

颅脑超声及磁共振弥散加权成像对早产儿脑白质损伤的诊断价值

王慧敏， 霍亚玲， 王丹

基金项目:2018 年度河南省医学科技攻关计划(联合共建项目)(2018020612)

作者单位:450000 郑州,郑州大学附属儿童医院、河南省儿童医院、郑州儿童医院超声医学科
作者简介:王慧敏(1988—),女,医师。研究方向:超声诊断
通讯作者:王丹,E-mail:wangdan158975@163.com

【摘要】 目的 分析早产儿脑白质损伤(WMI)的颅脑超声及磁共振弥散加权成像(DWI)特点,探讨其在 WMI 早期诊断及随访中的应用价值。**方法** 回顾性分析我院 2018 年 1 月至 2020 年 2 月疑诊为 WMI 的 120 例早产儿临床资料,分析颅脑超声及 DWI 的检查结果及诊断价值。**结果** 120 例患儿,临床确诊为 WMI 112 例,脑积水 6 例,胼胝体发育不良 2 例。以临床诊断为标准,颅脑超声对 WMI 准确诊断 98 例(87.50%)。以脉络丛回声为参照标准,按初次检查脑室周围回声增强(PVE)程度分为Ⅰ级 38 例,Ⅱ级 32 例,Ⅲ级 28 例,漏误诊 14 例(12.50%);常规 MRI 对 WMI 准确诊断 78 例(69.64%),其中局灶性病变 52 例,弥漫性病变 4 例,脑室周围白质软化(PVL)22 例,漏误诊 34 例(30.36%);常规 MRI+DWI 对 WMI 准确诊断 102 例(91.07%),其中局灶性病变 46 例,弥漫性病变 34 例,PVL 22 例,漏误诊 10 例(8.93%)。**结论** 颅脑超声及 DWI 均可对 WMI 做出准确诊断,颅脑超声检查方便,可重复性强,是 WMI 初筛和随访预后的首选检查方法。

【关键词】 脑白质损伤; 颅脑超声; 诊断价值; 婴儿,早产

doi:10.3969/j.issn.1674-3865.2022.01.009

【中图分类号】 R322.81 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1674-3865(2022)01-0033-04

Diagnostic value of brain ultrasound and magnetic resonance diffusion weighted imaging in preterm infants with white matter injury WANG Huimin, HUO Yaling, WANG Dan. Department of Ultrasound, Children's Hospital Affiliated to Zhengzhou University, Henan Children's Hospital, Zhengzhou Children's Hospital, Zhengzhou 450000, China

【Abstract】 Objective To analyze the characteristics of cranial ultrasound and magnetic resonance diffusion weighted imaging (DWI) in preterm infants with white matter injury (WMI), and to explore their application value in early diagnosis and follow-up of WMI. **Methods** The clinical data of 120 premature infants suspected with WMI in our hospital from January 2018 to February 2020 were retrospectively analyzed, and the results and diagnostic value of craniocerebral ultrasound and DWI were analyzed. **Results** Among the 120 children, 112 were diagnosed with WMI, 6 with hydrocephalus and 2 with corpus callosum dysplasia. Based on clinical diagnosis, 98 cases (87.50%) of WMI were accurately diagnosed by craniocerebral ultrasound. Taking choroid plexus echo as reference standard and according to the degree of periventricular echo enhancement(PVE) in the first examination, 38 cases were classified into grade Ⅰ, 32 cases into grade Ⅱ, and 28 cases into grade Ⅲ, while 14 cases were missed and misdiagnosed (12.50%). A total of 78 cases (69.64%) of WMI were accurately diagnosed by conventional MRI, including 52 cases of focal lesions, 4 cases of diffuse lesions, 22 cases of periventricular leukomalacia (PVL), and 34 cases of missed diagnosis or misdiagnosis (30.36%). By conventional MRI+DWI, a total of 102 cases (91.07%) of WMI were accurately diagnosed, including 46 cases of focal lesions, 34 cases of diffuse lesions, 22 cases of PVL, and 10 cases of missed diagnosis or misdiagnosis(8.93%). **Conclusion** Both craniocerebral ultrasound and DWI can make accurate diagnosis of WMI. Craniocerebral ultrasound is convenient and reproducible, and it is the first choice for preliminary

screening and follow-up of WMI.

【Keywords】 White matter injury; Craniocerebral ultrasound; Diagnostic value; Infant, premature

脑白质损伤(white matter injury, WMI)是早产儿脑损伤的主要形式之一,未成熟的脑白质易受到围生期宫内感染、缺氧窒息等因素影响出现不同程度的损伤致神经系统发育障碍,直接影响早产儿的远期预后。目前国际上比较统一的观点是将 WMI 分为脑室周围白质软化(periventricular leukomalacia, PVL)和弥散性 WMI^[1]。Koob 等^[2] 研究显示,50%低出生体质量早产儿患有 WMI,存活儿中 10%患有脑性瘫痪,严重威胁着早产儿的生命健康。WMI 早期的神经系统症状无特异性,需要借助影像学检查明确诊断。MRI 在早产儿头颅检查中应用比较广泛,但患儿检查时需要镇静,且检查时间长,对于早产儿或极低/超低出生体重儿检查受到限制。颅脑超声具有简便、可重复性强、分辨率高、可床旁操作的特点,是临床诊断 WMI 首选的检查方法^[3]。本文通过对 120 例 WMI 患儿的颅脑超声及弥散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)结果进行回顾性分析,报道如下。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选择 2018 年 1 月至 2020 年 2 月郑州市儿童医院收治疑诊为 WMI 的早产儿 120 例,其中男 72 例,女 48 例;胎龄 27~36 周;出生体质量 980.2~2 864.5 g;宫内窘迫 68 例,胎膜早破 44 例,胎盘早剥 8 例。患儿入院时行影像学检查、Apgar 评分及相关血清学方法等其他检查,临床最终诊断 WMI 112 例。112 例患儿 3~6 个月后均进行颅脑超声及 DWI 复查,62 例患儿 7~18 个月复查 DWI。

1.2 诊断标准 MRI 诊断标准^[4]:(1)局灶性 WMI;DWI 序列检查示侧脑室前角或后角、半卵圆中心出现点状或条状 DWI 高信号,MRI 检查示 T1WI 高信号、T2WI 低信号;(2)弥漫性 WMI:表现为侧脑室旁弥漫性 DWI 高信号,MRI 常规序列 T1WI 及 T2WI 无变化;PVL,T2WI 序列示脑室旁体积减少,脑室旁白质的融合灶呈高信号,DWI 呈低信号。颅脑超声脑室周围回声增强(periventricular echoenhance, PVE)等级分级^[5]:I 级:双侧或单侧脑室周围强回声,维持或超过 1 周,未出现囊腔;II 级:双侧或单侧脑室周围强回声,出现小囊腔改变;III 级:脑室周围广泛性囊腔改变且囊腔融合成片。

1.3 纳入标准 (1)胎龄≤36 周;(2)出生后 Apgar 评分 10 min≤5 分;(3)患儿出生时伴胎儿宫内窘迫或羊水Ⅲ度污染;(4)临床资料完整;(5)经医院伦理

委员会审核通过,患儿直系亲属知情同意。

1.4 排除标准 先天性疾病、遗传代谢性疾病的早产儿或检查发现有明显继发性脑损伤的患儿。

1.5 检查方法 采用 Philips CX50 床旁超声诊断仪,探头频率 3.5~7 MHz,经前囟、颞囟及乳突囟对颅脑进行冠状位、矢状位连续动态扫查,观察脑组织二维超声声像图、脑室及脑室旁白质区域的回声情况。DWI 扫描采取 Siemens Aera 1.5 T 超导 MRI 仪,扫描参数:视野 17 ms×17 ms,矩阵 178×243, T1WI:TE 15 ms,TR 385 ms;T2WI:TE 100 ms,TR 3 056 ms,b 值取 1 000 s/mm²。

2 结果

2.1 颅脑超声检查结果 见图 1。

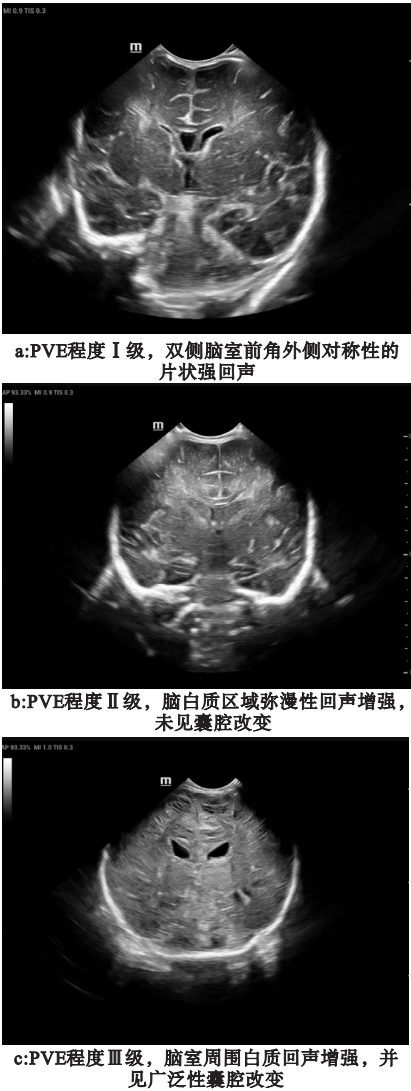
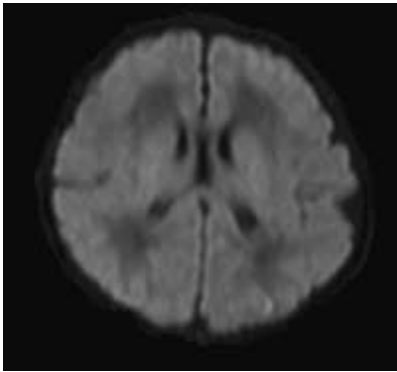


图 1 颅脑超声检查结果

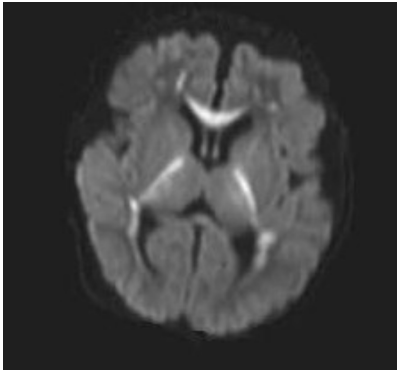
120 例患儿,临床确诊 WMI 112 例,脑积水 6

例,胼胝体发育不良 2 例。112 例中颅脑超声检出 WMI 98 例,准确率 87.50%。冠状切面上表现为双侧侧脑室前角外上方对称性的强回声区,呈倒三角形或球形,矢状切面后角三角区附近及侧脑室外侧的强回声区,部分病例见散在或弥漫性的小囊腔样改变。按 PVE 程度分为Ⅰ级 38 例(图 1a),Ⅱ级 32 例(图 1b),Ⅲ级 28 例(图 1c)。漏误诊 14 例(12.50%)。

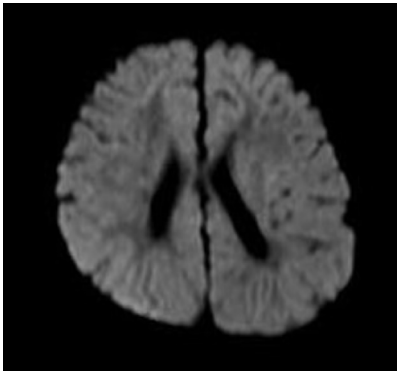
2.2 常规 MRI 及 MRI+DWI 检查结果 见图 2。



a:DWI序列示左侧顶叶深部白质条状高信号



b:DWI序列示双侧脑室周围、胼胝体、内囊及额叶深部白质弥漫性高信号



c:DWI序列双侧脑室扩大,形态不规则,周围见小囊状及片状低信号

图 2 颅脑 DWI 检查结果

常规 MRI 共检出 78 例,准确率 69.64%。其中局灶性病变 52 例,表现为大脑皮质及深部白质的点状、线状 T1WI 高信号、T2WI 低信号。弥漫性病变 4 例,表现为 T2WI 高信号,灰白质无清晰界限。PVL 22 例,

表现为 T1WI 低信号、T2WI 高信号。漏误诊 34 例(30.36%)。

MRI + DWI 共检出 WMI 102 例,准确率 91.07%。其中局灶性病变 46 例,表现为侧脑室三角区白质减少,侧脑室周围或深部白质见点、条状 T1WI 高信号、T2WI 低信号、DWI 高信号(图 2a)。弥漫性病变 34 例,表现为两侧脑室周围白质减少,呈弥漫性 DWI 高信号,部分患儿侧脑室扩大(图 2b),其中 30 例 T1WI、T2WI 无改变,4 例表现为 T2WI 高信号。PVL 22 例,脑白质几乎不存在,两侧半卵圆中心见 DWI 低信号(图 2c),T1WI 低信号、T2WI 高信号,部分病例可见大小不等的囊腔相互融合。漏误诊 10 例(8.93%)。

3 讨论

早产儿 WMI 是指在 24~35 周出生的早产儿或极低/超低出生体重儿,因体内炎性反应造成的脑室旁白质损伤,主要为局灶性和弥漫性 WMI,是早产儿主要的脑损伤形式^[6]。早产儿的脑白质及脑血管发育尚不完善,胎龄越小脑血管分支数量越少,脑血流调节能力较差。当血压下降时,脑灌注压降低,脑供血不足,易导致缺血性脑损害引发 WMI^[7]。低体质量早产儿体内白细胞介素含量高,氧化应激水平增加,脑白质中的少突胶质细胞前体受损致脑白质无法髓鞘化,可加重早产儿 WMI。在损伤过程中,谷氨酸兴奋毒性作用、自由基损伤、小胶质细胞炎症免疫反应等多种损伤机制的共同作用,最终导致脑内出现液化和白质体积变小的病理性结局^[8]。

WMI 缺乏特征性的神经系统症状,在早期单纯依靠临床表现很难对 WMI 做出诊断,在以往的诊断中多是在出生 3~4 周发现白质软化,脑损伤已不可逆,多遗留永久性神经系统后遗症。有研究表明,轻度 WMI 多在 7~14 d 影像学表现恢复正常,而重度 WMI 则可能超过 7~14 d 仍为高信号,在 3~4 周极可能发展为 PVL,因此对 WMI 早期诊断和干预至关重要^[9]。目前 WMI 的诊断主要依靠影像学,特别是头颅超声及 MRI 在早期诊断及预后随访中尤为重要。美国医学超声学会指出,颅脑超声可用于早产儿颅内出血和脑实质发育异常诊断,对于高危因素或可疑颅内疾病的早产儿给予详细检查,以提高检出率^[10]。颅脑超声通过灰阶成像及回声强度变化对 WMI 做出诊断,适合于早期需要上呼吸机辅助通气的极低或超低出生体重儿的连续动态监测,及时了解脑损伤的发生和发展情况。在 WMI 的数小时后,在冠状切面两侧脑室前角外上方显示对称性的倒三角形、球形强回声区,回声强度高于脉

络丛回声,矢状切面后角三角区附近及侧脑室外侧的强回声区。本项研究中,颅脑超声共诊断 WMI 98 例,准确率 87.50%,按 PVE 程度分级Ⅰ级 38 例,Ⅱ级 32 例,Ⅲ级 28 例,表现为脑室周围白质区域局灶性或弥漫性回声增强。经临床积极治疗,大部分局限性轻度 WMI 可于数日内恢复正常,重度 WMI 在损伤 1~2 个月,由于灰白质丢失、萎缩及脑发育障碍等因素使脑容量减少,表现为脑裂、脑间隙增宽,丘脑变小、皮质变薄等,严重者脑室周围白质损伤后形成软化灶,表现为低回声或无回声^[11]。超声漏误诊率 12.50%,病例主要为硬膜下出血、蛛网膜下腔出血及小范围 WMI 灶。这是由于超声探头探测深度有限,存在检查盲区,对非中心区域或局灶性损伤的敏感性远低于 MRI。

常规 MRI 是一种非电离辐射成像技术,能清晰显示病灶的部位、数量及与周围组织的关系,相关 Mate 分析指出,对于极/超早产儿,中-重度 WMI 预测其远期出现脑性瘫痪(混合敏感性 77%,混合特异性 79%)及运动功能障碍(混合敏感性 72%,混合特异性 62%)有较高的预测值^[12],对 WMI 诊断及评估预后有重要的临床价值。WMI 早期多为能量衰竭及继发性细胞毒性水肿,DWI 呈高信号改变。DWI 是根据水分子的扩散运动确定机体在不同病理状态下,组织结构及细胞密度情况在水分子运动过程中信号发生改变。WMI 多为脑白质神经细胞凝固性坏死或神经纤维凝固性坏死,早期以细胞水肿为主,此时水分子扩散速度减慢,DWI 表现为高信号,表观扩散系数降低;损伤 1 周后,细胞破裂,细胞水分子存在细胞外,扩散速度加快,DWI 表现为低信号,表观扩散系数增加^[13]。在检测早产儿 WMI 时,应根据患儿受累区域,包括半卵圆中心、视放射、脑室前角等区域,使 DWI 成像转为定量分析^[14]。局灶性 WMI 在出生 5 d 内,DWI 表现为侧脑室三角区白质减少,表现为点、条状 DWI 高信号;弥漫性 WMI 表现为两侧脑室周围白质区域白质减少,呈弥漫性 DWI 高信号,而随着时间的延长,DWI 呈低信号并逐渐消失,表观扩散系数增加,最后超过正常范围,因此 DWI 对于 WMI 的诊断和随访有重要价值。本项研究中,MRI+DWI 对 WMI 准确诊断 102 例,准确率 91.07%,对早期 WMI 诊断效果良好,有利于患儿的后期治疗,与以往的研究结果一致^[15]。常规 MRI 漏误诊率 30.36%,病例主要为早期脑损伤及脑室内出血,这是由于脉络丛出血后流至脑室内的血液被脑脊液稀释,同时可能出血时间过长而超过了 MRI 的分辨能力,而超声诊断颅内出血的时间则更

长。MRI+DWI 漏误诊率 8.93%,通过 DWI 判断细胞毒性水肿,有效提高了早期脑损伤的诊断准确率。

综上所述,颅脑超声及 DWI 技术均可早期诊断 WMI,二者各具优势。颅脑超声操作方便,能很好的评价脑损伤程度,其可于床旁检查,尤其适用于早产儿或极低/超低出生体重儿,且无辐射性,可用于定期随访。MRI 能整体评价脑损伤程度,有助于准确、及时诊断局灶性及弥漫性、囊性及非囊性脑白质损伤和脑室扩张,也可用于脑损伤病情监测^[16],但检查费时较长,需移动患儿,病情危重患儿不易接受 MRI 检查。因此在检查过程中应根据患儿具体情况,合理采取相应的检查措施,以便提高 WMI 的检出率。

参考文献

[1] de Vries LS,Groenendaal F. Patterns of neonatal hypoxic-ischaemic brain injury[J]. *Neuroradiology*,2010,52(6):555-566.

[2] Koob M,Viola A,Le Fur Y,et al. Creatine, Glutamine plus Glutamate, and Macromolecules Are Decreased in the Central White Matter of Premature Neonates around Term[J]. *PLoS One*,2016,11(8):e0160990.

[3] 王洁翡,李红伟. 脑白质损伤早产儿颅脑超声和 MRI 影像表现分析[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*,2018,16(5):21-23.

[4] 朱燕,张可,胡兰,等. 高危晚期早产儿脑病临床特点及磁共振影像学评估[J]. *中国当代儿科杂志*,2017,19(5):567-571.

[5] 毛健. 早产儿脑白质损伤磁共振成像诊断基础与评价[J]. *临床儿科杂志*,2015,33(3):205-210.

[6] 张洪涛,李扬,寇晓娜,等. 早产儿脑白质损伤发病影响因素及不同损伤程度特征分析[J]. *河北医科大学学报*,2020,41(7):815-818.

[7] 文静,刘玲. 早产儿脑损伤相关因素研究进展[J]. *贵州医药*,2015,39(6):568-570.

[8] 顾海红,陈建国,顾承萍,等. 早产儿脑损伤血流动力学变化及相关危险因素分析[J]. *中国妇幼保健*,2019,34(1):76-78.

[9] 丁诚. 早产儿脑白质损伤的超声监测及相关因素分析[D]. 温州:温州医科大学,2019.

[10] 祁丹,陈丹,马小燕,等.《美国超声医学协会新生儿及婴儿颅脑超声检查实践指南(2014 版)》解读[J]. *中华实用儿科临床杂志*,2016,31(12):894-895.

[11] 程桂静,杨太珠. 影像学诊断早产儿脑室周围白质软化[J]. *中国医学影像技术*,2011,27(7):1515-1518.

[12] Van't Hooft J,van der Lee JH,Opmeer BC,et al. Predicting developmental outcomes in premature infants by term equivalent MRI: systematic review and meta-analysis[J]. *Syst Rev*,2015,4:71.

[13] 李永辉,王勇,李振海. 磁共振弥散加权成像在早产儿脑白质损伤的早期诊断价值[J]. *黑龙江中医药*,2020,49(2):2-3.

[14] 林锋,瞿尔力,陈清,等. DWI 对早产儿脑白质损伤的早期评价和诊断价值[J]. *医学影像学杂志*,2015,25(8):1443-1446.

[15] 倪臣美,刘鸿雁,张炳,等. SWI 联合 DWI 在新生儿颅内出血疾病中的应用价值[J]. *中国临床医学影像杂志*,2016,27(10):694-697.

[16] 李新,李彤. 晚期早产儿脑白质损伤后神经系统发育障碍影响因素分析[J]. *中国中西医结合儿科学*,2020,12(6):511-515.

(收稿日期:2021-02-05)

(本文编辑:刘颖;外审专家:李银燕)