

论 著

DWI和SWI联合常规MRI序列与超声在HIE诊断中的对比研究*

黄晓华¹ 孙 蕾¹ 王 松²
张玉艳¹ 蔡明欣¹ 吕德勇¹
李静波^{3,*}

- 1.东营市人民医院(山东省立医院集团东营医院)医学影像科 (山东 东营 257091)
2.东营市人民医院(山东省立医院集团东营医院)口腔科 (山东 东营 257091)
3.东营市人民医院(山东省立医院集团东营医院)超声科 (山东 东营 257091)

【摘要】目的 采用Philips 3.0T超导型磁共振扫描仪、美国 GE Logiq7 超声彩色多普勒诊断仪对HIE患儿进行影像检查及图像分析,探讨颅脑多模态磁共振成像(常规MRI序列联合扩散加权成像DWI及磁敏感加权成像SWI)、颅脑超声在新生儿缺氧缺血性脑病(HIE) 诊断中的应用价值及对比研究。方法 回顾性研究分析临床诊断为HIE的患儿56例,分别进行颅脑多模态磁共振成像、超声检查,对比两者发现的病灶例数。结果 颅脑多模态磁共振成像发现蛛网膜下腔/硬膜下出血、脑实质出血、脑梗死/神经元坏死的病例数较超声多,差异有统计学意义($P<0.05$); 颅脑多模态磁共振成像发现室管膜下/脑室内出血的病例数较超声少,差异有统计学意义($P<0.05$); 颅脑多模态磁共振成像发现脑室周围白质软化/囊变的病例数与超声无明显差异。结论 在HIE诊断中颅脑多模态磁共振成像较超声有一定优势,两者存在互补性。

【关键词】新生儿缺氧缺血性脑病;
多模态磁共振成像; 超声;
扩散加权成像; 磁敏感加权成像

【中图分类号】 R445.2
【文献标识码】 A
【基金项目】 山东省医药卫生科技发展
计划项目(202109010604)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.05.015

Comparative Study of DWI and SWI Combined with Conventional MRI Sequence and Ultrasound in HIE Diagnosis*

HUANG Xiao-hua¹, SUN Lei¹, WANG Song², ZHANG Yu-yan¹, CAI Ming-xin¹, LV De-yong¹, LI Jing-bo^{3,*}.
1.Department of Medical Imaging, Dongying People's Hospital(Dongying Hospital of Shandong Provincial Hospital Group), Dongying 257091, Shandong Province, China
2.Department of Stomatology, Dongying People's Hospital(Dongying Hospital of Shandong Provincial Hospital Group), Dongying 257091, Shandong Province, China
3. Department of Ultrasound, Dongying People's Hospital(Dongying Hospital of Shandong Provincial Hospital Group), Dongying 257091, Shandong Province, China

ABSTRACT
Objective Exploring the application value of conventional magnetic resonance imaging sequences combined with diffusion-weighted imaging (DWI) and magnetic sensitivity weighted imaging (SWI) in the diagnosis of neonatal hypoxic-ischemic encephalopathy, and comparing them with ultrasound diagnosis of neonatal hypoxic-ischemic encephalopathy. **Methods** A retrospectively analyse was conducted on 56 children clinically diagnosed with HIE, and Number of detected lesions by multimodal magnetic resonance imaging and ultrasound examination of the brain were compared with each other. **Results** The number of cases of subarachnoidal/subdural hemorrhage, parenchymal hemorrhage, and cerebral infarction/neuronal necrosis was more than that of ultrasound, and the difference has significant statistical significance($P<0.05$). The number of cases of subependymal/intraventricular hemorrhage was less than that of ultrasound by multimodal magnetic resonance imaging of the brain, and the difference has significant statistical significance($P<0.05$). There was no significant difference in the number of cases of periventricular leukomalacia/cystic degeneration on multimodal magnetic resonance imaging of the brain compared with ultrasound. **Conclusion** Cranial multimodal magnetic resonance imaging has certain advantages over ultrasound in the diagnosis of HIE, and the two are complementary.
Keywords: Neonatal Hypoxic-ischemic Encephalopathy; Multimodal Magnetic Resonance Imaging; Ultrasonic; Diffusion-weighted Imaging; Magnetically Sensitive Weighted Imaging

新生儿缺氧缺血性脑病(hypoxic ischemic encephalopathy, HIE)是最多见的新生儿颅脑损伤类型,致病原因包括围产期时缺氧窒息、脑血流减少等引发的脑缺氧缺血性损害,常引起神经后遗症^[1-2],并引发患儿功能障碍、儿童长期神经发育不良甚至患儿死亡^[3]。HIE患儿脑损伤的严重程度与脑组织缺氧的程度、缺氧的持续时间以及脑组织发育成熟度密切相关,因此对患儿缺氧做出及时早期判断、准确评估患儿脑损伤程度,及时治疗干预并进行预后评估相当重要。影像学检查是反映脑组织缺氧病理改变的最直接手段。磁共振成像(MRI)、彩色多普勒超声能够很好地显示脑组织结构、脑室形态及脑血流动力学参数等改变,且相比CT有着无辐射的优点,成为新生儿HIE检查的主要手段,对诊断及预后评估有一定意义^[4]。本文旨在比较磁共振常规序列、扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)、磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)联合应用(多模态磁共振成像)与颅脑超声在HIE早期诊断的价值,帮助新生儿科医师对患儿病情做出准确评估并制定更为合理的治疗方案。

1 资料与方法

- 1.1 一般资料 收集2022年11月至2023年11月间在东营市人民医院新生儿科住院拟诊为HIE的新生儿共计56例,男性患儿27例,女性患儿29例。进行颅脑超声检查的年龄为1~10d,平均2.91d;进行颅脑MRI检查的年龄为1~41d,平均8.57d。
纳入标准:有明确的可导致胎儿宫内窘迫的异常产科病史,患儿分娩过程中有重度窒息史;出生后具有不同程度的临床可疑症状,并持续24小时以上,如EEG、异常肌张力增高或减弱、意识改变、前囟张力增高、拥抱反射及吮吸反射异常、中枢性呼吸衰竭、瞳孔扩大或缩小等。排除标准:胆红素脑病、宫内感染、产伤、低血糖症、遗传代谢性疾病、先天性心脏病等;无法去除心电监护仪的危重患儿;因患儿不配合及其他原因导致的严重伪影,致使图像质量无法满足诊断标准。
1.2 仪器与方法 采用荷兰Philips 3.0T 超导型磁共振扫描仪,检查体位患儿取仰卧位。检查前由新生儿科医护人员静脉推注镇静剂苯巴比妥钠(5mg/kg)+2mL生理盐水,待患儿熟睡后方才进行扫描,检查时为患儿佩戴耳机护耳,做好保暖并由患儿家属陪同检查。常规扫描序列:横轴位T₁加权成像、T₂加权成像、T₂-FLAIR,矢状位T₂加权成像;横轴位扩散加权成像扫描;横轴位磁敏感加权成像扫描。

【第一作者】黄晓华,女,主治医师,主要研究方向:中枢神经系统及消化系统磁共振诊断。E-mail: 410938530@qq.com
【通讯作者】李静波,女,副主任医师,主要研究方向:心血管及新生儿颅脑疾病超声诊断。E-mail: 1297167846@qq.com

颅脑超声检查使用美国GE Logiq7超声彩色多普勒诊断仪,选用阴道超声探头,频率为6-10MHz。患儿体位为仰卧位,在患儿静息或者睡眠状态下进行检查,分别经前囟、颞囟进行矢状切面、冠状切面连续动态扫查,对颅脑组织结构进行观察,并检测大脑前、中动脉的血流动力学改变。

1.3 图像分析 患儿检查结束后将磁共振及超声图像传送至PACS系统进行阅片分析,各自由2位影像科、超声科资深主治医师分别对每位患儿磁共振、超声影像资料进行分析并诊断,遇意见不一致的病例需经两位医师讨论后达成一致意见。记录多模态磁共振成像及超声发现蛛网膜下腔/硬膜下出血、脑实质出血、脑梗死/神经元坏死、脑室周围白质软化/囊变、室管膜下/脑室内出血的病例数。

1.4 统计学分析 应用SPSS 17.0软件进行统计学分析,经配对四格表资料的 χ^2 检验(McNemar), $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

通过多模态磁共振成像,56例患儿中,发现蛛网膜下腔/硬膜下出血14例;脑实质出血7例;脑梗死/神经元坏死9例;脑室周围白质软化/囊变1例;室管膜下/脑室内出血4例。硬膜下出血表现为硬膜下、颅板下新月形的T₁WI高或略高信号,T₂WI及FLAIR低信号,DWI及SWI低信号;蛛网膜下腔出血表现为脑沟

内迁曲线状T₁WI高或略高信号,T₂WI及FLAIR低信号,SWI低信号;脑实质出血表现为点片状T₁WI高或略高信号,T₂WI及FLAIR低或等信号,DWI及SWI低信号;脑梗死表现为T₁WI略低或略高信号,T₂WI及FLAIR略高信号,DWI高信号,ADC图低信号(见图1),神经元坏死ADC图信号减低不明显;脑室周围白质软化/囊变为侧脑室周围类圆形T₁WI低信号,T₂WI高信号,FLAIR低信号;室管膜下/脑室内出血为T₁WI高或略高、等信号,T₂WI低信号,SWI及DWI低信号。

通过超声检查,56例患儿中,发现蛛网膜下腔/硬膜下出血3例;脑实质出血1例;脑梗死/神经元坏死2例;脑室周围白质软化/囊变1例;室管膜下/脑室内出血35例;另外发现大脑动脉血流动力学异常改变10例。室管膜下/脑室内出血根据出血程度及部位不同可以表现为丘脑尾状核区团块状高回声区、侧脑室或脉络丛回声增强并脉络丛形态不规则增宽、脑室内高回声出血伴脑室增大。

多模态磁共振成像检查发现蛛网膜下腔/硬膜下出血、脑实质出血、脑梗死/神经元坏死的病例数较超声多,差异有统计学意义($P<0.05$);超声发现室管膜下/脑室内出血的病例数较多模态磁共振成像多,差异有统计学意义($P<0.05$);多模态磁共振成像发现脑室周围白质软化/囊变的病例数较超声相当,差异无统计学意义($P>0.05$);见表1。

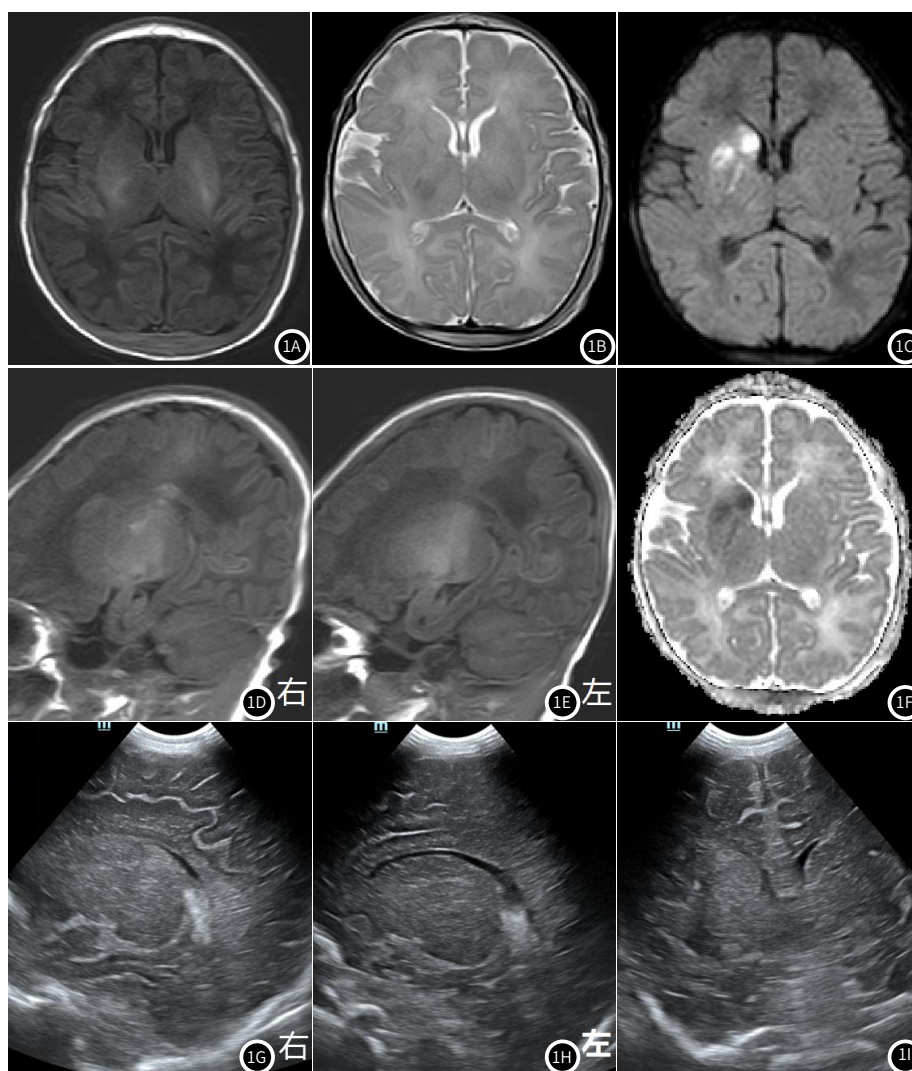


图1A-图1I 右侧基底节区梗死灶: 1A 轴位T₁WI呈等、略低信号; 1B 轴位T₁WI呈略高信号; 1C DWI呈高信号; 1F ADC图信号减低; 1D 矢状T₁WI右侧呈等、略低信号; 1E 矢状T₁WI左侧未见异常; 1G 超声旁矢状切面显示右侧基底节区回声增强; 1H 超声旁矢状切面显示左侧基底节区未见异常; 1I 超声冠状切面显示右侧基底节区回声增强。右侧基底节区局部肿胀, 右侧侧脑室前角受压。

表1 56例HIE患儿异常病例数量表

颅内病变	多模态磁共振成像	超声	P
蛛网膜下腔/硬膜下出血	14	3	0.001
脑实质出血	7	1	0.031
脑梗死/神经元坏死	9	2	0.016
脑室周围白质软化/囊变	1	1	1.000
室管膜下/脑室内出血	4	35	0.000

3 讨 论

新生儿脑组织对缺氧缺血反应极为敏感，HIE是新生儿围生期窒息的最常见并发症，以血流动力学紊乱、缺氧为主，两者相互作用，是一个渐变过程，血流变化作为重要的病理生理学基础，早期出现血管的高度痉挛以及血管阻力改变^[5-6]。一般分为缺血缺氧、再灌注损伤两个基础阶段，出现缺氧、酸中毒、乳酸堆积、细胞水肿坏死、血管代偿性扩张、血脑屏障破坏，引起红细胞、血浆蛋白渗出^[7]，可出现脑实质出血、脑室积血、硬脑膜下/蛛网膜下腔出血。其机制复杂，部分欠明了，以往研究指出血管内皮生长因子的产生在HIE患儿较正常新生儿明显增多。Apgar评分、临床表现通常是新生儿科医生的主要评定依据^[8]，而影像学检查可以更直观的是反映HIE患儿脑组织的病理学改变。

颅脑超声具有价廉、无辐射、无创、简便易行的特点，可以轻松实现床边操作，常作为HIE患儿的首选影像检查，特别是危重、不便移动HIE患儿的唯一影像检查。其利用不同组织成分回声差异，形成特异性灰度对比。对极低浓度的血红蛋白敏感性高、对颅脑中心区域脑组织分辨率高，利用脑脊液、血红蛋白、脑组织的不同声阻抗，便于对较强回声出血的检出。超声对脑组织水肿、侧脑室周围坏死囊变反映灵敏，回声改变识别度好，另外结合侧脑室及三脑室形态改变，诊断率较高。另外超声通过频谱多普勒可以一定程度上反应血流动力学改变^[9]，而磁共振对新生儿脑血流动力学研究及临床应用尚不广泛^[10]。本次研究显示超声较多模态磁共振成像在脑室及室管膜下出血检出率高，差异明显， $P<0.05$ ；对脑室周围白质软化囊变的检出差异不大， $P>0.05$ 。

颅脑MRI检查具有良好的软组织分辨率，对基底节区病变及矢状旁区病变的诊断尤为敏感。但常规MRI对出血的判断不够敏感，特别是针对脑脊液稀释、出血时间长短不同的侧脑室出血，而SWI成像一定程度上弥补了此不足。SWI是高分辨率3D 梯度回波成像序列，对磁场不均匀性非常敏感，针对血管外血液产物以及静脉内去氧血红蛋白尤其敏感，因此利用血液产物的顺磁性特性成像，对出血的识别明显优于MRI常规序列，边界更加清楚，显示范围扩大，特别是针对脑实质出血具有很高的准确性^[11]，提倡其作为MR新生儿检查的常规；但是鉴于部分新生儿病情危重无法进行磁共振，待病情稳定后部分出血可有不同程度吸收，对此次研究中脑室及室管膜下出血检出差异有一定影响。DWI是MRI的一种功能成像，可以无创监测活体组织水分子布朗运动^[12]，广泛应用于全身多部位的检查，特别是新生儿脑部病变的检测。它可以发现6h内的缺氧缺血性病灶，对HIE患儿梗死、神经元坏死具有很高的敏感性和特异性。本研究显示颅脑多模态磁共振成像相对于颅脑超声，在HIE患儿蛛网膜下腔/硬膜下出血、脑实质出血、脑梗死/神经元坏死病灶的检出具有明显优势， $P<0.05$ 。多模态磁共振成像在HIE患儿的诊断具有高敏感性，为HIE患儿的早期诊断提供有利依据。

本实验过程中因超声及MRI检查时间一致性不甚严格，有可能对结果造成影响，另外针对疾病分级以及病灶分布特点等方面信息欠缺，以上可作为新的要求和方向继续研究。

4 结 论

基于颅脑多模态磁共振成像在HIE患儿蛛网膜下腔/硬膜下出血、脑实质出血、脑梗死/神经元坏死病灶检出的优势，以及脑室周围白质软化囊变检出与超声的一致性，多模态磁共振成像是诊断HIE 敏感性、特异性较高的检查方式^[13]，从结构、功能层面反映HIE的病理改变，为HIE的早期及长期神经发育预测方面提供更多信息及手段可以提供更多、更全面的图像信息，提高HIE诊断效率、预测神经发育，临床医师及时干预治疗，很大程度上降低新生儿死亡率及患儿致残率，具有重要的社会意义^[14]。而超声其操作灵活性及简便性是很大优势，在早期患儿无法接受MRI检查的情况下及早诊断，为治疗争取宝贵时间^[15-16]，另外超声对脑室及室管膜下出血检出有相当大的优势。二者在HIE诊断中具有很大的互补性，超声更适用于早期筛查，MRI更利于病情详细诊断及随访观察。

参考文献

[1] 黄珍欢, 詹泽娟, 涂学招, 等. 常规MRI和扩散张量成像在足月新生儿HIE的诊断价值[J]. 磁共振成像, 2019, 10(3): 185-189.

[2] 叶芳, 林荃, 刘芳, 等. 缺氧缺血性脑病早期神经行为评估量表介绍[J]. 中华围产医学杂志, 2020, 23(10): 684-689.

[3] DEEK H. Sonographic diagnosis of neonatal hypoxic-ischemic encephalopathy with high-resolution sonography: Part II: Cortical and subcortical lesions[J]. Ultrasciai Med, 2021, 42(3): 314-316.

[4] 李彦丽, 王洪阁, 孙殿凤. MRI诊断新生儿缺氧缺血性脑病的价值[J]. 中国实用医刊, 2022, 49(6): 81-84.

[5] 张梦华, 王光珍, 许涛. 新生儿缺氧缺血性脑病超声、MRI表现及诊断价值研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(12): 12-13.

[6] 陈文显, 韩运生, 刘道. 新生儿缺氧缺血性脑病的脑超声血流动力学特征及与临床预后的关系[J]. 中国超声医学杂志, 2020, 36(9): 769-773.

[7] Greco P, Nencini G, Piva I, et al. Pathophysiology of hypoxic-ischemic encephalopathy: a review of the past and a view on the future[J]. Acta Neurol Belg, 2020, 120(2): 277-288.

[8] 马青, 袁芳. 缺氧缺血性脑病脑损伤早期诊断及预后评估影像学研究进展医学影像学杂志, 2021, 31(3): 517-520.

[9] Nattique KR, Das Y, Maxey MN, et al. Early use of transcranial doppler ultrasonography to stratify neonatal encephalopathy[J]. Pediatr Neurol, 2021, 124: 33-39.

[10] 余倩, 王冬, 姜岚. 超声监测胎儿及新生儿脑血流进展[J]. 中国医学影像技术, 2022, 38(12): 1877-1880.

[11] 涂小琼, 何丹, 贾冈. 新生儿缺氧缺血性脑病MRI扫描SWI序列影像学特征及诊断价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(1): 16-18.

[12] 韩雨璇, 吴鹏, 何晓宁, 等. 扩散成像技术在新生儿缺氧缺血性脑病中的研究进展[J]. 磁共振成像, 2019, 10(10): 783-786.

[13] 刘海博, 姜微, 郑彬. MRI联合MRS对HIE预后早期评估的临床应用价值[J]. 国际医药卫生导报, 2019, 25(10): 1582-1584.

[14] Tharmapoopathy P, Chisholm P, Barlas A, et al. In clinical practice, cerebral MRI in newborns is highly predictive of neurodevelopmental outcome after therapeutic hypothermia[J]. Eur J Paediatr Neurol, 2020, 25: 127-133.

[15] 赵炳勋, 赵晓芬. 新生儿缺氧缺血性脑病床旁监测工具的研究进展[J]. 国际儿科学杂志, 2023, 50(8): 530-533.

[16] 刘芳. 经颅多普勒超声在足月新生儿缺氧缺血性脑病诊断和严重程度评估中的价值[J]. 中国妇幼保健, 2023, 38(16): 3142-3145.

(收稿日期: 2024-03-08)
(校对编辑: 姚丽娜)