

# 胎儿磁共振成像序列的对比研究及应用

胡军武, 王伟, 孙子燕, 夏黎明, 王承缘

**【摘要】 目的:**比较单次激发快速自旋回波序列(SSFSE)和快速成像稳态采集序列(FIESTA)对胎儿解剖结构和病变的显示能力,探讨两种快速成像序列在胎儿MRI中的临床应用价值。**方法:**82例中晚期妊娠孕妇行单次激发快速自旋回波序列和快速成像稳态采集序列扫描,并根据图像平均信号强度、图像质量和图像伪影等方面对两个序列在胎儿解剖结构和病变的显示能力方面做出统计学分析。**结果:**两种序列对胎儿解剖结构和异常病变的显示各有优点和不足,SSFSE和FIESTA均能清楚显示胎儿正常脏器的解剖结构和异常病变。SSFSE的平均信号强度和分辨力要高于FIESTA序列,但其呼吸伪影要比FIESTA序列明显,而对于液体的显示FIESTA要优于SSFSE。**结论:**SSFSE序列和FIESTA序列对胎儿的不同组织其显示能力不同,所以根据病情做出不同的选择是非常重要的。

**【关键词】** 胎儿; 磁共振成像; 单次激发快速自旋回波; 快速成像稳态采集

**【中图分类号】** R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2006)06-0623-03

**Comparative Study and Evaluation of MR Sequences in Fetus Imaging: SSFSE versus FIESTA** HU Jun-wu, WANG Wei, SUN Zi-yan, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, P. R. China

**【Abstract】 Objective:** To compare the application of single-shot fast spin-echo (SSFSE) sequence with fast imaging employing steady-state acquisition (FIESTA) sequence for the delineation of anatomic structure and disease in fetus and to explore the clinical value of two series of fast imaging for MRI of fetus. **Methods:** 82 women with middle and late pregnancies were imaged with SSFSE and FIESTA sequences. All the images were statistical analyzed with regard to average signal intensity, imaging quality and artifacts. **Results:** With both sequences, both merits and shortage were found in the delineation of anatomic structures and disease in fetus, respectively. Normal anatomy and lesions can be clearly displayed with both series. The average signal intensity and resolution of images with SSFSE were higher than that of FIESTA, but with more respiratory blurring; while FIESTA was much better than SSFSE for the detection of fluid. **Conclusion:** SSFSE and FIESTA have different ability for demonstration of different tissues of the fetus, so it is important to select the imaging sequences reasonably according to the specific diseases to be detected.

**【Key words】** Fetus; Magnetic resonance image; Single shot fast spin-echo; Fast imaging employing steady acquisition

胎儿磁共振成像技术已成为超声成像技术的重要补充手段,超声成像技术一直作为胎儿发育和疾病诊断的首选方法。但超声成像的视野小,空间分辨力和组织分辨力低,同时由于孕妇孕期腹腔的特殊结构和胎儿生长发育快等因素,导致超声成像技术有时对结论模棱两可。而MR可以任意断面成像、且成像的视野大,不受孕妇肥胖、羊水多少和胎儿骨性结构等影响,是超声成像技术的一种有效补充检查方法<sup>[1]</sup>。近年来,有不少学者对胎儿MRI进行了研究<sup>[2-4]</sup>,认为MRI技术对妊娠中晚期胎儿的疾病诊断有独特的优势。本文通过胎儿磁共振成像序列的对比研究,旨在探讨磁共振快速成像序列在妊娠中晚期胎儿影像中的

应用价值。

## 材料与方法

本组82例胎儿,均是经B超诊断或怀疑有胎儿畸形后,在超声检查后2~3d行磁共振检查。孕妇年龄20~32岁,平均24.3岁;孕龄20~38周,平均为25.6周;其中第1胎67例,第2胎15例。中枢神经系统畸形:42例,其中7例无脑畸形、4例前脑无裂畸形,4例脑膜脑膨出、1例脊柱裂、3例Dandy-Walker综合征、2例蛛网膜囊肿、3例脑穿通畸形、1例脑裂畸形,17例脑积水;胸部畸形:13例,其中8例先天性肺囊性腺瘤样畸形、2例隔离肺、3例先天性膈疝。腹部畸形:17例,其中1例肝脏囊肿、1例卵巢囊肿、2例多囊性肾发育不全、2例肾积水、3例肾缺如、1例腹股沟疝、4例脐膨出、2例腹裂畸形,1例腹壁肿瘤。骨骼肌肉畸形:10例,其中5例羊膜带综合征,2例短肢畸形,3例囊性水瘤。

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院(胡军武、孙子燕、夏黎明、王承缘);438400 湖北,红安县人民医院放射科(王伟)

作者简介:胡军武(1962-),男,湖北汉川人,主要从事MRI技术的工作。

设备及参数:使用 GE1.5T Signa EXCITE MR 仪,梯度场 40mT/m,切换率 150T/(m·s),8 通道体部相控阵线圈。孕妇仰卧位或侧卧位,足先进。在孕妇盆腔冠状面定位像的基础上,再根据胎儿在宫腔的体位和观察目的行胎儿矢状面、冠状面和轴面的扫描。  
①单次激发快速自旋回波(single-shot fast spin echo, SSFSE)序列,扫描参数:TR 2100 ms,TE 90 ms,矩阵 224×224,视野 44 cm×44 cm,激励次数 0.5,带宽 62.5 kHz;  
②快速成像稳态采集(fast imaging employing steady acquisition, FIESTA)序列,扫描参数:TR 4.2 ms,TE 1.4 ms,矩阵 224×224,视野 44 cm×44 cm,激励次数 0.5,带宽 62.5 kHz,翻转角 60°,层厚、层间距视胎儿部位及大小而定。除序列本身固定参数无法统一外,其余参数尽量保持一致。

影像分析:主要就 SSFSE 序列的 T<sub>2</sub>WI 和 FIESTA 序列 T<sub>2</sub>\*WI 对胎儿解剖结构或异常病变进行比较,包括分级和定量分析。由 2 位富有经验的 MRI 诊断医师分别进行盲法阅片,分级评价参照 Yamashita 等<sup>[3]</sup>的方法分为 3 个层次:①显示不清,胎儿脏器结构和周围结构不能区分,计做 0 分;②尚能显示但图像模糊,胎儿脏器结构和周围结构可区分,但其内部结构显示不清,计做 1 分;③显示清晰,MR 图像不但可清晰区分胎儿脏器结构和周围结构,而且还可显示该结构的一些细微结构,计做 2 分。

定量分析,取两个序列同层面胎儿胎头、内脏及孕

妇椎体等处的平均信号强度值;并将获得的数据用 SPSS 10.0 软件行 *t* 检验。

## 结果

SSFSE 与 FIESTA 序列相比,两者均能清晰显示胎头、胎儿内脏器解剖结构(图 1、2)以及胎盘、脐带等附属结构,二者对胎儿肢体骨骼和肌肉均分辨不清,但 FIESTA 显示液体信号如脑脊液、各部位的囊性病变最好(图 2)。平均信号强度定量分析发现,经测量 SSFSE 的平均信号强度比 FIESTA 高出 3~5 倍,而且 SSFSE 与 FIESTA 的平均信号强度具有相关性, $n=164, r=0.557, P=0.005$ ,配对 *t* 检验, $t=12.526, P<0.001$ ,SSFSE 与 FIESTA 序列的平均信号强度差异具有显著性意义。SSFSE 序列的图像中孕妇呼吸伪影较 FIESTA 序列明显,但不影响胎儿正常解剖和异常病变的显示(图 3)。

两种序列对 82 例胎儿的解剖结构和异常病变的显示各有优点和不足,图像分级评价平均评分结果见表 1。

表 1 图像分级评价平均评分结果

解剖结构或异常	FIESTA 序列	SSFSE 序列
胎头	1.5	1.6
胎儿脊柱	1.5	1.5
胎儿内脏	1.7	1.7
胎盘、脐带	1.8	1.5
胎儿肢体骨骼	1.0	1.0
脑脊液及囊性病变	1.8	1.5

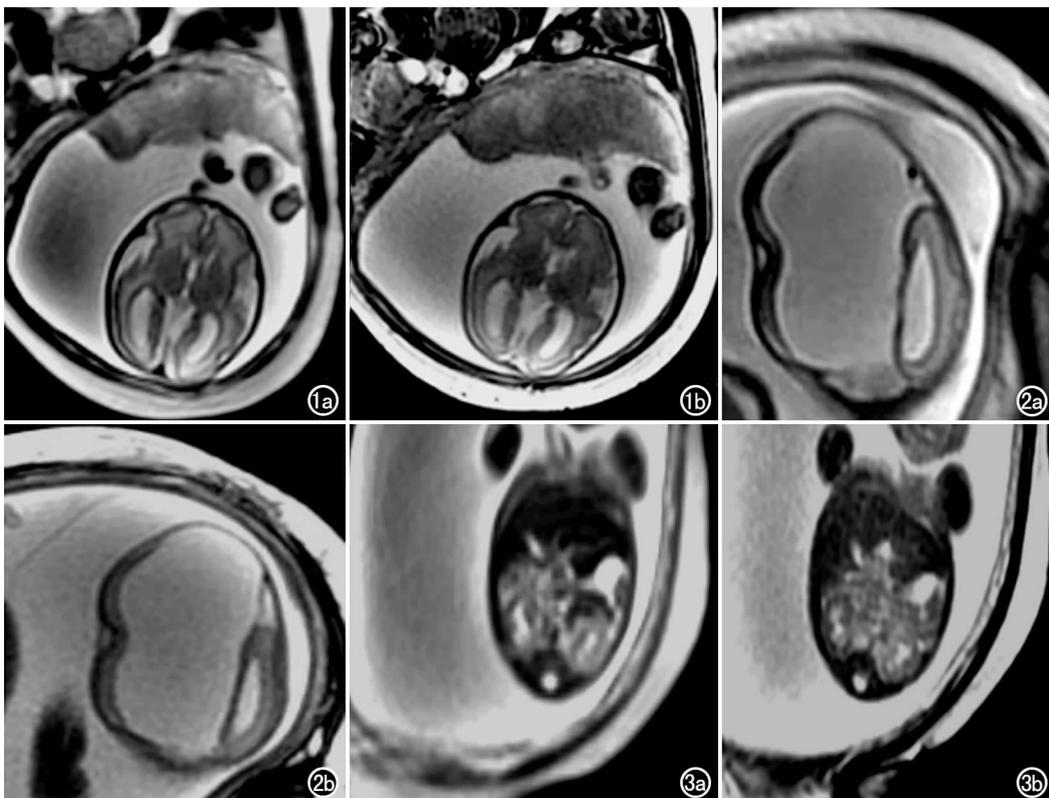


图 1 孕 30 周胎儿。MR 两个序列均清楚显示胎儿颅内结构。a) SSFSE 序列; b) FIESTA 序列。

图 2 孕 30 周胎儿。胎儿脑穿通畸形。FIESTA 显示羊水和脑脊液较 SSFSE 亮。a) SSFSE 序列; b) FIESTA 序列。

图 3 孕 28 周胎儿。胎儿腹腔脏器,SSFSE 序列的伪影相对要明显。a) SSFSE 序列; b) FIESTA 序列。

## 讨 论

SSFSE 与 FIESTA 的原理及序列组织特征。SSFSE 又称为半傅立叶采集单次激发快速自旋回波,特点是一次  $90^\circ$  RF 脉冲后用连续  $180^\circ$  RF 脉冲,有时用  $150^\circ$  RF 脉冲代替  $180^\circ$  RF 脉冲以缩短时间,产生多个自旋回波信号又称回波链,回波链数目即回波链长度(echo train length, ETL),扫描时一般用 128 个  $180^\circ$  RF 脉冲产生 128 个回波链,每个  $180^\circ$  RF 脉冲间期,在频率编码方向上填写一排(256 个)K-空间数据,共填写 128 行 K-空间,完成略大于 K-空间一半的填写,数据填写方式称为 K-空间轨迹,根据 K-空间数据具有轴对称性,另一半 K-空间可以通过对称性来求出,所得图像矩阵为  $256 \times 256$ 。由于能快速采集原始数据,大大地缩短了扫描时间,因此 SSFSE 可以“冻结”胎儿的运动。另外,SSFSE 保留了与 FSE 相似的组织信号特征,而且在 SSFSE 中,由于使用了大量  $180^\circ$  RF 脉冲,产生了磁化传递作用和  $T_2$  滤过效应,使 SSFSE 序列具有亮“水”作用,即富含水的组织与病灶会产生信号增强作用<sup>[5]</sup>。而胎儿的组织成分中水的比重较大,诸于以上特点,SSFSE 特别适合于对胎儿的扫描。但是 SSFSE 序列由于使用很长的 ETL,导致 K-空间每行数据间的衰减差异加大,这意味着 K-空间相邻数据点之间出现跳跃。数据跳跃在傅立叶变换时会出现错误,使 SSFSE 图像较 FSE 模糊(图 3),且由于 ETL 较长,在 ETL 末尾回波信号已显著衰减,使图像的信噪比下降。在使用 SSFSE 行胎儿扫描时,应灵活的选择较长的 TE 值,有利于提高图像的 SNR,因为,使用长的 TE 值可以采集更多回波链之前的回波信号。

FIESTA 是一种完全平衡的稳定相干成像脉冲序列。脉冲序列使用完全平衡梯度来对各 TR 间期结束时的横向磁化进行相位重聚(re-phase)。对于每个短 TR,所生成的信号强度都独立于 TR 之外,与  $T_2/T_1$  比率相关<sup>[5,6]</sup>。因此可以提高液体信号的显示率,但却压制了低  $T_2/T_1$  比率的软组织的信号。更重要的是,短 TR 是维持自旋相位相干的基础。相位相干又是维持相干横向磁化及消除因相位转移磁化率而引起的伪影所必须的。因此,只有使用非常短的 TR,即

TR 远小于  $T_2$ ,才能发挥 FIESTA 的优势。FIESTA 序列对胎儿成像具有以下优点:①有较好的图像清晰度;②几乎没有运动伪影。但 FIESTA 对磁场均匀度要求比较高。

胎儿检查的适应证包括孕妇过度肥胖、子宫腺肌瘤病、羊水过少、胎儿复杂畸形、胎儿已入盆。但应注意,第一个三月期禁止作胎儿 MRI 检查。尽管 MRI 对胎儿的解剖结构显示清晰,但对孕妇在 3 个月内是否可行 MRI 检查仍有争论。大多数学者认为对孕龄为 3 个月内的胎儿行 MRI 检查时要持慎重态度,主要是此时胎儿处于胚胎形成及发育的重要时期,胎儿各脏器结构尚不清晰,MRI 对此无优势。但在孕程的中、后期,胎儿各脏器发育基本形成,磁场对其干扰较小,对胎儿的发育成长判断有较好的显示,尤其是 B 超怀疑胎儿有脏器发育畸形及胎儿肿瘤时 MRI 可以作为强有力的补充检查<sup>[6]</sup>。本组病例均在孕 20 周以后。

经比较分析,两种序列对于胎儿的解剖结构和异常病变均能显示。SSFSE 显示胎儿胎头灰质和白质及脏器结构略胜于 FIESTA,但 FIESTA 显示液体信号如脑脊液,各部位的囊性病变又较 SSFSE 好。

### 参考文献:

- [1] Fefgus VC, Orit AG, Aliya Qayyum, et al. Fetal MRI: a Developing Technique for the Developing Patient [J]. AJR, 2004, 182 (2): 243-252.
- [2] Levine D, Barnes P, Edelman R, et al. Obstetric MR Imaging [J]. Radiology, 1999, 211(3): 609-617.
- [3] Yamashita Y, Namimoto T, Abe Y, et al. MR Imaging of the Fetus by a HASTE Sequence [J]. AJR, 1997, 168(4): 513-519.
- [4] McCarthy SM, Filly RA, Stark DD, et al. Obstetrical Magnetic Resonance Imaging: Fetal Anatomy [J]. Radiology, 1985, 154(2): 427-432.
- [5] Chung HW, Chen CY, Zimmerman RA, et al.  $T_2$  Weighted Fast MR Imaging with True FISP Versus HASTE: Comparative Efficacy in the Evaluation of Normal Brain Maturation [J]. Am J Roentgenol, 2000, 175(5): 1375-1380.
- [6] 张中伟, 罗柏宁, 潘碧涛, 等. 真实稳态进动快速成像  $T_2$  加权序列在胎儿 MRI 中的应用 [J]. 中国医学影像杂志, 2002, 12(4): 272-275.

(收稿日期: 2006-03-24)