

胎儿 MRI 检查的 ISUOG 临床指南解读

刘倩¹ 沈文² 韩鹏慧³ 吴菁^{1*}

(1. 广东省妇幼保健院 医学遗传中心, 广东 广州 511400; 2. 广东省妇幼保健院 生殖中心, 广东 广州 511400; 3. 广东省妇幼保健院 放射科, 广东 广州 511400)

【中图分类号】 R445.1 【文献标识码】 A

胎儿磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)是协同于超声的重要影像诊断方法,既可确认超声发现,也可通过额外发现对专业超声检查进行补充,其在胎儿脑发育评估中的应用更为广泛^[1]。如果指征明确、检查合适且结果解读正确,MRI 不仅有助于诊断,而且还是治疗方案制定、分娩计划和咨询的重要依据之一。

2014 年国际妇产科超声协会(International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology, ISUOG)发起的一项有 60 个国际围产医学中心参与的调查结果显示,世界范围内至少 27 个国家有一个或多个围产医学中心进行胎儿 MRI 检查,然而各中心之间图像质量、应用序列和操作人员经验存在明显差异。我国尚无胎儿 MRI 检查的专家共识,为进一步规范胎儿异常的诊疗,现对 2017 年 ISUOG 发布的胎儿 MRI 检查操作指南^[2]进行解读,该指南以 2014 年 ISUOG 发起的临床实践调查的参与者达成的共识为基础修订。

1 胎儿 MRI 检查的安全性

胎儿 MRI 检查的安全性涉及对孕妇的影响及对胎儿的影响。进行胎儿 MRI 检查不增加母体风险,其风险等同于非孕状态。在不使用造影剂的情况下,目前的数据尚未证明 MRI 成像暴露对胎儿发育有不良影响^[3]。在 1.5T 剂量下,MRI 检查未被报道出现任何副作用^[4],然而在更高磁场强度如

3.0T 时是否对人体有潜在副作用还没有相关研究,虽然近来资料显示其在猪模型上是安全的^[5],仍不能直接外推到人。最新回顾性研究表明,孕期接受 3.0T MRI 检查并不增加胎儿/新生儿听力损伤及生长发育迟缓等不良影响^[6]。

1.1 胎儿 MRI 检查的适应证 目前,基本共识认为,当专业超声检查对胎儿异常的诊断信息不充分时需进行胎儿 MRI 检查,这种情况下,MRI 可提供重要信息以证实或补充超声结果并改变和调整治疗方案。

ISUOG 调查显示可选择进行 MRI 的必要性,并采用 7 分的赋分方式,范围从 0(没有指征)至 7(绝对指征)开始逐渐强化,反应胎儿 MRI 检查的必要性(如图 1 所示)。不同分值代表了不同专业间的分歧以及不同中心的病种差异。该现象可能也反映出进行胎儿超声和 MRI 不同水平的临床经验。

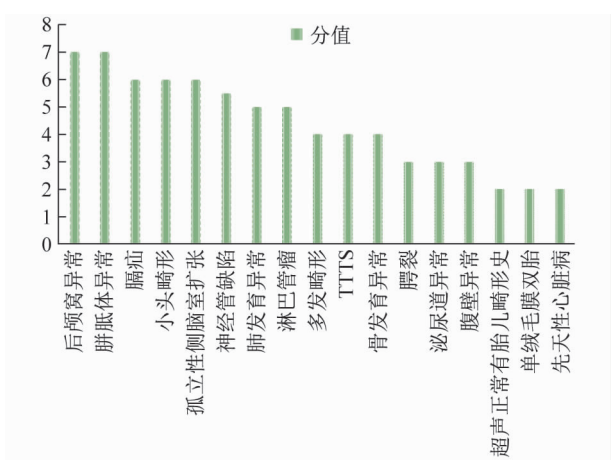


图 1 ISUOG 关于建议进行胎儿 MRI 检查的调查分值结果

美国放射学协会与儿科放射学会制定了关于胎儿 MRI 检查的安全合理操作实践指南,指南建议进

DOI: 10.13470/j.cnki.cjpd.2019.03.012
* 通讯作者:吴菁,E-mail:13602402351@126.com
基金项目:广东省医学科研基金(201611423161532)

行胎儿 MRI 检查的适应证包括:胎儿头颅异常,脊柱异常,头骨、脸部和颈部异常,心脏异常^[7],胸部腹部,腹膜后和盆腔异常,单绒毛膜双胎并发症^[8]以及胎儿手术的术前、术后评估^[9]等。有学者将 MRI 三维模式应用与胎儿先天畸形的诊断^[10, 11]。

1.2 MRI 检查的禁忌证 胎儿 MRI 检查的绝对禁忌证与普通 MRI 检查禁忌证一样,如带有金属起搏器等。胎儿 MRI 检查的相对禁忌证包括:孕妇有幽闭恐惧症为, MRI 检查不具有优势的病例,如羊水过多、钙化病灶、胎儿性别异常等^[12]。

1.3 胎儿 MRI 检查的孕周 18 周前 MRI 检查不能提供比超声更多的信息。一些病例中可在 22 周前获得额外的信息,22 周后胎儿 MRI 即可获得越来越多有助于诊断的信息。可在孕晚期评估的特殊

疾病病例包括但不限于如皮质发育和颈部肿块引起气道损伤的疾病。在孕 26~32 周胎儿大部分器官清晰可见,病理状态相关的异常发生已充分形成,但每个孕妇及胎儿存在不同,需根据具体情况进行个体化选择。

1.4 胎儿 MRI 检查的人员条件 进行胎儿 MRI 检查的临床工作者应根据胎儿诊断解读 MRI 结果,因为这与其他患者人群的诊断不同。许多中心对检查的解释要求多专业协作,包括产前诊断、围产医学、新生儿学、儿科神经学和放射神经学、遗传学和其他相关领域专家(表 1),以便综合分析临床、家族遗传和超声、MRI 影像发现而对患者进行合理诊治。需要遗传学和儿科亚专科专家得出的结论以便给患者提供更好的诊疗方案。

表 1 多学科团队组成及其在胎儿 MRI 检查中的作用

参与者	角色及作用
产科专家、放射科专家	进行超声或神经系统超声检查,给胎儿父母提供相关发现及可能的诊断,提供咨询,建议进行胎儿 MRI 检查
放射科、产科专家	在胎儿 MRI 检查中提供合理的计划并及时调整方案,将检查发现以纸质报告形式反映检查结果,提供咨询
多学科协作团队:产科、小儿放射科专家或神经放射科专家、小儿神经科专家、其他儿科专家、社会工作者、心理学家	基于神经系统超声、MRI、遗传学检测发现、实验室检测结果或家族史,提供咨询意见及建议

1.5 开展胎儿 MRI 检查前的人员培训 虽然目前还没有公认的胎儿 MRI 专业存在,但想要开展 MRI 检查的专业人员也需进行专业训练,这种训练应在合格的培训中心进行,使得他们在足够病历训练后再开展胎儿 MRI 检查。

能够对学生、医生、放射影像学专业人士或熟练的技师进行 MRI 检查教学的研究机构可成为教育中心,指南建议,如果想成为教育中心需要满足以下特定要求:①此领域有多学科专家参与,包括但不限于胎儿医学专家、放射学专家和产科学专家;②机构要求至少已检查 500 例胎儿 MRI,且每周至少 2 例检查;③在本领域发表过科学论著或参考材料(图 2)。

指南推荐根据标准化指标(表 2)进行胎儿 MRI 检查以改善伴有胎儿异常或获得性疾病孕妇的处理(良好训练分)。

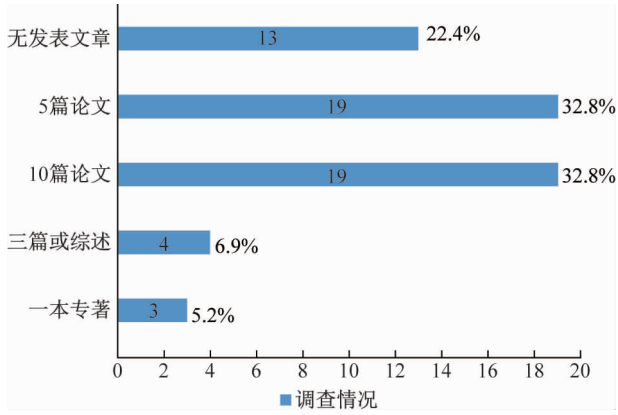


图 2 IUSOG 关于进行胎儿 MRI 培训的教育中心应有的论著发表情况调查

2 胎儿 MRI 检查的扫查要求

2.1 磁场强度 目前 1.5T 是最常应用的磁场强度,即使在 18 周时也可获得可以接受的像素。3T 较 1.5T 可能获得更为清晰的成像及更好的信号/干扰率,且维持在可耐受或较低能量堆积。尽管如此,仍不推荐使用高强度磁场对体内胎儿成像。

表 2 胎儿 MRI 检查的步骤及标准化指标

适应证	取决于先前超声检查的质量、胎儿异常情况和孕龄
咨询	解释胎儿 MRI 检查的原因、检查过程、可能存在的结果,告知是否能有陪同人员,解除检查恐惧,必要时使用镇静药物,讨论关于禁忌证的问题
检查前准备工作	医师在申请单上注明胎儿异常情况,根据早孕期超声确定孕龄,检查者尽可能查阅超声报告和图像
MRI 扫描时	排除禁忌证,舒适的体位(仰卧位或侧卧位),足够的线圈定位,根据相关操作指南进行扫描
检查后	告知患者取报告时间,如果出现由 MRI 检查导致直接后果,应立即向申请医师提供有关结果的信息,避免延误诊疗
存储图像,报告	电子存储图像,图像分析,结构化报告(详见表 3)

2.2 检查程序 ①排除 MRI 禁忌证;②孕妇签署知情同意;③记录孕周,理想情况下有孕早期 B 超评估,及确诊的先前的临床评估与超声结果;④可考虑使用镇静剂减少胎儿运动和(或)伪影,对于焦虑或有幽闭恐惧患者也适用;⑤将患者以舒适体位置于检查台上(如仰卧位/左侧卧位)^[13];⑥一些患者可根据专门机构的安全条例考虑在检查间安排陪同人员;⑦获得扫描定位序列;⑧确保线圈放置正确,最有意义的检查器官位于线圈正中,计划下一个序列;⑨评估主要检查器官;⑩如果合适则对整个胎儿及外在结构(包括脐带、胎盘及母体子宫)进行检查;⑪当情况出现且需要迅速干预(如怀疑胎盘早剥或缺血缺氧性胎儿脑损伤)时立即告知主诊医生。

2.3 序列选择 T2 加权对比是胎儿 MRI 的主要序列,其他序列包括:T1 加权序列、单次高分辨率梯度回波平面序列和磁共振胆胰管造影序列等。

2.3.1 T2 加权对比成像是胎儿 MRI 的主要手段,通常使用 T2 加权快速(涡轮增压)自旋回波或稳态自由进动序列。快速(涡轮增压)自旋回波序列伴长回波时可用于胎儿脑成像(图 3)。较短的回波时间胎儿对比度更好(图 4)。稳态自由进动序列提供在运动中的胎儿的 T2 信息和鉴别血管与实性组织。

2.3.2 T1 加权对比成像在 1.5T 强度下获得梯度回波序列。平均间隔时长 15s,需要检查时孕妇憋住呼吸,因为呼吸时可能获得的图像存在运动伪影。T1 加权对比可鉴别亚急性出血的血红蛋白、钙化灶、腺体和胎粪(图 5a、b)。

2.3.3 单次激发高分辨梯度回波平面序列用于观察骨性结构、钙化灶及血液降解产物如提示存在新鲜出血的脱氧血红蛋白或代表陈旧性出血的含铁血黄素(图 5c~e)。

2.3.4 可选择序列包括:灌注加权成像(diffusion-weightedimaging,DWI)、灌注张量成像(diffusion

tensor imaging,DTI)、动态恒稳态无旋进序列(SS-FP 序列)和高分辨磁共振胰胆管造影序列,这些可提供三维样图像(图 5f、g)。

所有病例的视野(field of view,FOV)均应包含感兴趣区,3~5mm 扫描厚度及 10%~15%交叉间隔适用于绝大部分病例。检查应至少提供胎儿脑和身体 3 个正交平面的 T2 成像和 T1 及二维梯度回波序列的一到两个平面,最好是冠状和矢状面。

指南建议“最低”操作时间少于 30min,考虑到胎儿活动和序列重复,只有当检查遵循规定时才可被认为是“有效”。

2.4 胎儿脑检查的标准平面 ①头部矢状面,包括正中矢状面平面显示胼胝体、导水管和垂体;②冠状位平行于脑干及对称显示的内耳结构;③轴位垂直于矢状位,平行于胼胝体走向(如果没有胼胝体则为颅底),然后根据冠状位侧面对称调整。

2.5 胎儿体部检查的标准平面 这更难于获得,因为胎儿通常位于一个无法严格设置正交切面的体位。①将正中切面置于胸椎和脐带附着点的平面以获得矢状面;②冠状面需根据椎体走向调整(平行于胸椎且和腹部水平的前腹壁);③轴面应垂直于感兴趣区的脊柱长轴。例如为显示肺容量,轴位应垂直于胸椎。

虽然进行胎儿 MRI 检查的病例,通常均已行超声检查测量,但在一些特殊病例,MRI 测定某一结构数据也可获益。当测量容水脏器时,需强调 MRI 测量结果要高于同等情况下超声测量结果的 10%左右。在测量肺容积时,MRI 测量结果与胎龄大小相关,因而可预测肺部疾病^[14]。

3 MRI 图像保存

整个检查可以根据当地方式进行保存,最好以电子版形式保存,也可刻录检查结果 CD 提供给患者,以便于其他同行进行病情评估。

4 报告

检查的两种类型需在报告中清晰标注区别:①胎儿 MRI 目标检查仅用于观察胎儿异常的特定部位,其目的在于识别特定器官或发现特殊问题而不适用于评估整个胎儿的结构发育情况。②详细检查包括对整个胎儿解剖的标准化评估,按照 ISUOG 指南(或当地其他指南)描述孕中期超声检查方案那样进行(图 3)。这些检查应包括那些更适用于超声而不是 MRI 的检查的结构,如心脏结构、妊娠附属物(脐带、胎盘、羊水)和子宫颈等,均需根据临床需要进行描述。报告中要注明那些不需 MRI 检查常规完成的结构。

标准化报告可按照表 3 列举结构的意见进行。

表 3 胎儿 MRI 检查的报告结构和细节

部位	检查细节
头	剖面,硬腭和软腭(图 6),头骨,眼睛测量
脑	年龄相关的淤血和旋转,脑实质的分层情况(30 周后:髓鞘形成和髓鞘形成前状态),脑室系统,小脑,中线结构和侧脑壁(图 3)
胸部	胸部、肺部信号的配置、心脏的粗略规律(未详细检查)(图 7a、b)
腹部	胎儿的位置、胃和胆囊(液体充盈)、肠道的液体和胎粪信号(图 7c、d)、肾脏、膀胱(液体充盈);根据要求:女性/男性外阴部(后者:睾丸下降)(图 8)
其他胎儿结构	脐带(血管数量)、羊水量、胎盘位置和特征、宫颈长度(图 9)仅在大幅缩短时
骨骼	脊柱的形状和完整性、骨骼、手指和脚趾的形状、长度和位置(不总是可以评估,特别是在存在极少量羊水的情况下,即在 32~35 周之后)

MRI 通常并非胎儿结构畸形排查的一线影像学检查手段,但可作为孕中期超声筛查后的补充检查,检查 and 报告的重点在于超声较难评估的结构。可根据需要进行详细的解剖评估。

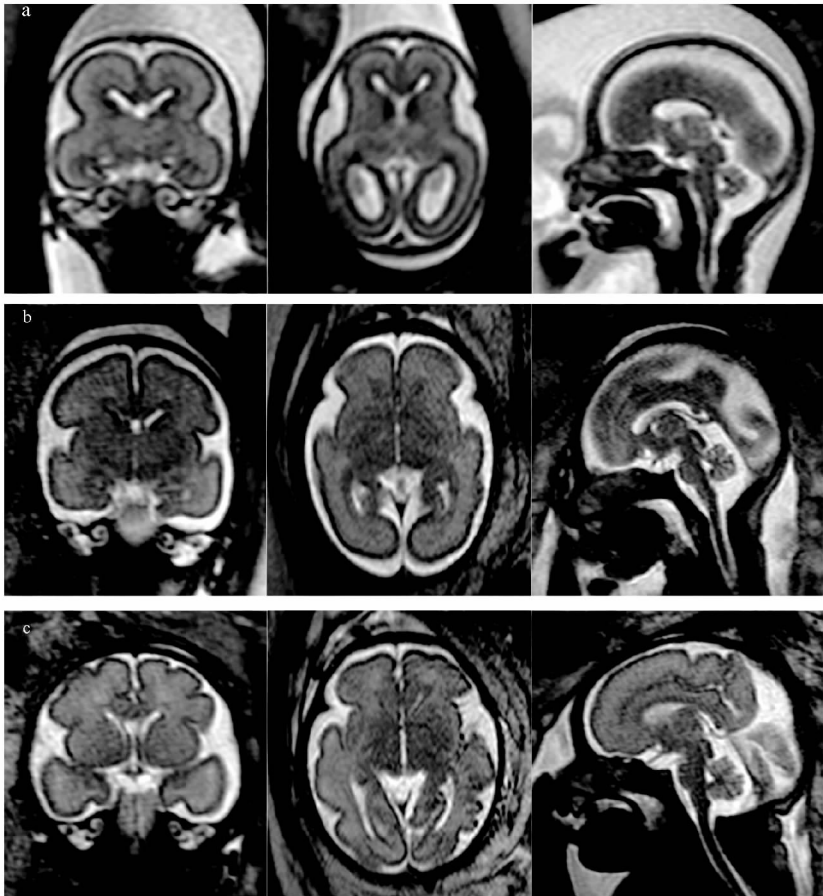


图 3 正常胎儿大脑的冠状、轴向和矢状面(从左到右)T2 加权快速(涡轮)自旋回波序列(具有长回波时间)
a. 21 周;b. 28⁺1 周;c. 31⁺1 周

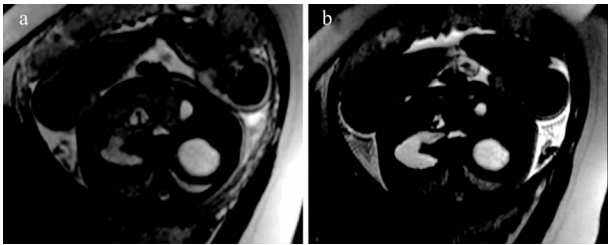


图 4 正常 39⁺⁴周胎儿的轴向 T2 加权快速自旋回波序列,显示较短的回波时间(time of echo,TE)如何给出胎儿身体的更多细节
a. TE = 80 毫秒;b. TE = 140 毫秒

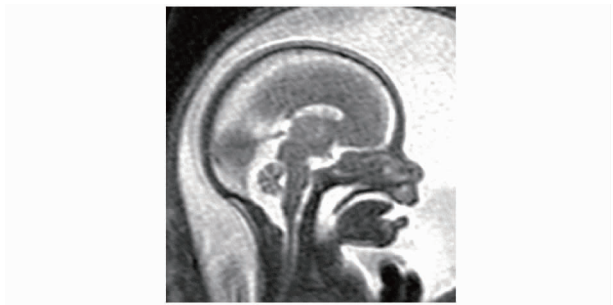


图 6 正常 21⁺⁵周胎儿的矢状 T2 加权图像,显示具有完整腭的轮廓

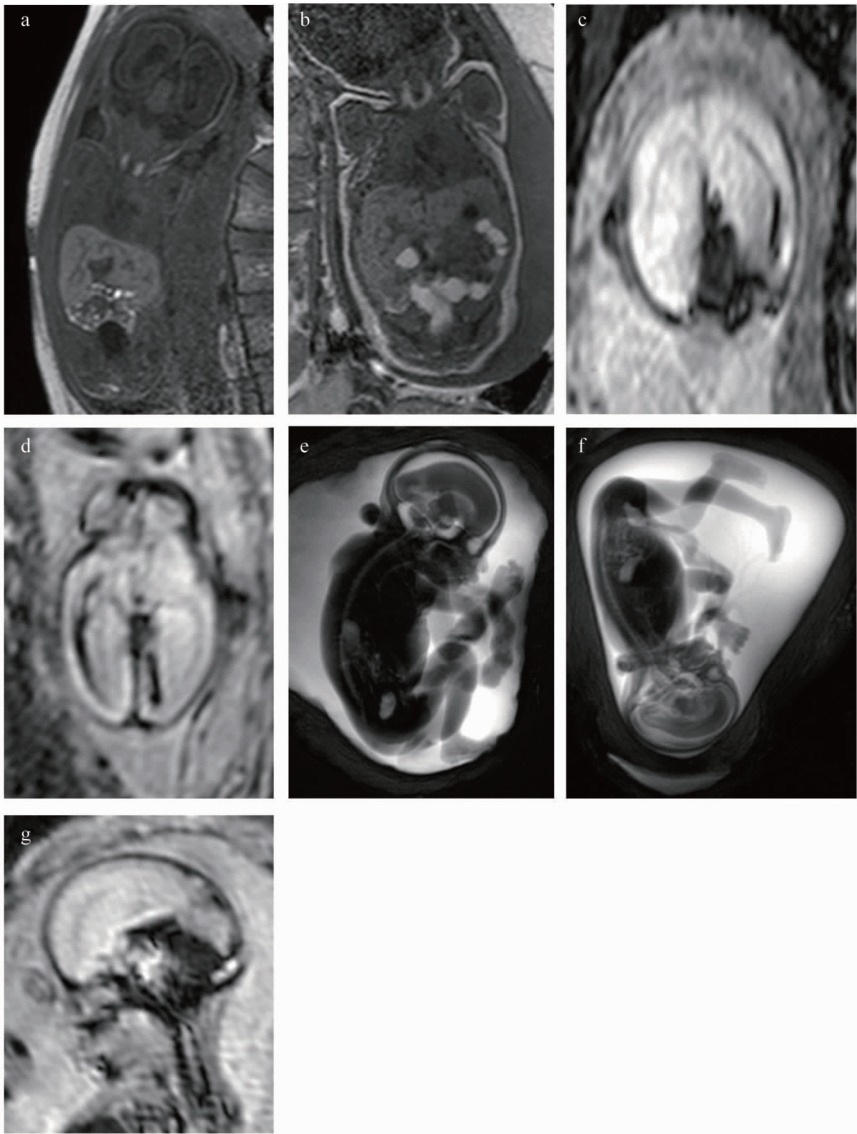


图 5 a 和 b 显示 T1 加权序列正常胎儿甲状腺和胎粪填充的脐环高信号 27⁺¹周(a)和 38⁺³周(b);c、d、e 显示单次高分辨率梯度回波平面序列 22⁺⁶周胎儿颅内出血的冠状位(c)、轴位(d)和矢状位(e),低信号为血液分解产物; f、g 显示和磁共振胆胰管造影序列(40mm 厚),24⁺⁴周胎儿心脏畸形(未显示)(f)和 20⁺¹周胎儿曲张(g),可检测手脚的比例和位置

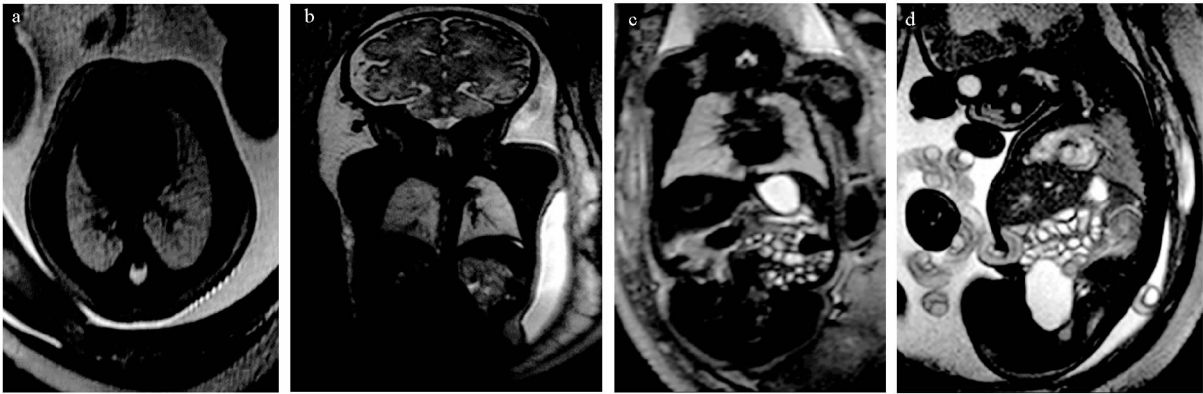


图 7 正常胎儿胸部和腹部成像
a. 34⁺²周胎儿的轴位 T2 加权像,显示正常形状的胸部和肺部;b. 35⁺³周胎儿冠状位,显示右侧肝脏、肾脏和部分肾上腺;c. 在 32⁺²周的胎儿 T2 加权像冠状位,显示充满液体的肠管;d. 35⁺⁶周胎儿稳态自由进动序列矢状位,显示充盈的膀胱,d 中心心脏的高信号,与 T2 加权图像 c 相反

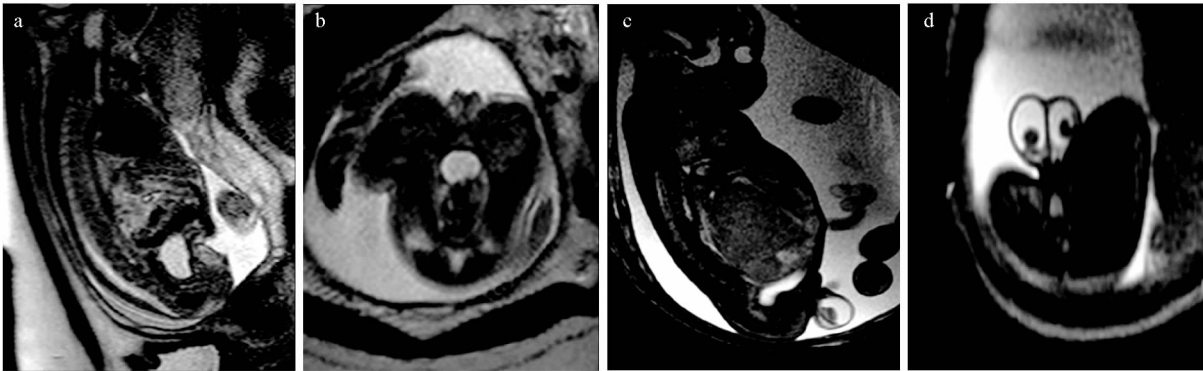


图 8 正常的 31 周女性胎儿中外生殖器 T2 加权矢状面(a)和轴向(b);稳态自由进动序列显示由肝脏肿瘤所致 35⁺¹周男胎睾丸鞘膜积液矢状面(c)和轴向(d)



图 9 正常妊娠 33 周经腹检测孕妇宫颈矢状面 T2 加权像

参考文献

[1] Khalili N, Lessmann N, Turk E, et al. Automatic brain tissue segmentation in fetal MRI using convolutional neural networks[J]. Magn Reson Imaging, 2019,pii: S0730-725X(18)30610-30616.

[2] Prayer D, Malingier G, Brugger PC, et al. ISUOG Practice Guidelines; performance of fetal magnetic resonance imaging [J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2017,49(5):671-680.

[3] Kanal E, Barkovich A J, Bell C, et al. ACR guidance document on MR safe practices; 2013[J]. J Magn Reson Imaging, 2013,37(3):501-530.

[4] Bouyssi-Kobar M, du Plessis AJ, Robertson RL, et al. Fetal magnetic resonance imaging: exposure times and functional outcomes at preschool age[J]. Pediatr Radiol, 2015,45(12):1823-1830.

[5] Cannie MM, De Keyzer F, Van Laere S, et al. Potential Heating Effect in the Gravid Uterus by Using 3-T MR Imaging Protocols: Experimental Study in Miniature Pigs[J]. Radiology, 2016,279(3):754-761.

[6] Chartier AL, Bouvier MJ, McPherson DR, et al. The Safety of Maternal and Fetal MRI at 3T[J]. AJRam J Roentgenol, 2019,16:1-4.

[7] Matsubara D, Takahashi H, Matsubara S. Another merit of fetal MRI in prenatal diagnosis of right aortic arch[J]. Arch

Gynecol Obstet, 2019,300(1):235-236.

[8] Griffiths PD, Sharrack S, Chan KL, et al. Fetal brain injury in survivors of twin pregnancies complicated by demise of onetwin as assessed by in utero MR imaging[J]. Prenat Diagn, 2015,35(6):583-591.

[9] Grant RA, Heuer GG, Carrion GM, et al. Morphometric analysis of posterior fossa after in utero myelomeningocele repair[J]. J Neurosurg Pediatr, 2011,7(4):362-368.

[10] Prayer F, Metzelder M, Krois W, et al. Three-dimensional reconstruction of defects in congenital diaphragmatic hernia; a fetal MRI study[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 2019,53(6):816-826.

[11] Espinoza J. Fetal MRI and prenatal diagnosis of congenital heart defects[J]. Lancet, 2019,393(10181):1574-1576.

[12] 董素贞, 朱铭. 胎儿和新生儿 MRI 检查适应证与禁忌证[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2014,20(05):435-437.

[13] Kienzl D, Berger-Kulemann V, Kasprian G, et al. Risk of inferior vena cava compression syndrome during fetal MRI in the supine position - a retrospective analysis[J]. J Perinat Med, 2014,42(3):301-306.

[14] Zamora IJ, Sheikh F, Cassady CI, et al. Fetal MRI lung volumes are predictive of perinatal outcomes in fetuses with congenital lung masses[J]. J Pediatr Surg, 2014, 49(6):853-858.