

· 论 著 ·

# 胸腰椎后路钛合金脊柱内固定系统对术后 MRI 成像的影响

贺石生<sup>1\*</sup>, 杨永华<sup>2</sup>, 汪 剑<sup>3</sup>, 侯铁胜<sup>1</sup>

(1. 第二军医大学长海医院骨科, 上海 200433; 2. 江西省九江市第一人民医院骨科, 九江 332000; 3. 长海医院放射科)

**[摘要]** 目的:探讨胸腰椎后路钛合金脊柱内固定系统对术后 MRI 成像的影响。方法:对 12 例行胸腰椎后路钛合金脊柱内固定的患者术后进行 MRI 检查,然后对术后钛合金内固定伪影的特点及其对椎管内结构的影响进行分析。结果:钛合金内固定伪影的大小为内固定大小的 2~3 倍。在矢状面 T<sub>1</sub> 和 T<sub>2</sub> 加权和轴位 T<sub>1</sub> 加权上均可清晰显示脊髓和椎管内的结构。后路系统的连接棒伪影较小,只对紧邻的椎板和小关节处图像辨认有影响,对术后图像观察的影响较小。正确植入的椎弓根螺钉伪影也较大,主要影响对邻近部位椎管侧方、椎间孔、脊神经和后外侧突出的椎间盘等结构的观察。结论:胸腰椎后路脊柱钛合金内固定术后患者进行 MRI 检查时,应该尽量选择快速自旋回波序列进行扫描,当使用常规自旋回波序列扫描时,应尽量减少回波时间(echo time, TE)。在分析术后 MRI 图像时,应充分考虑到钛合金内固定伪影对图像的影响,结合患者的临床表现作出正确的判断。

**[关键词]** 胸椎;腰椎;钛;内固定器;磁共振成像;伪影

**[中图分类号]** R 687.32 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2006)11-1239-03

## Influence of posterior thoracic and lumbar titanium internal fixation system on magnetic resonance image

HE Shi-sheng<sup>1\*</sup>, YANG Yong-hua<sup>2</sup>, WANG Jian<sup>3</sup>, HOU Tie-sheng<sup>1</sup> (1. Department of Orthopedics, Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China; 2. Department of Orthopedics, the First People's Hospital of Jiujiang, Jiujiang 332000; 3. Department of Radiology, Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433)

**[ABSTRACT]** **Objective:** To discuss the influence of posterior thoracic and lumbar titanium internal fixation system on magnetic resonance image (MRI). **Methods:** Twelve patients who received thoracic-lumbar posterior titanium internal fixation system were subjected to MRI scanning. The artifact characteristics of titanium internal fixator and its influence on the spinal canal structure were analyzed. **Results:** The artifact size was 2-3 times that of the internal fixator. The details in the spinal canal and spinal cord were clearly displayed on the sagittal T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub> weighted images and axial T<sub>1</sub> weighted image. The link rod had small artifact and had influence on the images of adjacent lamina and facet, but had little influence on the observations after operation. The pedicle screw in the right position had considerable artifact, which influenced the images of lateral spinal canal, foramina, nerve root, and posterolateral herniated disc. **Conclusion:** Turbo spin echo sequence should be chosen for MRI scanning in patients implanted with posterior thoracic and lumbar titanium internal fixation system, with the echo time minimized. When reading the MRI images, the influence of titanium fixation system on the postoperative MRI should be considered in order to obtain the correct information of the patients.

**[KEY WORDS]** thoracic vertebrae; lumbar vertebrae; titanium; internal fixators; magnetic resonance imaging; artifacts

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2006, 27(11): 1239-1241]

MRI 是脊柱外科诊断和治疗中十分重要的检查手段,它不仅有助于确立疾病诊断,而且对治疗后疗效的评价和随访起到重要的作用。CT 和平片对骨组织显像、脊柱稳定性判定十分有效,但 MRI 检查对于显示脊髓、神经组织以及判定外科干预后原发病灶的转归具有独特的优越性。在脊柱外科中,常常需要使用金属内固定物,如钢板、螺钉、棒和钢丝等,这些内固定物常常靠近脊髓,在检查时会产生伪影,妨碍术后的评价和随访。理想的内固定植入物应该既能够满足生物力学的需要,又能够清楚地显示脊柱的结构,将伪影减少到最低。由于铁磁类的金属植入物会产生明显的伪影并可使图像结构变

形,从而使术后的 MRI 检查几乎没有任何意义。钛是一种非铁磁性的金属,它有良好的耐腐蚀性、生物相容性好、柔韧性强和重量轻等特点,目前广泛用作金属植入物的材料,然而有关各种钛金属植入物对术后脊柱 MRI 的影响目前仍不完全清楚,本研究对 12 例使用胸腰椎后路钛合金脊柱内固定系统患者术后的 MRI 进行了分析,以探讨胸腰椎后路钛合金内固定对脊柱脊髓成像的影响。

[作者简介] 贺石生,博士,主治医师。

\*Corresponding author. E-mail: hss7418@yahoo.com.cn

### 1 材料和方法

12 例患者,男性 7 例,女性 5 例,平均年龄 42 岁,椎弓根螺钉固定的部位为胸腰段或腰段,4 例患者为外伤,8 例患者为退行性腰椎不稳、滑脱。腰椎外伤患者进行了后路的减压、复位及内固定,而腰椎不稳患者则进行了后路的减压、椎间盘摘除、固定及植骨融合术。患者所用的内固定系统均为枢法模公司的 TSRH、CDM8,强生公司的 Moss Miami 及史赛克公司的 XIA 椎弓根螺钉内固定系统,材料为钛合金(Ti-6Al-4Va),棒的直径为 5.5 mm,螺钉的直径为 5.5~6.5 mm,长度为 30~55 mm。患者术前术后均进行颈椎 MRI 检查,1 例用 0.5 T 的超导 MRI 系统,5 例用 1.0 T 的超导 MRI 系统,6 例用 1.5 T 的超导 MRI 系统,所有患者均进行矢状位的 TSE T<sub>1</sub> 加权像(T<sub>1</sub>-WD)和 TSE T<sub>2</sub> 加权像(T<sub>2</sub>-WD),以及轴位的 TSE T<sub>1</sub> 加权像(T<sub>1</sub>-WD)扫描,部分患者因为诊断的需要还进行了 G<sub>0</sub>DTPA 的增强扫描及脂肪抑制的扫描。所有术后的 MRI 图像均进行图像质量的评价,主要评估内容为:内固定图像伪影的大小、内固定变形程度、内固定周围软组织是否变形及变形程度、是否影响重要结构和病变的辨认以及检查的安全性等。

### 2 结果

所有患者均顺利完成 MRI 检查,没有出现任何不适反应。MRI 扫描序列图像中可以看到钛合金内

固定物的伪影,伪影的大小为内固定大小的 2~3 倍,基本能够辨认出原来内固定物的形状,从 MRI 的图像上可以看到,钛合金内固定植入物本身在 T<sub>1</sub> 和 T<sub>2</sub> 加权上都表现为低信号,其边缘在 T<sub>1</sub> 和 T<sub>2</sub> 加权上都有明确分界线的高信号区。在矢状面 T<sub>1</sub> 和 T<sub>2</sub> 加权和轴位 T<sub>1</sub> 加权上均可清晰显示脊髓和椎管内的结构,在 T12 平面可见高亮度内固定伪影(图 1A)。后路系统的连接棒伪影较小,只对紧邻的椎板和小关节处图像辨认有影响,而此部位往往不是术后 MRI 的观察重点,因而对术后图像观察的影响较小(图 1B)。椎弓根螺钉钉尾部伪影较大,对紧邻的椎板和小关节处图像辨认有影响,正确植入的椎弓根螺钉伪影也较大,主要会影响对邻近部位椎管侧方、椎间孔、脊神经和后外侧突出的椎间盘等结构的观察(图 1C)。伪影干扰的强度随着与钛合金植入物的距离增加而逐渐减少,贴近内固定的骨结构在任何序列上都不能看清楚,在与椎弓根螺钉部位及邻近的轴位图像伪影大,明显干扰了椎管内的信号,难以分辨脊髓、脑脊液、神经根等结构;在与横向连接器平行的轴向切面伪影也较大,但由于距离椎管较远,脊髓、脑脊液、神经根等结构可以辨别清楚;在无横连接及椎弓根螺钉的部位,内固定棒的伪影较小,且由于钛合金植入物距离椎管较远,因而能够较清楚地分辨椎管内的结构。随着磁场强度的增大,内固定的伪影增大,在 0.5 T 的磁场中,内固定的伪影较小,而在 1.5 T 的磁场中,内固定的伪影则比较大。

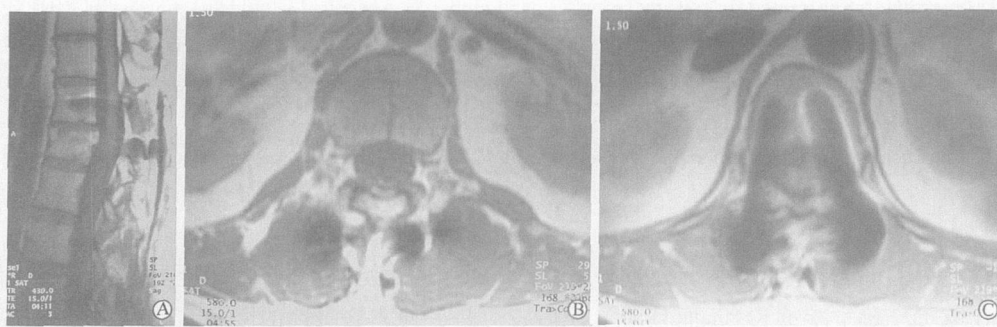


图 1 MRI 检查时伪影的形态 TSE

Fig 1 Artifact of internal fixator on turbo SE sequence scanning

A:Sagittal T<sub>1</sub>-weighted scan clearly displayed the details of spinal canal. The artifact of internal fixator was found on the T12 level, with high signal intensity area. B:Axial T<sub>1</sub>-weighted scan also clearly displayed the details of spinal canal. The artifact of connecting rods was small and had little effect on the posterior part of lamina. C:Axial T<sub>1</sub>-weighted scan on the pedicle screw level had obvious artifact, which influence the images of the lateral spinal canal, foramina, and nerve roots

### 3 讨论

3.1 钛合金植入物行 MRI 检查的安全性 近年来,各种新型的脊柱内固定系统广泛应用于脊柱疾

患的治疗,但通常的铁磁性金属植入物在进行 MRI 检查时植入物和高强度的磁场之间会产生多种作用,包括金属植入物的移位或脱出、植入物和周围组织的发热、图像伪影等。而钛是非铁磁性的,它在静

止的磁场中不会产生偏转应力,另外诱导电流对植入物和周围组织的加热作用也是可以忽略的,在本组患者中我们也观察到所有的患者进行 MRI 检查时均无不适反应,我们在随访病例中也没有观察到 MRI 检查导致脊柱内固定移位的现象,目前亦未见有 MRI 检查导致钛合金内固定物移位的报道。因而可以认为使用钛合金脊柱内固定系统的患者可以安全地进行 MRI 检查。

**3.2 金属植入物产生伪影的原理及影响因素** 金属材料产生伪影的原因是:(1)金属易造成局部磁场不均匀和自旋质子失相位;(2)自旋质子的频率和相位异常造成空间定位错误;(3)金属材料在射频脉冲激发下产生涡电流,也会造成局部磁场不均匀,这种作用相对较弱,但却是非铁磁性材料产生伪影的基础。所以铁磁性材料和非铁磁性材料均能产生伪影,前者的伪影更明显<sup>[1]</sup>。

伪影不仅使图像上局部解剖结构变形,而且会扩大到远处,严重影响图像质量。如何减小伪影对图像的干扰一直是医生关心的问题,可以采取以下几种措施:(1)合理选择金属材料。如钽、钛等伪影较弱,口腔材料中的银汞合金、纯金、钯等贵重材料以及陶瓷无伪影。镍、钴和铁有严重伪影。值得一提的是:一些不锈钢合金中的原材料无磁性,但经过冷处理会产生铁磁性。另外有时合金中掺入极少量铁磁性物质,便会引起明显伪影。(2)频率编码梯度和选层梯度比相位编码梯度更易受金属材料的磁化率作用影响,频率编码的方向可控制伪影出现的方向,因而选择频率编码方向时,需尽可能使伪影避开感兴趣区。另外成像平面的选择应当尽量避开或减少包括金属材料。(3)短回波时间、低磁场强度、宽读出频带和小体素可减轻伪影。(4)在自旋回波、快速自旋回波、梯度回波等常用磁共振检查序列中,梯度回波序列因无 180 脉冲而最易受伪影影响。自旋回波序列只有一个 180 脉冲,伪影仍较明显;而快速自旋回波序列有数个 180 脉冲,且 180 脉冲和回波间隔很短,所以自旋质子不易失相位,伪影最轻。有学者认为快速自旋回波序列 T<sub>2</sub> 加权图像能减轻骨科金属材料的伪影,与自旋回波序列相比,快速自旋回波序列能提供较多的图像信息,而且回波链越长,回波间隔越小,则伪影越轻。另外短回复时间反转回复序列伪影也轻<sup>[2]</sup>。

**3.3 钛合金植入物磁共振检查参数的选择** 磁共振成像原理比较复杂,其扫描序列和参数变化多端。在脊柱脊髓部位最为常用的序列有自旋回波脉冲序列、反转恢复脉冲序列及梯度回波脉冲序列等,有时

还需要通过使用造影剂来增加组织之间的对比度、抑制脂肪信号等手段来获得满意图像。近年来发展的快速自旋回波序列是常规自旋回波序列的一大突破,它大大缩短了扫描的时间并可以获得良好的图像。

Wang 等<sup>[3]</sup>对自旋回波序列的各种扫描参数进行对比后发现,脊柱钛合金内固定患者在使用自旋回波序列进行扫描时,当回波时间(echo time, TE) = 16 ms 和重复时间(repetition time, TR) = 500 ~ 600 ms 的 T<sub>1</sub> 加权及 TE = 60 ms 和 TR = 1 300 ~ 1 600 ms 的 T<sub>2</sub> 加权时图像质量最好。Petersilge 等<sup>[4]</sup>对脊柱钛合金内固定患者使用自旋回波序列、梯度回波脉冲序列和快速自旋回波序列的 MRI 成像结果进行了比较,证实快速自旋回波序列进行扫描图像质量最好,而如果使用常规的自旋回波序列扫描时 TE 应该最小化。Matsuura 等<sup>[5]</sup>对 3 种钛合金含量和成分稍有不同的脊柱钛合金内固定(Acromed/ Isola, AO/ Synthes, Sofamor/ Danek)的 MRI 成像进行了比较,他们发现 3 种内固定磁共振成像伪影的大小和形态无明显区别。另外,减少脊柱钛合金内固定成像参数设置还包括:减少磁场强度、缩短 TE 时间、增加读出梯度、减少体素等<sup>[6]</sup>。

因此,后路脊柱钛合金内固定术后患者进行 MRI 检查时,应该尽量选择快速自旋回波序列进行扫描,当使用常规自旋回波序列扫描时,应尽量减少 TE。医生在分析术后 MRI 图像时应该充分认识到钛合金内固定的伪影对图像的影响,以去伪存真,结合患者的临床表现作出正确的判断。

#### [参考文献]

- [1] 贺石生,侯铁胜,汪 剑. 钛合金钢板对颈椎前路术后患者磁共振成像的影响[J]. 上海医学, 2003, 26: 853-854.
- [2] 林 江. 金属植入物和磁共振检查[J]. 上海生物医学工程杂志, 1999, 20: 57-59.
- [3] Wang JC, Sandhu HS, Yu WD, et al. MR parameters for imaging titanium spinal instrumentation[J]. J Spinal Disord, 1997, 10: 27-32.
- [4] Petersilge CA, Lewin JS, Duerk JL, et al. Optimizing imaging parameters for MR evaluation of the spine with titanium pedicle screws[J]. AJR Am J Roentgenol, 1996, 16: 1213-1218.
- [5] Matsuura H, Inoue T, Konno H, et al. Quantification of susceptibility artifacts produced on high-field magnetic resonance images by various biomaterials used for neurosurgical implants. Technical note[J]. J Neurosurg, 2002, 97: 1472-1475.
- [6] Lee MJ, Janzen DL, Munk PL, et al. Quantitative assessment of an MR technique for reducing metal artifact: application to spine echo imaging in a phantom[J]. Skeletal Radiol, 2001, 30: 398-401.

[收稿日期] 2006-09-06

[修回日期] 2006-11-03

[本文编辑] 曹 静