

## 口腔金属材料对磁共振成像的影响

金玲燕 综述,林 军 审校

(浙江大学医学院附属第一医院口腔科,浙江 杭州 310003)

**[摘要]** 磁共振成像(MRI)技术是目前头颈部疾病最常用的影像学诊断技术之一。金属及合金在口腔科应用非常广泛,在MRI中形成的伪影可造成信号强度减弱、图像变形及无信号区,严重影响图像质量,这些材料的使用限制了磁共振成像在头颈部的应用。文中就口腔常用金属材料对磁共振影像的影响,阐述了核磁共振成像伪影的产生及原理,口腔内金属修复体所形成的伪影对磁共振成像的影响,核磁共振序列选择及不同的图像权重与伪影的关系,以及如何预防和减小伪影,以供临床实践参考。

**[关键词]** 磁共振成像;牙科合金;义齿,局部,固定

**[中图分类号]** R 445.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1008-9292(2009)03-0328-05

### Influence of dental metallic materials on MR imaging

JIN Ling-yan (*Department of Stomatology, The First Affiliated Hospital, College of Medicine, Zhejiang University, Hangzhou 310003, China*)

**[Abstract]** Magnetic resonance imaging (MRI) technique is one of the most commonly used imaging diagnostic techniques for pate diseases at present. Metal and alloy are commonly used in dental practice. The artifacts on MRI caused by metal and alloy may result in attenuation of signal intensity, image distortion and signal loss, which severely influences imaging quality. So these materials confine the application of MRI on pate. In this paper, the influence of dental metallic materials on MRI is discussed. It expounds the generation and principals of MR artifacts, the influence of artifacts of metal dental prosthetic restoration, the effects of choosing different MR sequences and imaging weight on MRI, as well as how to prevent and diminish artifacts, to provide reference for clinical practice.

**[Key words]** Magnetic resonance imaging; Dental alloys; Denture, partial, fixed

[ J Zhejiang Univ (Medical Sci), 2009, 38(3): 328-332. ]

磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)技术是目前头颈部疾病最常用的影像学诊断技术之一。由于其软组织分辨力高,对头颈部病变的诊断具有重要意义。但是,这项具有重要诊断价值的检查方法对一些带有金属植入患者被列为禁忌。这是因为进行MRI检查时,在磁场力的作用下,具有铁磁性的金属会出现发

热、移位、投射等现象,并形成金属伪影,影响MRI检查的安全性和可靠<sup>[1-2]</sup>。优秀的MRI必须是在较强信号下保证空间分辨率及对比度,且图像中伪影最小。金属及合金在口腔科应用

收稿日期:2007-10-22 修回日期:2008-08-15

作者简介:金玲燕(1982-),女,硕士研究生,主要从事口腔修复研究和临床工作;E-mail:stophor@163.com.

非常广泛,在MRI中形成的伪影可造成信号强度减弱、图像变形及无信号区,严重影响图像质量,这些材料的使用限制了磁共振成像在头颈部的应用<sup>[3-5]</sup>。对这个问题已有不少学者进行了相关方面的研究,我们就口腔常用金属材料对磁共振影像的影响作一综述,以供临床实践参考。

### 1 核磁共振成像伪影的产生及原理

核磁共振成像是利用原子核在磁场内共振所产生信号经重建成像的一种成像技术。人体组织的生物氢质子群在外加静磁场中发生的变化,通过环绕在人体周围的接受圈接收后产生感应电流,将该电流放大并转换成数字信号,经计算机处理后即获得磁共振图像。但由于MRI是多平面和多参数成像,成像过程复杂,易产生伪影。MRI伪影是指磁共振仪在扫描或图像产生的过程中发生各种影像失真,它包括解剖结构和信号强度的失真。如果检查时患者体内有金属异物,一方面在不断变化的磁场中,在强磁场的作用下金属物体可能发生位移,从而给患者造成不必要的伤害<sup>[6]</sup>。另一方面磁化率大的金属植入物在梯度磁场的作用下产生局部磁场,干扰主磁场的均匀性,从而在该金属部位周围形成伪影,使图像无法辨认。金属材料引起的伪影又称为磁敏感伪影,分为铁磁性金属伪影与非铁磁性金属伪影,产生伪影大小与金属材料的磁化率及磁场强度相关,磁化率越大,磁场强度越高,产生伪影越大<sup>[7-8]</sup>。铁磁性金属的磁化率较大,进入磁场后,使磁力线高度集中在铁磁性金属上,严重破坏了磁场均匀性,对成像的危害最大。其伪影的特征是信号畸变严重,铁磁物体周围组织呈大片无信号区,使周围组织器官发生信号错位而变形。非铁磁性金属的磁化率小于铁磁性金属,在磁场中使其周围的主磁场或局部磁场并无大的改变,当施加高速变化的梯度磁场时,在非铁磁性物质中感应出电流产生局部磁场,一方面使信号空间错位,另一方面使质子离相加速信号损失。其伪影为圆形的低或无信号区,边缘呈高信号环带,使相应区域影像消失、模糊,组织和结构变形等。

### 2 口腔内金属修复体所形成的伪影对磁共振成像的影响

临床影像学表明,口腔修复体的磁性可以影响到头颅、颈椎、脊髓、内耳等部位的核磁共振图像。有学者<sup>[9-11]</sup>对口腔内常用金属材料作了磁共振成像测试研究显示,金、银、钛、银汞合金对磁共振成像无影响,即不产生伪影。钛合金、不锈钢全冠、医用不锈钢丝、钴铬合金和镍铬合金对磁共振成像有不同程度的伪迹干扰,尤以镍铬合金的干扰最为严重,并且镍含量高产生的变形大,因为镍是具有较强的铁磁性的金属,但含钛的镍铬合金在MRI图像中形成的伪影相对较小。纯钛属弱磁质,对MRI的影响很小<sup>[12-13]</sup>,镍铬合金中钛元素的增加是否改变了该合金的磁性,从而减小了MRI图像中的伪影尚需进一步证实。Fache<sup>[14]</sup>在研究不同牙科材料的成分和导磁性时发现,导磁性越高的材料产生的伪影面积也越大,但同时他也认为,一种材料的导磁性不能仅从其组成成分简单预测。比如在纯钛金属中,加入少许顺磁质乃至强磁质,不仅不会改变物质的导磁性,反而会增加耐受力。这也使我们不能仅根据某种合金材料的成分就轻易推测出其对MRI的影响。但在临床应用中应尽量减少高镍含量的修复材料的使用。

此外,研究显示<sup>[15-16]</sup>,磁共振伪影的大小与口腔金属修复体的大小,数目以及几何形状密切相关。这是因为修复体体积的增加,静磁场不均匀的区域也增加,这就加大了修复体与人体组织之间的磁敏感性差异。同时,相参与失相位的质子数也会增加。在两者的共同作用下,大的修复体所产生的伪影必然会大一些。含金属的固定桥的干扰信号区域呈椭圆形,与固定桥长轴一致,其最大影响范围约为固定桥近远中径的2倍,颊舌径的4倍。临床上可根据具体情况,分析需检查部位与金属材料之间的距离和位置关系,有选择地拆除金属材料,以防金属伪迹影响诊断。

### 3 核磁共振序列选择及不同的图像权重与伪影的关系

序列是磁共振机硬件组件的工作时间表,

通过序列设计,也就是通过对MR机组件工作顺序和持续时间的调整,可以得到不同速度、对比度的图像,进而完成临床诊断与科学研究的任务。采用不同的扫描序列,磁共振图像中的伪影大小有明显差别。有学者<sup>[17-19]</sup>对头颈部常规及快速成像序列中伪影进行对比研究,得出相同合金中自旋回波序列(spin echo,SE)伪影最小,比较适用于口腔内有金属植入体的头颈部MRI检查;梯度回波(gradient echo,GE)序列伪影较大,单次激励平面回波成像(echo planner imaging,EPI)序列伪影最大且图像变形。这是由于自旋回波序列使用 $180^\circ$  RF聚相脉冲,翻转磁场不均匀与梯度场产生的相位离散总和,而梯度回波仅翻转由梯度磁场产生的相位离散,在磁场中金属材料破坏了磁场均匀性,因此梯度回波序列产生的伪影大于自旋回波序列。EPI序列采用振荡式梯度进行频率及相位编码,该序列的磁敏感程度极高,对磁场均匀性的要求较高,由此产生的伪影最大且使图像变形。因此,对口腔内有金属植入体的患者不宜用该成像技术。

与此同时,磁共振图像伪影大小也与图像权重有关<sup>[20]</sup>。磁共振图像亮度直接反映了人体组织的MR信号的强度。各种不同组织MR信号有不同的特点,因此,在磁共振检查中,往往通过在同一序列中调整时间参数,如TR(repetition time)、TE(echo time)值等方式以获得突出组织特性参数的图像(即加权图像)。例如在自旋回波序列中调整TR、TE值可分别得到主要反映组织质子密度特征的图像,即质子密度加权像(短TE、长TR);主要反映组织T1弛豫特性的图像,即T1加权像(短TE、短TR);主要反映组织T2弛豫特性的图像,即T2加权像(长TE、长TR)。

因此,了解不同序列的特点以及各种不同组织MR信号特点,对于提高磁共振检查中针对性地使用各种不同的扫描序列来显示不同组织结构的信号特征,对于减小磁共振图像伪影大有裨益。

#### 4 预防和减小伪影的途径

MRI上伪影的存在干扰了医师对疾病作

出正确诊断。为此,在作口腔临床修复时,应提醒患者意识到这一点,尽可能选择贵金属修复材料,但由于贵金属费用较高,还会有不少人选择非贵金属。鉴于此情况,如何预防和减小伪影来提高MRI的质量已成为临床上关注的焦点。为此,学者们建议,在进行MR检查前对口腔金属材料作如下处理:对可摘除的金属材料修复体,无论有无伪影,在MR检查前一律摘除,以防万一。对不可摘除部件可按如下处理:银汞合金填充物、银尖根管填充物、金质冠桥等不产生伪影的可不予拆除。对能产生伪影的不可摘除修复件,需仔细检查。如牙体缺损、残根残冠的修复中无成品根管钉、牙用固位钉、成品椿钉、铜合金制作的嵌体、镍铬合金制作的冠桥,以及镍铬不锈钢结扎丝等。上述金属可在临床检查和口腔X线摄片时查明,此类金属材料视其铁磁性大小,会在口腔颌面部产生伪影,并可沿频率编码方向扩散到脑部。根据所检查的病变部位和伪影的严重程度,作上述部位MR检查时,有时需要拆除这些材料。如果拆除有困难,则可通过合理选择成像序列和参数来减轻伪影,如使用FSE序列进行检查。有学者提出选择短回波时间、宽读出频带和小体素可减轻伪影。在实际工作中,学者们还发现,金属伪影还具有沿频率编码方向延伸的特点,因此在某些情况下,可通过改变频率编码方向尽量使伪影避开感兴趣区,同时横断面扫描还可通过适当倾斜扫描层面,避开金属假牙而使伪影的影响降低。

另外,再介绍一种能有效消除金属伪影的技术——美国GE公司研发的螺旋桨成像(periodically rotated overlapping parallel ellipses hancedre construction, PROPELLER)技术<sup>[21-22]</sup>。这是一种全新的k空间采集技术,被形象地称为螺旋桨技术。它与传统的快速自旋回波(FSE)等脉冲序列最大的区别是:后者的k空间充填方式是在相位方向上互相平行,它在采集1次回波后充填1行k空间,由上往下逐行充填直至填满,只有k空间正中区域内的数据对图像的对比度、信噪比起决定作用。与FSE序列的k空间相位数据的平行式充填方式不同,PROPELLER技术的相位数据充填方式是

旋转式充填。这种填充模式以一定厚度的“叶片”采用旋转的方式填充k空间的数据。“叶片”的宽度即1次采集的相位数,也就是回波链长度。在k空间充填时,每次采集数据的“叶片”的中心点位置是固定的,然后顺1个方向旋转,在k空间的边缘部分,旋转的叶片顺序连接,形成1个完整的圆形,完成1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“叶片”虽然只旋转1周(代表采集1次数据),但是中心部分的数据由于重叠式充填,使得其数据量明显多于边缘部分,而中心部分主要决定图像的对比度、信噪比,因此,同样是1次采集数据,PROPELLER T2WI的信噪比、对比度远远高于常规的FRFSE T2WI。在k空间数据中,每个“叶片”的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进行图像重建。在合成图像时,剔除运动幅度大且具有较低权重的失真数据,从而消除了运动伪影和磁敏感性伪影。PROPELLER技术使k空间中心区域被反复充填拥有大量详实的数据,而周边区域的数据也有相当部分的重叠,因此经过这样去伪存真的处理后,不仅有足够的数据去重建1幅完整的图像,而且较传统MR图像有更高信噪比和对比噪声比。

总而言之,随着MR检查的日益增加,口腔科应尽量避免使用上述引起严重伪影的固定修复材料,例如,普通铸造桩可改为纤维桩。对于已装载上金属材料修复体的可通过上述途径减小伪影,以提高磁共振图像的质量。

#### References:

- [1] NEW PJ, ROSEN B R, BRADY T J, et al. Potential hazards and artifacts of ferromagnetic and nonferromagnetic surgical materials and nonferromagnetic surgical materials and devices in nuclear magnetic resonance imaging [J]. *Radiology*, 1983, 147: 139-148.
- [2] SHEILOCK F G, CURTIS J S. MR imaging and biomedical implants, materials and devices; an updated review [J]. *Radiology*, 1991, 180: 541-550.
- [3] LAAKMAN R W, KAUFMAN B, HAN J S, et al. MR imaging in patients with metallic implants [J]. *Radiology*, 1985, 1570: 711-714.
- [4] GRAV C F, REDPATH T W, SMITH F W, et al. Pre-surgical dental implant assessment by magnetic resonance imaging [J]. *J Oral Implantol*, 1996, 22(2): 147-153.
- [5] KANEDA T, MINAMI M, CURTIN H D, et al. Dental bur fragments causing metal artifacts on MR images [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 1998, 19(2): 317-319.
- [6] KANAL E, SHELOCK F G, TALAGALA L. Safety considerations in MR imaging [J]. *Radiology*, 1990, 176: 593-606.
- [7] WOODWARD P, SOHAHEY R, WAGNER B J, et al. *MRI for Technologists* [M]. New York: McGraw-Hill Inc, 1995: 233-243.
- [8] SHAFIEI F, HODA E, TAKAHASHI H, et al. Artifacts from dental casting alloys in magnetic resonance imaging [J]. *J Dent Res*, 2003, 82(8): 602-606.
- [9] FINN E J, CHIRO G D, BROOKS R A, et al. Ferromagnetic material in patients; detection before MR imaging [J]. *Radiology*, 1985, 156: 139-141.
- [10] SHELOCK F G. MR imaging of metallic implants and materials; a compilation of the literature [J]. *AJR*, 1988, 151: 811-814.
- [11] LISSAC M, METROP D, BRUGIRARD J, et al. Dental materials and magnetic resonance imaging [J]. *Invest Radiol*, 1991, 26: 40-45.
- [12] BUI F M, BOTT K, MINTCHEV M P. A quantitative study of the pixel-shifting, blurring and nonlinear distortions in MRI images caused by the presence of metal implants [J]. *J Med Eng Technol*, 2000, 24: 20-27.
- [13] THOMSON M, SCHNEIDER U, BREUSCH S J, et al. Artifacts and ferromagnetism depend on different metal alloys in magnetic resonance imaging; an experimental study [J]. *Orthopade*, 2001, 30: 540-544.
- [14] FACHE J S, PRICE C, HAWBOLT E B, et al. MR imaging artifacts produced by dental materials [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 1987, 8: 837-840.
- [15] DAI Y Y, GAO P Y. A preliminary study of the ghost with metal materials on MR imaging [J]. *Mudem Stomatol*, 2002, 16(1): 24-25.

- [16] SUN Ying-lin, LIU Yu-hua (孙樱林, 刘玉华). The effects of the fixed prosthesis made of Ni-Cr alloy on MRI [J]. **Journal of Modern Stomatology** (现代口腔医学杂志), 2007, 21(1): 72-74. (in Chinese)
- [17] ZHAO Hai-tao, LU Jun, WEI Meng-qi, et al (赵海涛, 陆军, 魏梦琦, 等). Study on MRI artifact of dental metallic material [J]. **Chinese Medical Equipment Journal** (医疗卫生装备), 2003, 24(6): 3-5. (in Chinese)
- [18] KANEDA T, MINAMI M, CURTIN H D, et al. Dental bur fragments causing metal artifacts on MR images [J]. **AJNR Am J Neuroradiol**, 1998, 19(2): 317-319.
- [19] KAZUYUKI M, KAWAI T, MURAKAMI S, et al. A method of reducing susceptibility artifacts in MRI of the head and neck region [J]. **Oral Radiol**, 1996, 13(1): 45-49.
- [20] GRAY C F, REDPATH TW, SMITH FW, et al. Pre-surgical dental implant assessment by magnetic resonance imaging [J]. **Oral Implantol**, 1996, 22(2): 147-153.
- [21] GLOVER G H, PAULY J M. Projection reconstruction techniques for reduction of motion effects in MRI [J]. **Magn Reson Med**, 1992, 28(2): 275-289.
- [22] ARFANAKIS K, TAMHANE A A, PIPEJG, et al. K-space undersampling in propeller imaging [J]. **Magn Reson Med**, 2005, 53(3): 675-683.

[责任编辑 张荣连]

(上接第327页)

- [34] SHEN W, LIU H, YU Y. Proteomic analysis of cellular responses to different concentrations of anti-benzo (a) pyrene-7, 8-dihydrodiol-9, 10-epoxide in human amniotic epithelial FL cells [J]. **J Proteome Res**, 2007, 6(12): 4737-4748.
- [35] WU M, SHEN J, ZHAN J, et al. dUTP Pyrophosphatase, its appearance in extracellular compartment may serve as a potential biomarker for N-methyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine exposure in mammalian cells [J]. **Proteomics**, 2006, 6(10): 3001-3007.
- [36] SHEN W, LIU H, YU Y. Translation initiation proteins, ubiquitin-proteasome system related proteins, and 14-3-3 proteins as response proteins in FL cells exposed to anti-benzo [a] pyrene-7, 8-dihydrodiol-9, 10-epoxide [J]. **Proteomics**, 2008, 8(17): 3450-3468.
- [37] BEGLEY T J, SAMSON L D. Network responses to DNA damaging agents [J]. **DNA Repair (Amst)**, 2004, 3(8-9): 1123-1132.
- [38] WORKMAN C T, MAK H C, McCUINE S, et al. A systems approach to mapping DNA damage response pathways [J]. **Science**, 2006, 312(5776): 1054-1059.
- [39] LU X, SHAO J, LI H, et al. Early whole-genome transcriptional response induced by benzo [a] pyrene diol epoxide in a normal human cell line [J]. **Genomics**, 2009. (in print)

[责任编辑 张荣连]