

MRI 常见伪影的评价

· 影像技术学 ·

吴光耀 孙骏谟 黄雄

【摘要】 目的: 分析 MRI 成像过程中常见伪影, 认识伪影特征、形成原因及限制与消除伪影的方法。方法: 随机抽取 200 份存在伪影的 MR 照片, 将其大致分为运动伪影、磁敏感性伪影、卷褶伪影及部分容积效应和装备伪影及其它等四类。比较伪影特征、无信号区大小、几何失真、空间模糊度、及序列与参数不同搭配的影响。结果: 运动伪影 131 份, 在相位编码方向上受累部分环行、条弧形等间断性伪影; 磁敏感性伪影 25 份, 其中金属等顺磁性物质伪影 14 例, 因匀场和抗磁性物质使磁场均匀性差 11 例, 表现在物体周围低信号盲区、图形畸变; 卷褶伪影及部分容积效应 29 份, 在相位编码方向视场外的解剖结构移到下一张图像的一端和因部分容积效应病灶信号及形态特点不能被准确反映; 装备伪影及其它 23 份。其中最常见装备伪影化学位移伪影是在频率编码方向沿水和脂肪界面黑色或白色的条弧形阴影。其它如截断伪影、拉链伪影等。结论: 正确认识伪影及其产生的原因, 能更有效地限制和消除伪影。

【关键词】 磁共振成像 伪影 技术

【中图分类号】 R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1009-0313(2001)04-0221-03

Evaluation of MRI artifacts WU Guangyao, SUN Junmo, HUNAG Xiong. Department of MRI, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Hubei 430071

【Abstract】 Objective: To understand the artifact's characteristics and its causes and to investigate the methods to limit or eliminate the ghosts by analyzing common MRI artifacts. **Methods:** MR artifacts in 200 copies of films randomly selected, were analyzed and divided into four types. The followings were compared: artifact's characteristics, the size of no signal region, geometric distortion, the degree of spatial blur and sequences with different parameters. **Results:** Motion artifacts (n=131) showed interleaved circular or arch ghost in the direction of phase. Susceptibility artifacts (n=25) including metal paramagnetic material artifacts (n=14) and poor homogeneity (n=11) caused by shimming and nonparamagnetic material, showed no signal or low signal area and figure distortion. Wraparound artifacts and partial volume effect (n=29) showed anatomic structure shift to next picture in the direction of phase, and the indistinct signal or shape of the lesion for partial volume effect. Among implement artifact and the miscellaneous (n=23), the most common artifact was chemical shift artifact, which showed black or white bandarch ghost along the surface between water and fat. **Conclusion:** The artifacts can be more effectively limited and eliminated by understanding the artifact's appearances and its causes.

【Key words】 Magnetic resonance imaging Artifact Technique

伪影(又称鬼影 Ghost)是指成像和信息处理过程中人体并不存在的错误特征, 致使图像质量下降。核磁共振因多序列、多方位、多参数成像, 成像原理及过程复杂, 成像时间长, 是出现伪影最多的一种影像技术。表现形式多样, 目前其分类尚未完全统一^[1]。本文将实践中常见伪影分为四类, 认识伪影表现, 探讨其产生原因及限制与消除伪影的方法。

材料与方法

200 份经两位副高以上职称的医师确认存在伪影的 MR 照片, 其中头部 50 份, 颈部 15 份, 胸部 25 份, 腹部 40 份, 脊柱 40 份, 四肢关节 30 份。

本组资料在 Marconi 公司 Edger Eclipse 1.5T 超导磁共振机上完成, 梯度场强 27mT/min。配备有 FSE、EXPRESS、EPI、FAST、RF-FAST、CE-FAST 等快速成像序

列; IR、STIR、FLAIR、Slinky MRA 等成像技术; 可搭配 MAST(运动伪影抑制技术)、PREFSAT(预饱和)、WALKINGST(行走饱和)、CHEMICALSAT(化学饱和)、FATSAT(脂肪饱和)、RAM(零填充)等技术参数。根据受检测部位的不同要求, 进行合理选择。

据伪影产生的原因, 将常见伪影分为运动伪影、磁敏感性伪影、卷褶伪影及部分容积效应和装备伪影及其它等四类。比较伪影的信号及形态特征、无信号区的大小、几何失真、图形畸变程度、空间模糊度等。

结 果

1. 运动伪影 131 份

包括出现于身体各部位的随意性运动(如身体躁动、咀嚼、吞咽运动等)伪影及心脏大血管搏动、呼吸胃肠运动、血流脑脊液搏动等生理性运动伪影, 呈现周期性, 与运动方向有关。表现为相位编码方向受累部分环行、条弧形、葫芦串状等间断性伪影, 像素位移, 图像

作者单位: 430071 湖北省, 武汉大学中南医院 MRI 室
作者简介: 吴光耀(1971~), 男, 湖北石首人, 硕士研究生, 主要从事磁共振功能成像研究。

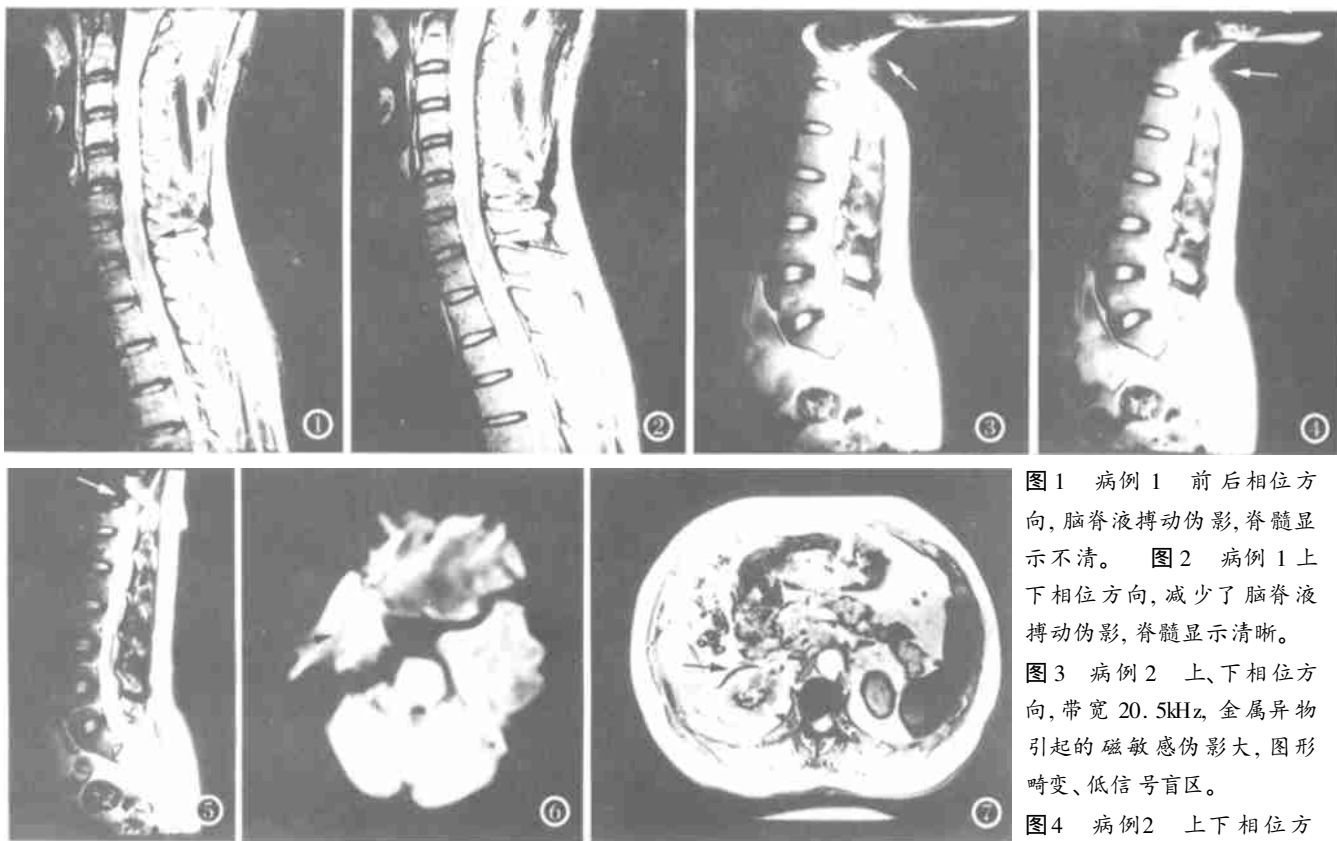


图 1 病例 1 前后相位方向, 脑脊液搏动伪影, 脊髓显示不清。图 2 病例 1 上下相位方向, 减少了脑脊液搏动伪影, 脊髓显示清晰。图 3 病例 2 上、下相位方向, 带宽 20.5kHz, 金属异物引起的磁敏感伪影大, 图形畸变、低信号盲区。图 4 病例 2 上下相位方向, 带宽 31.25kHz, 磁敏感伪影减轻。图 5 病例 2 前后相位方向, 带宽 31.25kHz, 伪影形态改变。图 6 病例 3 EPI 颅底因含气结构及骨头与脑组织间出现的磁敏感伪影。图 7 病例 4 肾周围出现的化学位移伪影。

模糊, 质量降低。争取病人的合作, 减少和消除随意运动; 选择矩形视野及快速扫描序列, 缩短扫描时间; 搭配 MAST、预饱和等技术等参数, 增加信号平均次数, 使用门控技术, 屏气扫描, 相位编码重排技术等, 能有效限制运动伪影; 改变相位编码方向, 回避运动伪影对兴趣区的干扰(图 1、2)。

2. 磁敏感性伪影 25 份

其中金属异物(如术后银夹、矫形物、假牙、避孕环等)及一些顺磁性物质(纹身、假睫毛等) 14 例; 因匀场差和抗磁性物质改变了磁场的均匀性(如在垂体、鼻窦、肺脏、肠腔等部位空气与组织界面、骨与组织界面) 11 例。表现在物体周围出现低信号盲区, 图形畸变、空间错位、几何失真。有效匀场, 增加带宽, 改变相位方向能减轻磁敏感伪影的影响(图 3~6)。

3. 卷褶伪影和部分容积见于身体各个部位 29 份

卷褶伪影是在相位编码方向上视场以外的解剖结构移到下一张图像的一端; 检查时将直径最小的部分放在相位编码方向上, 增加 FOV, 用过采样抗卷褶和预饱和技术及表面线圈的应用等能避免卷褶伪影。部分容积效应是病灶的信号强度和形态特征得不到准确的反映, 使病灶影像特征模糊。改用薄层扫描, 选用小体

素, 避免部分容积效应。

4. 装备伪影及其它 23 份

其中化学位移伪影是最常见的装备伪影, 见于水和脂肪组织界面, 如肾和肾周脂肪、盆腔、椎间盘和椎体间等, 在频率编码方向沿水和脂肪组织界面出现黑色或白色的条弧形阴影(图 7)其它如截断伪影在颅骨与脑表面、胸椎与胸腔等因高信号跃迁在读出频率方向出现环形黑白条纹; 在图像中央出现拉链状伪影等。

讨 论

运动伪影: 运动伪影是由于周期性运动频率与相位编码频率不一致, 相位编码时间长, 频率编码时间短, 使磁化组织的相位移动。在 Fourier 变换叠加信号时, 主要在相位方向, 发生空间错位, 图像模糊。模糊的程度与运动幅度、重复时间和激励次数有关^[2]。当血流垂直于扫描层面时产生信号丢失和矛盾增强。在 90° RFP(射频脉冲)与 180° RFP 间受激励的质子流出, 信号丢失为流空效应; 流入增强是指流入预饱和层面质子仍能磁化而呈高信号; 与相位或频率编码方向成角的运动由于空间编码不一致造成相位移动。由于 MRI 采集时间长, 应争取病人的合作, 减轻病人的幽闭

恐惧心理; 让病人处于舒适的体位, 加上相应的外固定, 必要时应用适量的镇静麻醉剂减少身体躁动, 消除随意性运动伪影。优化成像序列, 选择矩形视野及快速扫描序列, 缩短扫描时间, 如使用多回波链序列 FSE、EXPRESS(半傅立叶采集相位对称技术)、EPI(平面回波成像)、扰相及重聚焦梯度回波等; 搭配 MAST^[3]、预饱和及脂肪抑制等技术参数; 屏气扫描、相位编码重排技术、呼吸门控减轻呼吸运动伪影; 相位编码重排技术是指因运动伪影发生在高幅度相位编码级比低幅度相位编码级小, 将最大相位编码放在呼气末, 膈肌运动最大, 将最小相位编码放在吸气末, 膈肌运动最小, 而达到相位重排, 只增加 15% 的时间。心电图、脉搏门控减轻相关伪影, 但扫描时间增加, 相对增加了运动伪影出现的机率; 增强信号激励次数, 信号因累加而增强, 噪声平均而分散, 但扫描时间将会成倍增加。

磁敏感性伪影: 磁敏感性是指进入磁场物体的磁化程度, 其伪影是因磁场不均匀及磁场变形时产生。可以是金属异物及一些顺磁性物质, 它们形成一个附加场, 使磁场不均匀, 破坏了梯度的线性关系, 干扰信号强度, 影响空间位置, 波及磁性物体外相当一段距离。金属异物伪影另一原因来自涡电流产生的振荡磁场, 干扰磁场的均匀性。匀场差和有抗磁性物质的两种组织界面造成磁场不均匀, 表现为物体周围出现低信号盲区, 图形畸变、几何失真。有效的匀场, 增加带宽, 改变相位方向减轻磁敏感伪影的影响。检查时尽量取出金属异物, 使用 MARS(Metal artifact reduce sequence) 序列 VAT(view angle tilting) 技术能限制金属异物伪影^[4,5]。VAT 是在读出梯度的同时, 使用相同幅度的选择梯度作为补偿梯度, 用于矫正空间变形和磁场不均匀性。VAT 不增加扫描时间, 但可降低信噪比。

卷褶伪影和部分容积效应: 卷褶伪影是被检测部位超出视野范围, 在相位编码方向上 FOV 以外的解剖结构移到下一张图像的一端。在相位编码方向上相位移动超出了相位周期, 视野外的信号频率高出视野内的信号, 由于数据采集的间断性, 将视野外的高频信号误认为低信号, 而移到下一张图像的一端, 而发生在频率编码方向上 FOV 以外的信号在数据采集时被过滤器排除掉。检查时将直径最小的部分放在相位编码方向上, 或增加 FOV, 用抗卷褶过采样技术、在相位编码方向上增加视野外编码的范围, 应用表面线圈及 PREST 技术等能够完全消除卷褶伪影。部分容积效应是选择的层面较厚或病变较小骑跨在扫描层之间, 病灶的信号强度和形态特征得不到准确的反映, 产生模

糊的影像。改用薄层扫描, 选用小体素, 可避免部分容积效应。

装备伪影: 化学位移伪影是最常见的装备伪影, 常见于水和脂肪组织的界面^[6]。由于质子受所处化学环境的影响, 在水分子氧原子带负电荷, 有吸引电子的趋势, 剩下较少的电子在氢核周围, 产生局部的抗磁性非常弱, 屏蔽效应非常小; 相反在脂肪分子中 $-CH_2$ 碳原子几乎没有从氢原子周围吸引电子, 剩下大量的电子在氢原子周围, 抗磁性较强, 产生较强的屏蔽效应。根据 Larmor 方程, 水分子和脂肪分子的质子共振频率即化学位移的差异相对较大, 使水和脂肪沿频率方向移位, 造成空间错位。图像上在器官的一侧呈白色的条弧影, 而另一侧为黑色暗带。化学位移伪影与主磁场强度成正比, 与可变带宽成反比。通过改变相位和频率编码方向、加大带宽、减小 FOV、用脂肪抑制技术等可有效抑制化学位移伪影。

其它如截断伪影是由于信号过高发生跃迁, 经傅里叶变换时, 模数转换的带宽不足以处理如此高的信号, 在两个环境界面如脂肪与肌肉、颅骨与脑表面、胸椎与胸腔等产生信号振荡, 在读出频率方向出现环形黑白条纹。增加矩阵、零填充技术等可有效地抑制截断伪影。拉链伪影可能是由于发射器漏电到接受器通道, 或者不完善的 180° RFP 致使错误的自由感应信号, 或不正确的数模转换器偏置等。

除此之外, 在 MR 成像过程中还有许多种伪影, 如交叉伪影、层间干扰伪影等。随着 MR 的迅速发展, 新的成像技术的不断引入, 新的伪影将会不断出现。只有正确认识伪影及伪影产生的原因, 方能根据实际情况, 优化成像序列, 有效地限制、减少和消除伪影, 提高图像和诊断的质量。

参考文献

- 1 高元桂, 蔡幼铨, 蔡祖龙, 等. 磁共振诊断学[M]. 北京: 人民军医出版社(第一版), 1993. 52.
- 2 Joseph PM. Artifacts: atlas of magnetic resonance imaging of the brain and spine[M]. New York: Raven press, 1991. 10.
- 3 Pattany IM. Motion artifact suppression technique (MAST) for MR imaging[J]. J Comp Assit Tomogr, 1987, 11(3): 369-370.
- 4 Van der venne JE. Clinical application of orthopediac materials: metal artifact reduce using view angle tilting[M]. Chicago: 84-98 RSNA Annual meeting (Book of abstract). 465.
- 5 Osien RV, Cocurver V. Clinical application of a new method of metal artifact suppression on MR imaging[M]. Chicago: 84-98 RSNA Annual meeting (Book of abstract). 612.
- 6 Dwyer AJ. Frequency shift artifacts in MR imaging[J]. J Comp Assit Tomogr, 1985, 9(1): 16-18.

(2000-12-14 收稿)