论 著 文章编号:0253-3626(2008)10-1239-04

磁共振胎儿成像显示宫内胎儿面貌

蔡 萍,黎 川,王 健,黄学全,谢 兵,王 新,周代全,何 强,巫北海
(第三军医大学附属西南医院放射科,重庆 400038)

【摘 要】目的:采用单次激发厚层快速自旋回波(Single-shot turbo spin echo,SSTSE)序列行磁共振胎儿成像(Magnetic resonance fetography,MRF),评价其作为胎儿三维重建的一种替代方法的可行性。方法:2006 年 4 月至 2008 年 2 月间,对产前超声筛查诊断或怀疑胎儿存在先天性缺陷以及染色体检查异常的孕妇 164 例,169 个胎儿,在常规胎儿 MRI 半傅立叶单次激发快速自旋回波(Half-fourier acquired single shot turbo spin echo,HASTE),真实稳态自由进动(True fast imaging with steady precession,true-FISP)序列 T2 加权成像(T2-weighted imaging,T_2WI)序列和二维快速小角度激发(Fast low angle shot,FLASH)T1 加权成像(T1-weighted imaging,T_1WI)序列基础上行 MRF。结果:所有 MRF 成像均一次成功。在一幅 MRF 图像上可观察到宫内胎儿的比率,胎儿光滑的表面,突出于胎儿表面的正常结构以及胎儿的四肢。51 例胎儿体内的含液器官病理性扩张或萎陷,28 例胎儿病理性积液,10 例胎儿囊性病变,15 例胎儿体表畸形和 17 例肢体畸形,以及 16 例母体肾盂积水和 13 例囊性病变在穿透胎儿表面后,也同时显示。MRF 上未能显示 27 例在 T_2WI 上为低信号的胎儿器官异常。结论:MRF 提供了一种具有三维立体感的胎儿整体图像,能在 1 幅图像上同时捕捉胎儿的一些解剖和病理,半透明状态和整体表现相结合是对胎儿的一种全新显示,MRF 具有快速、多方位、多次重复成像的特点,可以作为胎儿三维成像的一种替代方法。

【关键词】胎儿;磁共振成像;成像技术
【中国图书分类法分类号】R814.42 【文献标识码】A 【收稿日期】2008-08-23

MR fetography with a single-shot thick-slab turbo spin-echo sequence

CAI Ping, et al
(*Department of Radiology, Southwest Hospital, the Third Military Medical University*)

【Abatract】 *Objective*: To evaluate the use of a singl-shot thick-slab turbo spin-echo sequence in fetal magnetic resonance (MR) as an alternative to three-dimensional reconstructions. *Methods*: From April 2006 to February 2008, 169 fetal MR examinations were obtained for various indications (18th to 40^{+3}th gestational weeks) on a 1.5 T unit using a phased-array body surface coil after informed consent. A single-shot thick-slab (20~100mm) turbo spin-echo was performed, as compared with our conventional protocols, including thin multislice T2-weighted HASTE and true-FISP sequence and T1-weighted 2D FLASH sequence. *Results*: In images obtained with this method, the whole fetus could be recognized at once. Fetal surface normal and abnormal structures and fetal extremities were displayed on a single image. In addition, cystic mass, fluid-filled cavities and pathology were recognizable; "shining" through the fetal surface could be depicted. Pathological fluid accumulations could be delineated, as well as maternal cystic mass, fluid-filled cavities and pathology. *Conclusion*: MR fetography with thick-slab method offers a global overview of fetal pathology or anatomy that may be captured in one image. The combination of overall appearance and translucency provides a new look at the fetus. MRF has the advantage of repeated imaging at different orientations and different view angles quickly with high quality. It is considered an alternative to 3D reconstructions.
【Key words】 Fetus; Imaging techniques; Magnetic resonance imaging

作为产前超声重要辅助手段的胎儿核磁共振成像(Magnetic resonance imaging,MRI),常规扫描所采集的一系列二维图像,很难单独由 1 副图像整体反映胎儿及其附属器官,需要阅片者一层一层地进行分析和跟踪。采用容积重建技术所得胎儿三维重建图像伪影大,后处理耗时较长,难以推广。本研究采用单次激发厚层快速自旋回波(Single-shot turbo spin echo,SSTSE)序列行磁共振胎儿成像(Magnetic resonance fetography,MRF),评估其作为胎儿三维重建的一种替代方法的可行性。

作者介绍:蔡 萍(1970-),女,主治医师,博士,
研究方向:乳腺与女性生殖系统。

1 材料和方法

1.1 研究对象

2006 年 4 月至 2008 年 2 月期间，因产前超声筛查诊断或怀疑胎儿存在先天性缺陷以及染色体检查异常的孕妇 164 例（5 个双胎），共 169 个胎儿由产科提出申请行 MRI 检查，孕妇年龄 20~39 岁，平均（27.7 ± 4.5）岁，孕龄 18~40^{+3} 周孕，平均（30 ± 5）周孕。

1.2 仪器与设备

Siemens Avanto 1.5T 超导型全身磁共振扫描仪，相控阵列体部表面线圈。

1.3 磁共振扫描方法

1.3.1 检查前准备 检查前告知孕妇 MRI 的安全性，并与孕妇签署知情同意书。受检前嘱孕妇排空膀胱。采用仰卧位，足先进，鼓励晚孕者左侧卧位，不使用镇静剂和造影剂。

1.3.2 MRF 检查方案 在所获得的常规 T_2WI 上大致了解胎儿的大小、位置及病变，使用 SSTSE 序列行胎儿矢状和冠状位扫描，TR/TE=4 550 ms/750~985 ms，矩阵：384 × 308，FOV：170~350 mm，回波链长度：256，翻转角：180°，层厚随胎儿大小或身体部分或病变部位而不同，范围约：20~100 mm。尽量避开胎盘和子宫壁，扫描时屏气，1 次扫描获得 1 幅厚层投射图像，单层采集时间为 5 s，根据病情调整层块角度作不同方位重复 3~7 次扫描。

2 结 果

所有胎儿常规扫描和 MRF 成像均一次成功。所有孕妇均能配合，无 1 例因中途不适而退出。

2.1 正常胎儿 MRF 改变

羊水量正常情况下，MRF 显示为：在一个黑色的背景中，子宫内亮白高信号的羊水衬托下，整个胎儿显示为多种层次、不同灰度的结构。胎儿表面光滑连续，突出于胎儿表面的正常结构如额、鼻、上下唇、下颌、耳廓、外生殖器等在高信号羊水的衬托下表现为不同灰度的低信号；胎儿四肢在高信号羊水衬托下也显示为不同灰度的低信号，指、趾的细微结构清晰可辨；同时胎儿体内正常充满液体的器官如眼球、脑室、脑池、蛛网膜下腔、口腔、口咽、气管及左右主支气管（甚至段支气管）、双肺、胃泡、胆囊、肾盂、输尿管、膀胱表现为不同程度的高信号，在邻近的低信号对比下清晰可见；胎儿脑、脊髓、椎管、心影在高信号脑脊液和肺组织的衬托下也清晰显示；而胎儿脑实质、甲状腺、心脏、肝脏、脾脏、肾上腺、肾实质、结肠、骨等实质器官和大血管显示不清；小肠呈斑点状稍高信号或者低信号。

2.2 胎儿畸形的 MRF 改变

胎儿体内含液体器官的病理性扩张和萎陷表现为高信号结构增宽或消失，本组病例中脑积水 24 例、尿路扩张 21 例、食管、胃十二指肠闭锁共 4 例，先天性胆总管囊肿、小眼畸形各 1 例，采用不同角度旋转扫描，有利于显示狭窄或梗阻的部位（图 1）。本组 28 例胎儿体内的病理性积液也表现为高信号，如胸腔积液、腹水、胎儿皮肤水肿（图 2）。胎儿体内的囊性病变包括水囊状淋巴管瘤 3 例，畸胎瘤 3 例，卵巢囊肿、肺腺瘤样畸形、支气管囊肿、膈下肺



40 mm 层厚磁共振胎儿成像显示扩张的肾盂肾盏，以及梗阻部位（短箭头），同时显示脐带绕颈（长箭头）

图 1 双肾盂输尿管连接处梗阻胎儿（29^{+5} 周孕）

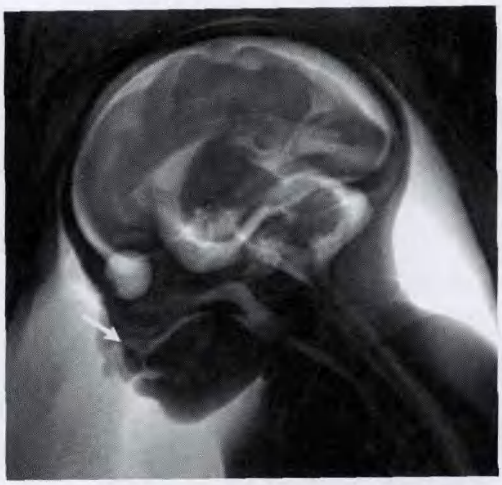


80 mm 层厚磁共振胎儿成像矢状位显示胎儿腹前壁膨出的疝囊以及混杂高信号的肠管（长箭头）。同时显示少量腹水（短箭头），脐带绕颈

图 2 脐膨出胎儿（26^{+2} 周孕）



A.30 mm 层厚冠状位磁共振胎儿成像



B.30 mm 层厚矢状位磁共振胎儿成像，缺损显示为充满羊水的高信号(箭头)

图 3 双侧完全型唇腭裂胎儿(27^{+5} 周孕)

隔离症各 1 例，表现为高信号，其内的分隔表现为低信号。在高信号羊水衬托下，突出于胎儿表面的一些病理结构如寄生胎 1 例，颅缝早闭、小头畸形、露脑畸形各 1 例，脐膨出 4 例，腹裂畸形 2 例，肢体畸形 17 例，以及胎儿表面的缺损如 5 例唇腭裂也在羊水衬托下也能整体显示(图 2、3)。另外 16 例母体肾盂积水和 9 例骶管囊肿，4 例卵巢囊肿也同时呈高信号显示。27 例在 T_2WI 上为低信号的胎儿器官异常 MRF 未能显示，包括 11 例先天性心血管畸形，4 例单侧肾缺如，2 例单侧或双侧肾脏发育不良，5 例结肠肛门闭锁，多脾畸形、先天性马蹄肾、异位肾、肾上腺缺如、无肾盂积水的双输尿管畸形各 1 例。

3 讨 论

为了更好地理解胎儿复杂的器官和病理解剖，以及出生前的手术模拟和制定治疗计划，人们利用各种后处理技术，对 HASTE 序列采集的二维 T_2WI 图像用手工的方法描绘出感兴趣器官的边缘轮廓，再进行容积重建[1]。但是胎儿和母体的呼吸运动限制了一系列连续扫描层面的获取，层厚也相对较大(3~5 mm)，重建图像伪影较大，而且缺乏光滑的轮廓，尤其难以评价胎儿运动较频繁的四肢，而且耗时较长，难以推广。如何在一幅图像上就可以捕捉到子宫内的整个胎儿及其病理改变呢？我们尝试利用胎儿解剖、病理高含水量特点和羊水环境，运用磁共振水成像原理，采用 SSTSE 序列行磁共振胎儿成像。国内尚未见将这种成像序列应用于胎儿的报道，国外也少见报道[2-4]。

磁共振水成像(MR hydrography，MRH)是利用相对静止的液体具有很长 T2 弛豫值呈高信号，周围组织短 T2 弛豫值呈低信号的特点，应用较长的重复时间 (TR>3 000 ms) 及特长的回波时间(TE>150 ms)，产生重 T2 效果，把周围的实质器官和快速流动的血液信号压低(变黑)，从而使含液体器官显影且信号更加突出。目前，临床上应用的 MRH 主要包括磁共振胰胆管成像(MR Cholangiopancreatiography，MRCP)、磁共振泌尿系成像(MR urography，MRU)、磁共振椎管成像(MR myelography，MRM)。半傅立叶采集单层激发快速自旋回波是一种新开发的水成像技术，不需要重建后处理，采集时间极短，减少了运动伪影，同时应用相控阵线圈，采用脂肪抑制技术，不但提高了信噪比和对比度，而且很大程度上提高了空间分辨率，能有效地观察胰胆系病变[5]。

我们将这种成像技术应用于胎儿，在胎儿常规扫描基础上，均能一次性成功获取高质量的 MRF图像。MRF 显示了超声以外的另一种宫内胎儿全新面貌：在母体子宫周围极低信号的黑色背景中，子宫内高信号的羊水衬托下，胎儿表面稍高信号的软组织和羊水形成一种理想的自然对比。

虽然 MRF 也是二维图像，但由于所选层厚范围内羊水与胎儿的结构在各个区域所占的比例不同，周围羊水量多的结构信号稍低于无结构的羊水区，周围羊水量少的结构信号又低于羊水量多的结构，于是形成了具有多种层次、不同灰度的信号变化，

产生了一种立体感，通过调整厚层、扫描角度多次成像，可从不同的层面和方向对胎儿进行旋转观察，产生一种三维立体感。

三维超声仅仅显示胎儿的表面解剖或骨骼，而胎儿成像由于胎儿各部位的厚度和组织成分不同，其成像灰度也不同，对胎儿的内部器官形成了一种穿透效应，具有"透视"的功能，利用这种穿透力能显示胎儿体内正常充满液体的器官，如眼球、脑室、脑池、蛛网膜下腔、口腔、口咽、气管及左右主支气管、段支气管、双肺、胃、小肠、胆囊、膀胱等。同时胎儿体内异常的病理性液体潴积，如脑积水，胸腔积液和心包积液，腹水，上胃肠道扩张，胆管扩张，尿路扩张等，在黑色背景下的白色，显示得非常清楚。这种二维的方法能够大视野观察胎儿的解剖和病理之间的整体关系，所得图像和出生后的影像比如上胃肠道造影、胸腹平片、膀胱尿路造影具有很高的相关性[2]。

这种半透明状态和整体表现相结合能够提供三维重建不能获得的信息，有助于小儿外科医师对宫内胎儿病理解剖的整体理解，所获取的影像可以和那些可能不熟悉断层解剖的读者交流信息，有利于胎儿父母及亲属的产前咨询。也有助于放射科、产科的年轻医生以及医学生对子宫内胎儿的形态学理解。

MRF 提供了一种大视野、整体观察胎儿的病理及解剖的方法。可以在一幅图像上看见整个胎儿，更容易理解胎儿的解剖，同时捕获胎儿的病理，理论上在 MRF 上还可对胎儿进行一些生物学测量，如计算胎儿头颅、躯干、四肢的比率，胎儿的心胸比率，测量胎儿的肺容积，评估羊水量，评估脑回的结构以及后颅窝的大小和容量，评价胎儿颅脑的发育。同时需要注意的是，MRF 不能显示那些在重 T_2WI 上为低信号的胎儿器官，如胎儿脑实质、甲状腺、心脏、肝脏、脾脏、肾上腺、肾实质、结肠、骨等的解剖及其异常，仍需要结合常规 T_1WI 和 T_2WI 序列的二维多层图像。

总之，MRF 成像时间短，可多方位重复成像，将胎儿的半透明状态并与整体显示相结合，能够提供三维重建不能获得的信息，是对宫内胎儿的一种全新显示，可作为胎儿三维成像的一种替代方法。

参 考 文 献

[1] Norwitz ER, Hoyte LP, Jenkins KJ, et al. Separation of conjoined twins with the twin reversed-arterial-perfusion sequence after prenatal planning with three-dimensional modeling[J]. N Engl J Med, 2000, 343(6): 399-402.

[2] Chaumoitre K, Wikberg E, Shojai R, et al. fetal magnetic resonance hydrography: evaluation of a single-shot thick-slab RARE (rapid acquisition with relaxation enhancement) sequence in fetal thoracoabdominal pathology[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2006, 27(5): 537-544.

[3] Chaumoitre K, Amous Z, Bretelle F, et al. Prenatal MRI diagnosis of esophageal atresia[J]. J Radiol, 2004, 85(12Pt1): 2029-2031.

[4] Brugger PC, Mittermayer C, Prayer D. A new look at the fetus: Thick-slab T2-weighted sequences in fetal MRI[J]. European Journal of Radiology, 2006, 57(2): 182-186.

[5] 吴 戈，曾庆玉，班润义，等. HASTE 序列磁共振胰胆管成像：单层和多层法成像技术比较研究[J]. 实用放射学杂志，2004，20(3)：241-244.

（责任编辑：谭乐勤）

致 谢

中华医学会第十五次全国放射学学术会议优秀论文选登工作得到了川渝两地放射学专家的大力支持。在本期放射专题的出版之际，特别对赵建农、马千红、罗天友、邹利光、张伟国、蔡金华、曾勇明、郭大静、龚水根、吕发金、张 冬、戚跃勇、王 毅、文明、李咏梅、宋 彬、陈卫霞、唐光才等教授在组稿、审稿和定稿工作中付出的辛勤劳动表示衷心的感谢！

祝中华医学会第十五次全国放射学学术会议圆满成功！

《重庆医科大学学报》编辑部

二00八年九月二十日