

论 著

颅脑超声与多模态磁共振成像联合应用在新生儿脑损伤诊断中的价值*

孙 蕾¹ 王 松^{2,*} 吕德勇^{1,*}
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
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)

【摘要】目的 探讨颅脑超声与多模态磁共振成像联合应用在新生儿脑损伤的诊断价值。方法 回顾性分析可疑存在脑损伤的新生儿51例,均进行颅脑超声检查及多模态磁共振检查。分别记录颅脑超声检查的结果、多模态磁共振成像的结果、颅脑超声检查与多模态磁共振成像联合应用的结果,以联合应用的结果分别与前两者进行对比。结果 联合应用发现硬膜下或蛛网膜下腔出血、脑梗死或神经元坏死、脑实质出血较超声检查多,差异具有统计学意义($P<0.05$);发现脑室周围-脑室内出血、脑室周围囊性灶与超声检查一致,差异无统计学意义($P>0.05$)。联合应用发现脑室周围-脑室内出血较多模态磁共振成像多,差异具有统计学意义($P<0.05$);发现硬膜下或蛛网膜下腔出血、脑室周围囊性灶、脑梗死或神经元坏死、脑实质出血与多模态磁共振成像一致,差异无统计学意义($P>0.05$)。结论 在新生儿脑损伤诊断中颅脑超声和多模态磁共振成像联合应用可以获得更全面的信息,更利于明确诊断、指导治疗方案的制定。

【关键词】新生儿;脑损伤;
多模态磁共振成像;颅脑超声
【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);
东营市2024年度社会科学规划
课题DYSK(2024)第506号
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.08.003

Value of Brain Ultrasound Combined with Multimodal Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Neonatal Brain Injury*

SUN Lei¹, WANG Song^{2,*}, LV De-yong^{1,*}.
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

ABSTRACT
Objective To investigate the diagnostic value of brain ultrasound combined with multimodal magnetic resonance imaging in neonatal brain injury. **Methods** 51 cases of neonates with suspected brain injury were retrospectively analyzed, all of which were examined by brain ultrasound and multimodal magnetic resonance. The results of craniocerebral ultrasound, multimodal magnetic resonance imaging, and the combined application of craniocerebral ultrasound and multimodal magnetic resonance imaging were recorded respectively, and the results of the combined application were compared with the first two. **Results** There were more cases of subdural or subarachnoid hemorrhage, cerebral infarction or neuronal necrosis, and cerebral parenchymal hemorrhage than ultrasonography, the difference was statistically significant ($P<0.05$). Periventricular hemorrhage and periventricular cystic foci were found to be consistent with ultrasonography, with no statistical significance ($P>0.05$). The combined application showed that there were more periventricular hemorrhage than intra ventricular hemorrhage, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). Subdural or subarachnoid hemorrhage, periventricular cystic foci, cerebral infarction or neuronal necrosis, and cerebral parenchymal hemorrhage were found to be consistent with multimodal MRI, with no statistical significance ($P>0.05$). **Conclusion** The combined application of brain ultrasound and multimodal magnetic resonance imaging in the diagnosis of neonatal brain injury can obtain more comprehensive information, which is more conducive to the clear diagnosis and guide the formulation of treatment.

Keywords: Newborn; Brain Injury; Multimodal Magnetic Resonance Imaging; Craniocerebral Ultrasound

随着我国医学科学技术发展,围产期医学诊疗水平不断得到提升,从而大大提高了危重新生儿的生存几率,但伴随而来的脑损伤后遗症问题不容忽视^[1]。严重的脑损伤可导致患儿出现智力低下、脑性瘫痪、视听功能障碍等一系列的神经损伤症状^[2],使得患儿日后生活质量大大降低,给患儿家庭乃至社会带来一定负担。其常见病因主要是缺氧缺血、早产儿脑白质损伤、高胆红素血症、感染、颅内出血等^[3-4]。多数患儿临床症状及体征缺乏一定的特异性,对其明确诊断及损伤特点、进行预后评估不甚准确。故而及时选择合适的神经影像学检查方案,对于患儿病情评估至关重要,便于临床医师制定出最佳治疗方案,最大程度上改善患儿预后,提高其生存率及日后生活质量。

针对脑损伤的影像学检查方法常用的有超声、CT和MRI^[5]。超声检查是最早应用新生儿脑损伤的影像检查,对脑室周围-脑室内出血敏感。另外经颅多普勒可以监测脑损伤患儿的血流动力学改变,对其诊断和预后评估亦相当重要^[6]。CT对颅内出血敏感,但因其电离辐射作用以及有限的软组织分辨率,在新生儿脑损伤的应用受到很大限制。MRI检查没有电离辐射,而且软组织分辨率高,可以多方位、多序列的观察脑组织细微结构、评估病变性质及特点,它无疑是新生儿脑损伤的重要神经影像检查手段^[7]。本文中多模态磁共振成像在常规序列的基础上增加弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)序列及磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)序列。旨在通过颅脑超声及多模态磁共振成像的联合应用,对脑损伤患儿同类型病变检出结果进行对比研究,帮助临床医师尽早诊断、准确评估病情,及早干预以提高患儿预后及日后生存质量。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集2022年10月至2023年10月间于我院新生儿科住院怀疑存在脑损伤的新生儿共计51例,其中女性患儿25例,男性患儿26例。进行颅脑超声检查患儿的平均年龄为3d;进行颅脑MRI检查的患儿平均年龄为9.1d。本研究经东营市人民医院医学伦理委员会审批通过。

纳入标准(需至少满足一项):存在至少一项可疑脑损伤的高危因素:如围生期缺氧缺血病史、胎龄<32周、高危产妇等;出生后有明确的临床可疑症状、体征,如EEG、意识改变、前囟张力增高、中枢性呼吸衰竭等;均进行了颅脑超声和多模态磁共振成像检查。排除标准:合并先天性疾病,如先天性神经、心脏畸形;遗传代谢性疾病;因图像伪影重或其他缘由导致的图像质量不符合诊断要求。

1.2 仪器与方法 超声彩色多普勒诊断仪使用美国GE公司的Logiq7,选择使用阴道超声探头,设定频率为6-10MHz。患儿无需服用镇静药物,检查时要求处于睡眠或者静息

【第一作者】孙 蕾,女,主治医师,主要研究方向:中枢神经系统及胸部影像诊断。E-mail: 958867676@qq.com
【通讯作者】王 松,男,主治医师,主要研究方向:颅面部磁共振诊断。E-mail: 542564187@qq.com
吕德勇,男,主任医师,主要研究方向:颅脑、心脏影像诊断。E-mail: 1297167846@qq.com

状态下，采取仰卧体位，分别经过前囟及颞囟进行矢状面、冠状切面实时动态扫描，获得脑组织结构的图像信息，并对大脑前动脉及大脑中动脉进行扫描测量，获得血流动力学改变的多普勒参数。磁共振扫描仪选用荷兰Philips 3.0T，超导型，患儿检查体位采取仰卧位。检查前半小时由新生儿科护理人员给予患儿常规镇静，全程由家属陪同检查，做好保暖，佩戴耳机，在熟睡状态下进行扫描。扫描序列：T1加权成像(横轴位)、T2加权成像(横轴位及矢状位)、FLAIR(横轴位)、扩散加权成像(横轴位)、磁敏感加权成像(横轴位)。

1.3 图像分析 待患儿检查顺利结束后，将获得的超声图像、多模态磁共振图像分别传送至各自阅片系统，由2名资深主治医师针对每位患儿的超声及磁共振图像进行分析并作出判断。分别记录颅脑超声、多模态磁共振成像、颅脑超声和多模态磁共振成像联合应用发现的脑室周围-脑室内出血、脑室周围囊性灶、硬膜下或蛛网膜下腔出血、脑梗死或神经元坏死、脑实质出血结果。

1.4 统计学分析 应用软件SPSS 17.0进行数据的统计学分析，通过配对四格表资料的 χ^2 检验(McNemar)，以 $P<0.05$ 代表差异具有统计学的意义。

2 结 果

通过颅脑超声检查，51例患儿中，发现脑室周围-脑室内出血32例；脑室周围囊性灶1例；硬膜下或蛛网膜下腔出血2例；脑梗死或神经元坏死2例；脑实质出血1例；大脑动脉出现血流动力学的异常改变有8例。脑室周围-脑室内出血表现多样，主要与出血量及出血部位不同有关，在丘脑尾状核区表现为沟团状高回声、在侧脑室表现为回声增强、脉络丛表现为形态不规则的增宽、可伴脑室增大。

通过颅脑多模态磁共振成像，51例患儿中，发现脑室周围-脑室内出血3例；脑室周围囊性灶1例；硬膜下或蛛网膜下腔出血13例；脑梗死或神经元坏死9例；脑实质出血7例。脑室周围-脑室内出血T1WI为高、略高或等信号，T2WI、SWI及DWI为低信号；脑室周围囊性灶为受损脑实质的坏死、囊变，多位于侧脑室周围，呈类圆形，T2WI为高信号，T1WI及FLAIR为低信号；硬膜下出血通常表现为颅板下新月形、弧线状T1WI略高或高信号，T2WI、FLAIR、DWI及SWI通常为低信号(见图1)；蛛网膜下腔出血通常表现为脑沟内条状、迂曲线状T1WI略高或高信号，T2WI、FLAIR及SWI为低信号影；脑实质出血通常表现为脑实质内点片状T1WI略高或高信号，T2WI及FLAIR为低或等信号，DWI及SWI为低信号(见图 1)；脑梗死通常表现为T1WI等或略低信号，T2WI、FLAIR为略高信号，DWI为高信号，ADC图信号减低(见图2)，而神经元坏死灶的ADC图信号没有明显减低。

通过颅脑超声检查与多模态磁共振成像联合应用，51例患儿中，发现脑室周围-脑室内出血32例；脑室周围囊性灶1例；硬膜下或蛛网膜下腔出血13例；脑梗死或神经元坏死9例；脑实质出血7例。

针对51例患儿，联合应用与颅脑超声检查结果进行对比：前者发现硬膜下或蛛网膜下腔出血、脑梗死或神经元坏死、脑实质出血较超声检查多，差异具有统计学意义($P<0.05$)；发现脑室周围-脑室内出血、脑室周围囊性灶与超声检查结果一致，差异无统计学意义($P>0.05$)；见表1。

针对51例患儿，联合应用与多模态磁共振成像结果进行对比：前者发现脑室周围-脑室内出血较多模态磁共振成像多，差异具有统计学意义($P<0.05$)；发现硬膜下或蛛网膜下腔出血、脑室周围囊性灶、脑梗死或神经元坏死、脑实质出血与多模态磁共振成像结果一致，差异无统计学意义($P>0.05$)；见表2。

表1 联合应用与颅脑超声结果对比(例)

颅内病变	联合应用	超声	P
脑室周围-脑室内出血	32	32	1.000
脑室周围囊性灶	1	1	1.000
硬膜下或蛛网膜下腔出血	13	2	0.001
脑梗死或神经元坏死	9	2	0.016
脑实质出血	7	1	0.031

表2 联合应用与多模态磁共振成像结果对比(例)

颅内病变	联合应用	多模态磁共振成像	P
脑室周围-脑室内出血	32	3	0.000
脑室周围囊性灶	1	1	1.000
硬膜下或蛛网膜下腔出血	13	13	1.000
脑梗死或神经元坏死	9	9	1.000
脑实质出血	7	7	1.000

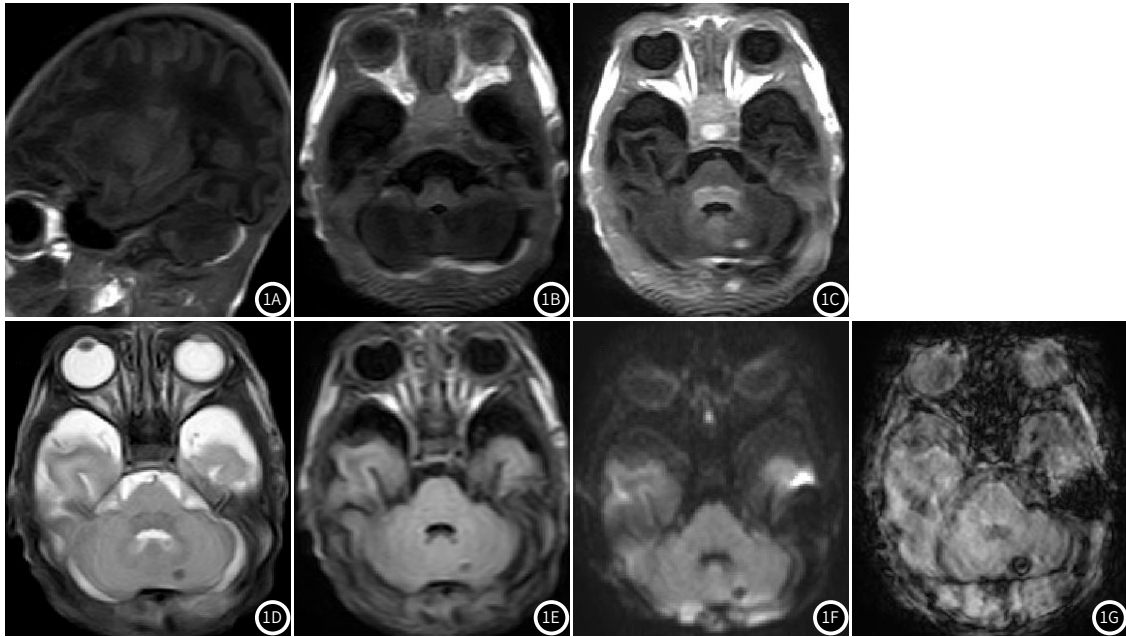


图1A~图1G 后颅窝硬膜下出血及左侧小脑半球出血T1WI、T2WI、FLAIR、DWI及SWI。图1A~1G: 硬膜下出血出血表现为T1WI高信号，T2WI及FLAIR、DWI、SWI低信号。图1C~1G: 左侧小脑半球出血表现为T1WI高信号，T2WI及FLAIR、DWI、SWI低信号。

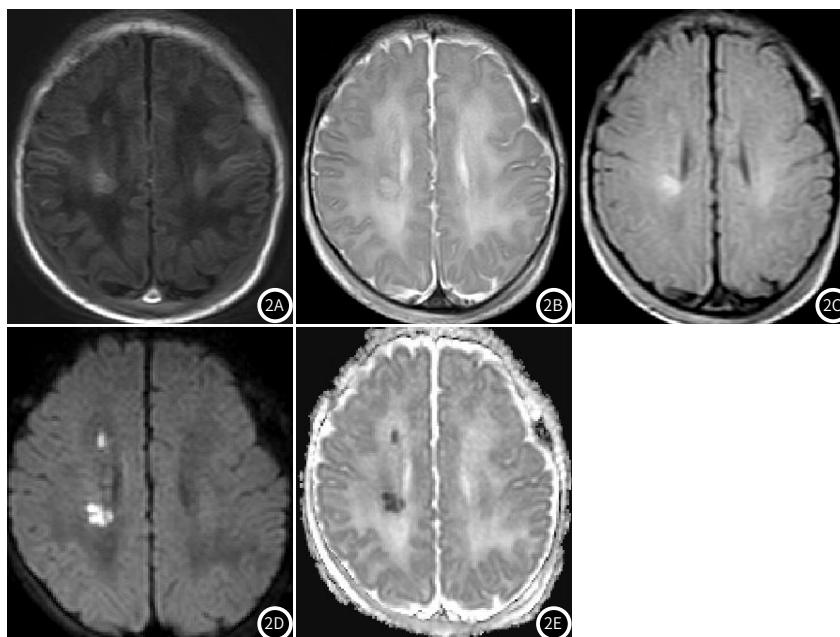


图2A~图2E 右侧脑室旁梗死灶T1WI、T2WI、FLAIR、DWI及ADC图。图2A: T1WI呈等、略高信号; 图2B~图2D: T2WI及FLAIR、DWI呈高信号; 图2E: ADC图呈低信号。

3 讨论

新生儿脑损伤是导致新生儿死亡或残疾的主要原因,通常是由多个机制相互作用产生的脑细胞受损^[8-9]。因其复杂性决定了临床表现的差异较大,所以需要临床医生详细询问患儿病史、仔细进行体格检查、持续认真的观察患儿临床表现。另外,充分借助脑电图、颅脑超声、磁共振等相关的辅助检查,对患儿进行综合评价,尽早确诊,去除病因,支持治疗,积极干预,最大程度上改善脑损伤的预后。

本研究中神经影像检查的联合应用相当于在多模态磁共振成像基础上增加了超声检查,相对于单独的多模态磁共振成像,在脑室周围-脑室内出血的诊断有明显优势。分析缘由,出血部位的脑组织结构与血红蛋白形成的声反射差异明显,超声检查表现出相应位置的强回声,从而使得超声对脑室周围-脑室内出血敏感,Volpe以Papile分级为基础提出的出血影像分度可以很大程度上帮助临床对其严重程度以及相关预后评估进行评价^[10]。多模态磁共振成像对于新鲜出血及时间较长的出血信号不敏感,加之少量出血与脑脊液混合致信号改变不明显,从而影响诊断;另外磁共振检查时间长,要求被检查患儿病情相对稳定,造成磁共振检查的时间较超声检查时间有一定程度的滞后,因血液代谢的缘故,使得多模态磁共振成像对脑室周围-脑室内出血的检出率下降。

本研究中神经影像检查的联合应用相当于在颅脑超声检查基础上增加了多模态磁共振成像,相对于单独的颅脑超声检查,在硬膜下或蛛网膜下腔出血、脑梗死或神经元坏死、脑实质出血的诊断有明显优势。多模态磁共振成像可以多方位、多序列成像,便于病灶的定性、定位、定量。DWI序列是无创检测活体组织细胞内水分子的弥散情况从而反映组织微观结构的变化及特点,通过测量表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)来反应水分子在组织细胞弥散受限的程度,对细胞毒性水肿高度敏感,可以发现6小时内的缺氧缺血病变。SWI序列主要是在T2*加权梯度回波基础上,根据磁化率的差异进行成像^[11-12]。对静脉血管、血液产物等顺磁性物质敏感,表现低信号,可用于脑损伤患儿颅内出血的显示。具有较高信噪比以及高分辨率等优点,SWI发现的出血灶数量较常规MR序列、CT多,其所显示的出血灶数目、体积与昏迷、预后紧密相关^[13]。但是超声对于脑实质出血及脑边缘的出血不甚敏感,而且对超声操作医师的技术水平要求较高,另外受颅骨影响,致使其脑组织分辨率不足,从而影响诊断效果^[14]。

颅脑超声具有无创、简便、无痛、价廉、无电离辐射、可床边操作及多次重复检查等突出优势,已经成为新生儿脑损伤筛查及诊断的重要方式^[15]。颅脑MRI对于新生儿脑损伤的诊断具有较高的敏感度和特异性,多模态磁共振成像技术更是脑损伤研究的重点。颅脑超声、多模态磁共振成像在新生儿脑损伤的诊断中各有优劣势,可以起到很好的互补作用,对于高危患儿两者联合应用更利于精确诊断,更好的制定诊疗方案,提高患儿远期预后。

参考文献

- [1] 贾飞勇. 新生儿脑损伤的预后与康复[J]. 中国儿童保健杂志, 2020, 28(11): 1185-1187, 1192.
- [2] 宋金婷, 刘洋. 细胞焦亡与新生儿脑损伤[J]. 中华围产医学杂志, 2021, 24(4): 314-317.
- [3] 倪萍, 华子瑜. 中枢神经系统外感染致新生儿脑损伤机制研究进展[J]. 中华新生儿科杂志, 2020, 35(4): 316-318.
- [4] 赵亚环. 颅脑超声诊断在新生儿早期脑损伤中的应用价值[J]. 影像研究与医学应用, 2023, 7(08): 191-193.
- [5] 郑阳, 王小明. 新生儿脑损伤的类型及影像学检查要点解析[J]. 中国临床医学影像杂志, 2020, 31(12): 837-840.
- [6] Rillinger JF, Smith CM, deRegnier R, et al. Transcranial doppler identification of neurologic injury during pediatric extracorporeal membrane oxygenation therapy[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2017, 26(10): 2336-2345.
- [7] 孟远翠, 范金超. MRI参数与缺血缺氧性脑病新生儿脑损伤程度及远期神经预后的关系[J]. 中国优生与遗传杂志, 2023, 31(02): 377-382.
- [8] 朱滨, 蒋晓宏. 血清NSE、hs-CRP与头颅MRI在新生儿脑损伤严重程度的相关性研究[J]. 医学信息, 2022, 35(12): 130-133.
- [9] Narayanamurthy R, Yang J J, Yager J Y, et al. Drug delivery platforms for neonatal brain injury[J]. J Control Release, 2021, 330: 765-787.
- [10] Sancak S, Gursay T, Karatekin G, et al. Effect of intraventricular hemorrhage on cerebellar growth in preterm neonates[J]. Cerebellum, 2017, 16(1): 89-94.
- [11] 王红坡, 闫瑞芳, 韩东明, 等. 磁敏感加权成像联合血清脑源性神经因子、水通道蛋白-4检测对新生儿窒息早期脑损伤的诊断价值[J]. 安徽医药, 2021, 25(7): 1343-1346.
- [12] 涂小琼, 何丹, 贾刚. 新生儿缺血缺氧性脑病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.
- [13] 陈维娟, 赵飞, 苏贝贝, 等. 磁敏感加权成像在颅脑损伤中的价值[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2020, 26(1): 9-13.
- [14] 王晶萍, 闫琼, 吴晓明, 等. 颅脑超声、MRI结合血清HIF-1 α 在新生儿脑损伤诊断、预后评估中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(10): 7-9.
- [15] Liu L. Application of brain ultrasound in premature infants with brain injury[J]. Front Neurol, 2023, 14: 1095280.

(收稿日期: 2024-06-07)

(校对编辑: 韩敏求、翁佳鸿)