❖经验交流

Application of fast spin echo sequence MR of fetal spine
应用快速自旋回波序列 MR 检查胎儿脊柱发育异常

李鸿恩，曾益辉，黄育斌，张　嫣，李成威
（广东省妇幼保健院放射科，广东 广州　511400）

[Keywords]　fetus；spine；magnetic resonance imaging；fast spin echo
[关键词]　胎儿；脊柱；磁共振成像；快速自旋回波
DOI：10.13929/j.issn.1003-3289.2020.09.033
[中图分类号]　R714.5；R445.2　[文献标识码]　B　[文章编号]　1003-3289(2020)09-1409-02

胎儿脊柱发育过程复杂，系先天性畸形的好发部位，发育过程中受内外因素干扰等可致发育异常，为孕期重要的检查内容；但胎儿脊柱椎体体积小[1-2]，常规 MRI 显示不清。本研究采用快速自旋回波（fast spin echo，FSE）序列对胎儿脊柱进行 MR 扫描，观察其应用价值。

1　资料与方法

1.1 临床资料　收集 2013 年 10 月—2018 年 12 月在广东省妇幼保健院接受胎儿脊柱 MR 检查的 240 名单胎妊娠孕妇，年龄 23～44 岁，平均（30.90±5.73）岁；孕周 20～37 周，平均（26.6±4.3）周。

1.2 仪器与方法　扫描前对孕妇进行心理指导和呼吸训练，使其保持安静及稳定呼吸节律。采用 GE MR355 1.5T MR 扫描仪，8 通道相控阵线圈，以胎儿为中心。嘱孕妇仰卧，足先进，观察其腹部随呼吸起伏最明显处，外加呼吸门控。首先采集三平面定位图像，以 FSE-T2W 序列观察图像中胎儿信号范围与线圈之间是否匹配良好；之后行压脂 FSE-T2W 扫描，在三平面定位矢状面图像上定位冠状面，扫描 12 层左右，以上一次图像为扫描定位标准，反复扫描，直至清晰显示胎儿脊柱。扫描参数：TR 4 000～5 000 ms，TE 85 ms，NEX 1 次，带宽 41.67 Hz，回波链长度 16，层厚 2～3 mm，层间距 1 mm，矩阵 320×224，FOV 40 cm×40 cm，采集层数 12，一次扫描时间 45 s。

1.3 图像分析　由 3 名影像科主任医师分析胎儿脊柱图像质量并诊断胎儿脊柱发育异常；以生产或引产 6 个月内随访结果为金标准，分析 MRI 对胎儿脊柱异常的诊断准确率。

2　结果

胎儿脊柱图像质量及信噪比良好，可清晰显示胎儿脊柱椎体情况，图像均满足诊断要求。孕妇射频能量吸收率（specific absorption rate，SAR）为2～3 W/kg。

MRI 判断胎儿脊柱正常（图 1）的准确率为 95.83%（115/120）；诊断胎儿半椎体畸形的准确率为 95.45%，蝴蝶椎畸形（图 2）为 87.50%（14/16），椎体发育异常（图 3）为 78.57%（22/28），其他（包括脊髓栓系、畸胎瘤、脊膜膨出及圆锥低位等）为 88.89%（48/54）；总诊断准确率 91.67%（220/240）。

3　讨论

超声是胎儿影像学检查首选方法，在某些方面具优势，但其不足之处在于超声难以越过骨组织，孕妇肥胖、羊水过少使显示胎儿欠佳，且对胎儿脊柱异常的敏感性及特异性均不高。MR 扫描视野大，能清晰显示胎儿脊柱全貌；其软组织分辨率高，且三维成像图像清晰，可准确定位病变。

3.1　不同 MR 序列显示胎儿异常　单次激发 FSE 序列显示含水分较多的组织较好，用于观察胎儿脊柱时存在信噪比较低、脂肪组织信号偏高等劣势，不利于显示胎儿脊柱椎体及脊髓病变。二维快速平衡稳态进动（two dimension fast imaging employing steady state acquisition，2D-FIESTA）序列多用于显示胎儿心脏及大血管，软组织对比度较差，易产生磁敏感伪影。快速

[第一作者] 李鸿恩（1988—），男，广东广州人，本科，主管技师。研究方向：胎儿磁共振诊断及技术。E-mail：137842241@qq.com
[收稿日期] 2019-12-12　[修回日期] 2020-09-08



图 1　孕 24 周，FSE-T2WI 示正常胎儿脊柱　椎体显示为低信号，椎间隙为高信号，胎儿腰椎曲度及椎体排列正常，未见明显椎体畸形改变　**图 2**　孕 25 周，T7 蝴蝶椎畸形　FSE-T2WI 示胎儿胸椎 T7 椎体中线处中断，呈高信号，椎体两侧呈低信号（箭）　**图 3**　孕 24 周，L3 椎体冠状裂　矢状位 FSE-T2WI 示胎儿 L3 椎体高信号纵向裂隙（箭），将椎体分为前后两部分，椎体高度及宽度正常

反转恢复运动抑制（fast inversion recovery motion insensitive，FIRM）序列则常用于显示胎儿肠道疾病及出血病灶，图像分辨率低，对胎儿脊柱显示不清。扩散加权成像（diffusion-weighted imaging，DWI）常用于诊断胎儿颅脑、肺及泌尿生殖系统等疾病[3]。

由于胎儿脊柱椎体体积小，上述各序列显示胎儿脊柱结构均不甚满意。既往研究[4]显示磁敏感加权成像（susceptibility weighted imaging，SWI）对于显示胎儿脊柱具有较高价值，但考虑到机型及参数不同，本研究未以 SWI 显示胎儿脊柱。FSE-T2W 序列的最大优点为扫描速度快，一次扫描时间只需 45 s，采用呼吸门控扫描模式无需孕妇屏气，可避免呼吸和胎动伪影，对磁场的不均匀性不敏感，在胎动不明显时可获得满意的胎儿脊柱图像。

3.2　FSE-T2W 序列的优势　FSE 联合呼吸门控和脂肪抑制技术观察胎儿脊柱结构及发育情况均有较高价值。采用呼吸门控自动触发扫描胎儿脊柱无需孕妇屏气，有利于减少呼吸伪影和因孕妇憋气紧张引起的胎动伪影，降低胎儿缺氧风险，增加孕妇检查舒适度，用于胎儿优于 SWI。脂肪抑制技术频率选择饱和法（fat saturation，FS）利用脂肪与水的化学位移效应，使胎儿皮肤及内脏等器官的脂肪呈低信号，以增加周围组织与脊柱的对比度，提高图像分辨率。本研究中胎儿脊柱呈低信号，羊水呈高信号，两者对比鲜明，脊柱轮廓显示清晰，胎动伪影少，尤其可清晰显示胎儿胸椎、腰椎发育情况，对于胎儿脊柱的总诊断准确率达 91.67%，表明采用 FSE-T2W 检查胎儿脊柱具有较高应用价值。然而，FSE 也受孕周影响，孕周＜24 周时胎儿脊柱体积过小，显示解剖学结构欠佳，建议常规于孕周超过 26 周时进行相关检查[5-6]。

采用脂肪抑制技术进行 MR 检查可增加射频能量，射频脉冲对人体的生物效应主要表现为致热效应，用 SAR 表示，即单位质量对象吸收的射频能量。MR 检查时需密切关注受检者体重、潜在危险等，以综合确定 SAR 安全值。检查胎儿时，单次扫描时间为 45 s，故建议孕妇检查时间不应超过 30 min。本组 240 名孕妇 SAR 值均为 2～3 W/kg，分娩后随访未见不良反应。

综上所述，MRI、尤其 FSE-T2WI 对于显示胎儿脊柱侧弯、半锥体畸形、蝴蝶椎畸形及脊柱裂等发育异常具有较高应用价值。

[参考文献]

[1] WIDJAJA E, WHITBY E H, PALEY M N, et al. Normal fetal lumbar spine on postmortem MR imaging [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2006, 27(3): 553-559.

[2] 梁艳山，张小安，赵鑫，等. MRI 诊断胎儿脊柱脊髓畸形及序列选择[J]. 中国医学影像技术，2020，36(1)：111-115.

[3] 徐梦莹，李春花，李健，等. b 值 1000 s/mm² DWI 正常胎脑区域 ADC 值与孕龄的相关性分析[J]. 中国医学影像技术，2019，35(11)：1707-1711.

[4] 蔡先云，陈欣，单瑞芹，等. 磁敏感加权成像显示胎儿脊柱解剖及发育畸形的价值[J]. 中华放射学杂志，2018，52(2)：119-124.

[5] HUISMAN T A, MARTIN E, KUBIK-HUCH R, et al. Fetal magnetic resonance imaging of the brain: Technical considerations and normal brain development[J]. Eur Radiol, 2002, 12(8): 1941-1951.

[6] HUISMAN T A, WISSER J, MARTIN E, et al. Fetal magnetic resonance imaging of the central nervous system: A pictorial essay[J]. Eur Radiol, 2002, 12(8): 1952-1961.