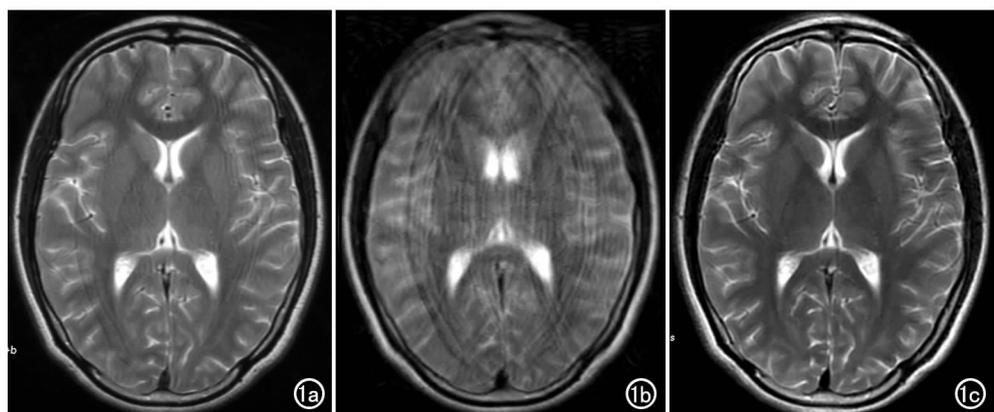


图 1 健康志愿者。a) 静止状态时 FSE-T₂WI 上可见轻微的运动伪影,解剖结构能明确显示; b) 轻微摇头动作时,FSE-T₂WI 上可见显著的运动伪影,解剖结构显示欠佳; c) 轻微摇头动作时,PROP-T₂WI 的图像清晰,对比度好。

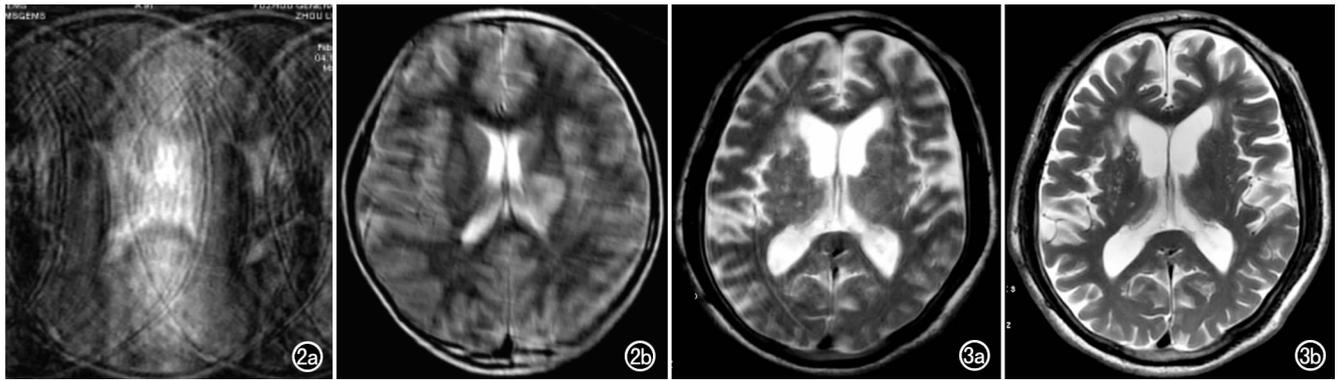


图2 男,6岁,左侧基底节区脑梗塞。a) FSE-T₂WI上病灶无法显示,难以诊断; b) PROP-T₂WI显示左侧基底节区病灶,达到诊断要求。图3 男,72岁,多发腔隙性脑梗塞。a) FSE-T₂WI示双侧基底节区小片状高信号影,病灶显示欠清晰; b) PROP-T₂WI上图像清晰度好,能满意显示小病灶。

讨论

周期性旋转重叠平行采集和增强后处理重建即MR螺旋桨技术的原理^[1-3];数据的采集和填充以一系列旋转的类似于螺旋桨的浆叶片,其旋转的浆叶片包含多条相位编码线,在K空间填充时每次采集数据“浆叶片”的中心位置是固定的,然后顺一个方向旋转,在K空间的边缘部分旋转的“浆叶片”顺序连接,形成一个完整的圆形,完成一次K空间的填充,K空间的信息自边缘向中心部分的重叠逐渐明显。因此,浆叶片虽只旋转一周,但中心部分的数据被重叠式填充,使得其数据量明显多于边缘部分(图4)。

在ADW 2.0图形工作站上,使用高级虚拟系统软件平台的内置软件包,每个数据集经过层面内旋转和平移校正后,可以生成一幅PROPELLER校正磁共振图像,把第一个“浆叶片”填充的中心K空间数据作

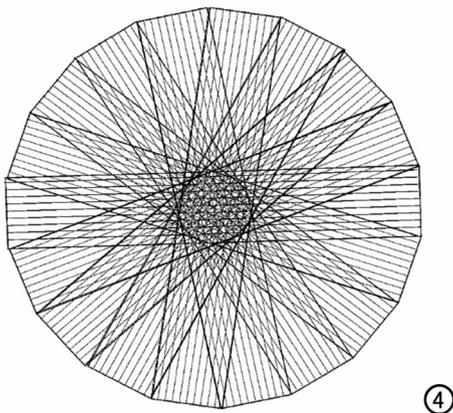


图4 PROPELLER K-空间数据采集示意图。通过一系列旋转包含多条相位编码线的“浆叶片”,K-空间的中心区域数据多次重叠采集,外围区域数据也有部分重叠。

为静态数据集并和以后采集的每个PROPELLER“浆叶片”中的对应数据进行比较。在K空间数据中,每个“浆叶片”的数据信息都要经过数据采集、相位校正、旋转校正、平移校正、权重计算、剔除异常点,然后通过傅立叶变换,从而让校正后的数据与静态数据相关联,最后把全部被校正的浆叶片数据的平均值作为静态数据集,重复这一过程,可以提高图像质量。浆叶片校正的度数可以估算出每一PROPELLER“浆叶片”采集产生的层面内旋转、左右平移、前后平移的大小,可以算出每个PROPELLER“浆叶片”的运动校正总量(度/毫米)和每层图像的标准差。PROPELLER技术的优势在于超过其它任何一种校正受检者运动伪影的方法,它通过特殊的数据采集及软件内部处理技术,在轴位扫描过程中对旋转、左右平移和点头移动三个方位进行精细校正,从而获得能满足诊断要求的优质图像。

受检者的运动在MR成像过程中会导致图像质量的下降,但迄今国内鲜见有关受检者头部运动影响MR图像质量的文献报道。在PROPELLER技术使用之前,传统MR检查要克服运动伪影的唯一方法就是使用镇静剂或全身麻醉才能完成检查,获得达到诊断要求的MR图像,但使用镇静剂或全身麻醉对患者特别是儿童有呼吸暂停和缺氧性脑损害的风险^[4]。Glover和Meyer等报道^[5,6]消除运动伪影使用投影重建(projection-reconstruction)、螺旋MRI(spiral MRI),Ehman等^[7]报道使用导航回波方法。前两种方法是改变K空间的填充顺序,先填充K空间的中心,后填充K空间的外围,填充K空间中心部分即可形成图像,而K空间外围部分可提高图像细节的分辨力,因此采用此种改变K空间填充顺序即先中心后外围的方式可以在最短时间内完成K空间中心部分的

数据填充,从而可以有效地减少运动伪影,但此技术由于K空间采集顺序的改变带来图像对比度下降,因此,此技术应用价值有限;导航回波方法是通过采集额外的数据来监测人体组织的运动,并选取特定的位置来进行数据的采集,从而可以有效减少运动伪影,但此法存在采集效率低和扫描时间长的缺点而不被常用。Kirsten等^[2]报道使用单次激励快速自旋回波扫描,每层采集时间仅需1秒钟左右即可成像。笔者也曾采用此种方法检查患者,虽然运动伪影减少了,但由于回波链太长,组织表现出的T₂加权较重,虽能增加脑脊液与脑实质间的对比度,但脑实质图像分辨率、对比度和信噪比较差。

1999年Pipe^[8]首次将PROPELLER技术用于头部,结果表明PROPELLER技术比投影-重建、螺旋MRI、导航回波方法和单次激发FSE更具有优势,它不需要附加采集数据,能消除层面内和层面间的运动伪影,所校正运动伪影更为精细和准确,而且能改善图像的质量。PROPELLER技术从根本上解决了颅脑检查的运动问题,是目前MRI的一种崭新的技术,给不能配合检查的患者提供了可能。

PROPELLER技术的应用,受检者在未镇静或麻醉的情况下,笔者采用常规FSE-T₂WI和PROP-T₂WI 2种扫描技术所获图像进行的比较表明,常规FSE-T₂WI所获取图像的运动伪影很明显,作点头或摇头动作的健康志愿者组的图像全部无法判读,即使保持静止状态者仍有2%的图像有运动伪影存在;临床病例有51%的图像存在运动伪影,这表明受检者在接受长时间且有噪声的磁共振检查过程中,MR图像的运动伪影在所难免,尤其是躁动患者,运动伪影就更为显著。然而采用PROPELLER技术所获得PROP-T₂WI图像的运动伪影则明显改善,点头动作时有68%的图像有运动伪影,而摇头动作时仍有57%的图像有运动伪影,保持静止状态者则无运动伪影存在,临床病例组中则6%有运动伪影存在,经统计学 χ^2 检验, $P < 0.001$,证实FSE-T₂WI和PROP-T₂WI所获得图像的运动伪影显示率具有显著性差异,FSE-T₂WI图像的运动伪影显示率显著高于PROP-T₂WI所获得的图像。

PROPELLER技术的应用,图像的优质片率有了大大的提高,健康志愿者组点头动作时的优质片率为69%,而摇头动作和保持静止状态时者的优质片率则达到100%,临床病例的优质片率也为96%,而临床病例采用FSE-T₂WI扫描序列所获图像仅有10%的优质片率,经统计学 χ^2 检验, $P < 0.001$,证实FSE-T₂WI

和PROP-T₂WI所获得图像的优质片率具有显著性差异,PROP-T₂WI图像的优质片率显著高于FSE-T₂WI所获得的图像。

本研究揭示了PROPELLER技术在磁共振检查时,对不合作受检者实施MR检查是一种可行的技术方法,可以改善各个方位运动所致图像的运动伪影,尤其对左右摇头动作状态下所致的图像运动伪影改善更佳,并且明显提高了图像的质量,提供了丰富的图像诊断信息,从而达到明确诊断颅内病变。

PROPELLER技术的应用,可以避免不合作患者使用药物镇静或全身麻醉带来的副作用或意外,给予此类患者以获得较高图像质量,获取早期颅内病变信息,及时准确的得到治疗提供保障。文献^[9]报道运动幅度大小超过静止状态的5%时,则使人眼能感觉到图像质量明显下降,然而使用PROPELLER技术,图像的运动伪影消除了,而且图像的分辨率和信噪比有了明显的提高。本研究中39例颅内有病灶的患者,19例在常规FSE-T₂WI图像上病灶显示模糊不清,尤其是对广泛的颅内小病灶显示更差,而使用PROPELLER技术所获取的PROP-T₂WI图像,其图像的清晰度、锐利度有了较大的改善,图像的信噪比和分辨率有了较大提高,提高了对病灶尤其是小病灶的检出和显示能力。

PROPELLER技术的使用,在消除运动伪影的同时也缩短了扫描时间。通过对本组健康志愿者和临床患者测试的结果证实,在相同的扫描时间甚至更短的采集时间内,PROP-T₂WI(采集时间95s)比FSE-T₂WI(采集时间122s)图像的运动伪影明显减少。因此,笔者认为PROPELLER技术可作为常规扫描技术,既改善了图像质量又缩短了检查时间,是一项有价值的检查技术。

参考文献:

- [1] Kirsten PF, James GP, John PK. Improved Image Quality and Detection of Acute Cerebral Infarction with PROPELLER Diffusion-weighted MR Imaging. *Radiology*, 2002, 225(2): 551-555.
- [2] Kirsten PF, James GP, John PK. Brain Imaging in the Unsedated Pediatric Patient Comparison of Periodically Rotated Overlapping Parallel Lines with Enhanced Reconstruction and Single-shot Fast Spin-echo Sequences[J]. *AJNR*, 2003, 24(5): 794-798.
- [3] Pipe JG. Multishot Diffusion Weighted FSE with PROPELLER [J]. *Magn Reson Med*, 2002, 47(1): 42-52.
- [4] American Academy of Pediatrics Committee on Drugs. Guidelines for Monitoring and Management of Pediatric Patients during and after Sedation for Diagnostic and Therapeutic Procedures [J]. *Pediatrics*, 1992, 89(6): 1110-1115.
- [5] Glover GH, Pauly JM. Projection Reconstruction Techniques for

Reduction of Motion Effects in MRI[J]. Magn Reson Med, 1992, 28(2):275-289.

- [6] Meyer CH, Hu BS, Nishimura DG, et al. Fast Spiral Coronary Artery Imaging[J]. Magn Reson Med, 1992, 28(2):202-213.
- [7] Ehman R, Felmlee J. Adaptive Technique for High-definition MR Imaging of Moving Structures[J]. Radiology, 1989, 173(1):255-263.
- [8] Pipe JG. Motion Correction with PROPELLER MRI: Application

to Head Motion and Free-breathing Cardiac Imaging[J]. Magn Reson Med, 1999, 42(5):963-969.

- [9] Kirsten PNF, James GP, Bird CR, et al. PROPELLER MRI: Clinical Testing of a Novel Technique for Quantification and Compensation of Head Motion[J]. Magn Reson Imaging, 2001, 14(3):215-222.

(收稿日期:2006-03-21 修回日期:2006-05-29)

胸椎原发性恶性纤维组织细胞瘤一例

· 病例报道 ·

赵冬梅, 陈东, 文雯

【中图分类号】R445.2; R738.6 【文献标识码】D 【文章编号】1000-0313(2007)02-0204-01

病例资料 患者,男,64岁。因腰痛半年伴双下肢麻木、乏力,逐渐加重2个月入院。查体:Th₁₂平面以下感觉减退,以左侧偏重。双下肢肌力I~II级,左下肢直腿抬高试验50°阳性、右侧60°阳性,双侧Babinski征阳性,提睾反射消失,腹壁反射、肛门反射存在。

胸椎MRI示Th₁₁椎体骨质破坏、塌陷,Th₁₂椎体左上缘骨质侵蚀,呈稍长T₁、长T₂混杂不均匀信号,压脂序列上为混杂高信号(图1~3),椎体左后侧见不规则软组织影突入椎管内压迫硬膜囊和脊髓(图4)。MRI诊断:Th₁₁、Th₁₂椎体及椎弓根骨质破坏伴周围软组织肿块,考虑脊柱恶性肿瘤(转移瘤或恶性骨巨细胞瘤)。

手术所见:Th₁₁椎体破坏,Th₁₂部分椎体破坏,可见灰白色果冻样瘤体组织,约3.5cm×2.5cm,并突入椎管压迫脊髓,椎间盘无破坏。切除组织送病理检查(图5),病理诊断:恶性纤维组织细胞瘤。

讨论 原发性恶性纤维组织细胞瘤(primary malignant fibrous histiocytoma, MFH)是由原始间叶组织发生的向纤维组织细胞分化的恶性肿瘤,一般以四肢深部软组织、腹膜后多见^[1]。骨MFH一般原发于骨内,亦可继发于畸形性骨炎、骨梗死、多发性骨软骨瘤病等^[2]。据WHO统计,占原发性骨肿瘤的0.42%,占恶性骨肿瘤的0.78%。此瘤恶性度较高,切除后易复发和转移。近年来,已发现此肿瘤的变种有多形分层型、黏液型、巨细胞型、炎症型、血管瘤样型等。本病明显好发于男性,发病年龄较晚(50~70岁),仅血管瘤样型者可在20岁以前发病。影像学发现均以骨质破坏和软组织肿块为主^[3],如骨破坏局限于皮质表面、范围不大,而软组织肿块却很大时,应考虑本病的可能。平扫示肿瘤组织呈不均匀长或稍长T₁、长或稍长T₂信号,与正常骨组织分界清晰。含纤维组织成分较多的纤维瘤型MFH T₂WI上呈低信号。脂肪抑制序列增强扫描示肿瘤组织呈明显不均匀强化。在影像学上,本病需同纤维肉瘤、溶骨型骨肉瘤、淋巴瘤、溶骨性骨转移瘤鉴别;在组织学上,需同纤维肉瘤(梭形细胞多,鲕骨样结构)、骨肉瘤(肿瘤性成骨)鉴别。

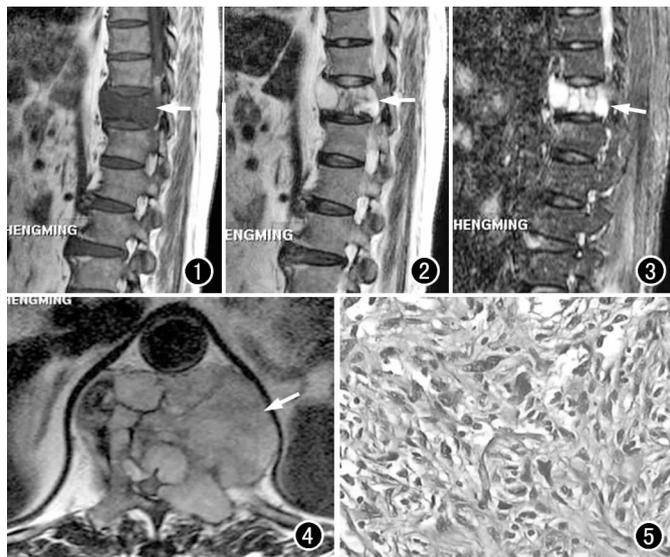


图1 矢状面T₁WI示Th₁₁椎体轻度压缩变扁,呈低信号改变(箭)。图2 T₂WI示Th₁₁椎体呈不均匀高信号(箭),相邻椎间盘未见明显异常。图3 脂肪抑制序列示Th₁₁椎体呈斑片状混杂高信号。图4 横断面T₂WI示Th₁₁椎体骨质破坏,椎体左后侧见不规则软组织肿块影(箭)及其内低信号分隔,肿块突入椎管压迫脊髓。图5 镜下示大量梭形细胞呈无定向排列,部分区域排列成车轮状,散在单核或多核瘤巨细胞、组织细胞,核分裂像多见(×200, HE)。

骨原发性MFH少见,易误诊为其他恶性骨肿瘤^[4]。MRI能清楚显示骨原发性MFH的病变部位、范围、轮廓以及其与邻近组织结构的关系,但没有特异性,其最后确诊需临床、影像和病理三者结合,病理检查是主要确诊手段。

参考文献:

- [1] 江浩. 骨与关节MRI[M]. 上海:科学技术出版社,2001. 535-536.
- [2] 陈焜贤. 实用放射学[M]. 北京:人民卫生出版社,2005. 970.
- [3] 肖建如,陈华江,滕红林,等. 脊柱恶性纤维组织细胞瘤临床诊治16例报告[J]. 中国脊柱脊髓杂志,2003,13(8):455-458.
- [4] 张景峰,王仁法,夏军,等. 骨原发性恶性纤维组织细胞瘤的MRI表现及其诊断价值[J]. 放射学实践,2005,20(4):349-352.

(收稿日期:2006-05-08)

作者单位:646000 四川,泸州医学院附属医院放射科

作者简介:赵冬梅(1981-),女,四川泸州人,医师,主要从事影像诊断工作。