

论 著

头颅MRI多序列成像指导窒息早产儿脑损伤诊断的效能

张 靖* 王 品 任亚方
郭 倩

南阳市中心医院新生儿科 (河南 南阳 473000)

【摘要】**方法** 分析头颅磁共振成像(MRI)多序列成像指导窒息早产儿脑损伤诊断的效能。**方法** 回顾性选取2020年1月~2024年1月本院收治的90例早产儿资料,经临床确诊其中43例为脑损伤,所有患儿均接受常规MRI扫描、磁共振扩散成像(DWI)检查以及磁敏感加权成像(SWI)检查。比较各序列MRI扫描对窒息早产儿脑损伤诊断的结果,并分析比较各序列MRI扫描对早产儿脑损伤诊断效能。**结果** 43例脑损伤早产儿中脑室四周白质软化占比最高,其次为脑室四周—脑室内出血以及脑皮质受损。与临床诊断对比,常规MRI检查灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为67.44%、91.50%、80.00%、87.88%、75.44%,Kappa值为0.595;DWI检查灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为81.40%、93.62%、87.78%、92.11%、84.62%,Kappa值为0.754;SWI检查灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为81.40%、91.49%、86.67%、89.74%、84.31%,Kappa值为0.732;MRI多序列联合诊断灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为93.02%、95.74%、94.44%、95.24%、93.75%,Kappa值为0.889。经ROC分析显示,常规MRI、DWI、SWI及多序列成像联合诊断的AUC值分别为0.795、0.875、0.864及0.944;其中DWI、SWI单一诊断AUC值显著高于常规MRI诊断($Z=2.304$ 、 2.343 , $P<0.05$);MRI多序列成像联合诊断AUC值显著高于常规MRI、DWI、SWI单独诊断($Z=3.351$ 、 2.095 、 2.207 , $P<0.05$)。**结论** 头颅MRI多序列成像对窒息早产儿脑损伤具有较高的诊断效能,可为窒息早产儿脑损伤评估提供准确参考。

【关键词】窒息早产儿;脑损伤;磁共振成像;磁共振扩散成像;磁敏感加权成像;诊断效能

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.01.007

Efficacy of Head Multi-sequence MRI in the Diagnosis of Brain Injury in Asphyxiated Preterm Infants

ZHANG Jing*, WANG Pin, REN Ya-fang, GUO Qian.

Department of Neonatology, Nanyang Central Hospital, Nanyang 473000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the efficacy of head multi-sequence magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis of brain injury in asphyxiated preterm infants. **Methods** A retrospective analysis was performed on the data of 90 preterm infants admitted to the hospital from January 2020 to January 2024. Among them, 43 cases were clinically diagnosed with brain injury. All infants underwent conventional MRI scan, diffusion weighted imaging (DWI) and susceptibility-weighted imaging (SWI). The diagnostic results of different MRI sequences for brain injury in asphyxiated preterm infants were compared. The diagnostic efficacy of different MRI sequences for brain injury in preterm infants was evaluated. **Results** Among the 43 preterm infants with brain injury, the proportion of periventricular white matter softening was the highest, followed by periventricular and intraventricular hemorrhage and cortical damage. Compared with clinical diagnosis, the sensitivity, specificity, accuracy, positive and negative predictive values of conventional MRI were 67.44%, 91.50%, 80.00%, 87.88%, and 75.44% (Kappa value=0.595). The sensitivity, specificity, accuracy, positive and negative predictive values of DWI were 81.40%, 93.62%, 87.78%, 92.11% and 84.62% (Kappa value=0.754). The sensitivity, specificity, accuracy, positive and negative predictive value of SWI were 81.40%, 91.49%, 86.67%, 89.74% and 84.31% (Kappa value=0.732). The sensitivity, specificity, accuracy, positive and negative predictive values of combined diagnosis using multiple MRI sequences were 93.02%, 95.74%, 94.44%, 95.24% and 93.75% (Kappa value=0.889). ROC curves indicated that the AUC values of conventional MRI, DWI, SWI, and their combination were 0.795, 0.875, 0.864, and 0.944, respectively. The AUC values of DWI and SWI were significantly higher than that of conventional MRI ($Z=2.304$, 2.343 , $P<0.05$). The AUC value of combined diagnosis using multiple MRI sequences was significantly higher than that of diagnosis using conventional MRI, DWI, and SWI alone ($Z=3.351$, 2.095 , 2.207 , $P<0.05$). **Conclusion** Head multi-sequence MRI is efficient for diagnosing brain injury in asphyxiated preterm infants and can provide accurate reference for evaluating brain injury in asphyxiated preterm infants.

Keywords: Asphyxiated Preterm Infant; Brain Injury; Magnetic Resonance Imaging; Diffusion Weighted Imaging; Susceptibility-Weighted Imaging; Diagnostic Efficacy

早产儿临床上是指胎龄不足37周的活产婴儿,相较于足月胎儿具有更高的并发症以及死亡风险^[1]。目前随着新生儿监护水平的不断提高以及窒息复苏等措施的不断完善,早产儿病死率已经明显降低,但早产儿窒息所致的脑损伤仍为新生儿死亡或致残的中重要原因之一^[2]。早产儿由于被动离开子宫的稳定环境,导致出生的婴幼儿心血管系统发育不完全,导致供血供氧不足产生窒息,进而影响脑部发育,导致脑损伤,不利于患儿生长发育^[3]。而脑损伤早产儿由于神经系统发育尚不完善,缺乏脑损伤特异性的临床表现,因此临床诊断通常依靠脑功能检查以及影像学检查^[4]。而经临床影像学的快速发展,目前临床越来越多疾病的诊断与鉴别通过CT、磁共振成像(MRI)等方式进行诊断^[5]。既往临床研究显示^[6],MRI、磁共振扩散成像(DWI)检查以及磁敏感加权成像(SWI)均在一定程度上诊断早产儿脑损伤情况,但不同的检查序列对脑损伤的诊断效果存差异,且各序列单一诊断均存在一定局限性。鉴于此,本研究收集90例早产儿资料,分析多序列MRI联合诊断窒息早产儿脑损伤的效能,旨在为临床早产儿脑损伤的评估提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性选取2020年1月至2024年1月本院收治的90例早产儿资料。本研究符合《赫尔辛基宣言》相关内容。

纳入标准: 患儿胎龄 <37 周;患儿临床症状为反应低下、呼吸暂停、肌张力低下、原始反应异常等;患儿临床资料、影像学资料完整。排除标准:先天性脑发育异常、代谢性脑病及其他脑病患者;合并胆红素血症患儿;影像学资料质量较差,无法满足研究需求患儿。90例早产儿中男48例,女42例;胎龄29~36周,平均 (32.61 ± 4.25) 周;体重1.55~3.52kg,平均 (2.53 ± 1.02) kg。90例早产儿依据临床症状、脑功能检查以及新生儿行为神经测定等临床综合诊断,其中确诊脑损伤阳性患儿43例,47例为非脑损伤。

1.2 检查方法 所有患儿在矫正胎龄至40周后进行MRI相关检查。采用美国GE公司1.5T MRI成像仪进行头颅正交线圈扫描,采用常规MRI、DWI以及SWI扫描。扫描前患儿吸入七氟烷镇静,常规MRI参数: T1WI: TR=600ms, TE=12ms, 层厚6mm; T2WI: TR=6000ms, TE=102ms, 层厚5mm。DWI参数: TR=4500ms, TE=70ms, 层厚5mm, 层间距1mm, b值=1000s/mm², SWI参数: TR=30ms, TE=20ms, 层厚1.5mm, SWI原始数据传输至工作站,重建后获取最小密度成像。

【第一作者】张 靖,女,副主任医师,主要研究方向:儿科。E-mail: 18637731783@163.com

【通讯作者】张 靖

1.3 统计学方法 采用SPSS 25.0软件进行数据统计与分析，计数资料采用例(%)表示，比较采用2检验；计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，比较采用t检验；常规MRI、DWI及SWI检查结果与临床诊断的一致性采用Kappa一致性检验；常规MRI、DWI及SWI对窒息早产儿脑损伤的诊断价值采用受试者工作特征(ROC)曲线分析，曲线下面积(AUC)表示评估效能，AUC比较采用Z检验；检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结 果

2.1 脑损伤早产儿部位及类型 43例脑损伤早产儿中脑室四周白质软化占比最高，其次为脑室四周—脑室内出血以及脑皮质受损，见表1。

2.2 90例早产儿常规MRI检查结果 常规MRI检查出脑损伤阳性33例，阴性57例，与临床诊断对比，灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为67.44%、91.50%、80.00%、87.88%、75.44%，Kappa值为0.595，见表2。

2.3 90例早产儿DWI检查结果 DWI检查出脑损伤阳性38例，阴性52例，与临床诊断对比，灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为81.40%、93.62%、87.78%、92.11%、

84.62%，Kappa值为0.754，见表3。

2.4 90例早产儿SWI检查结果 SWI检查出脑损伤阳性39例，阴性51例，与临床诊断对比，灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为81.40%、91.49%、86.67%、89.74%、84.31%，Kappa值为0.732，见表4。

2.5 MRI多序列联合诊断结果 联合诊断标准：常规MRI、DWI及SWI诊断中任一结果出现阳性即为联合诊断阳性。MRI多序列联合诊断出脑损伤阳性42例，阴性48例，与临床诊断对比，灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为93.02%、95.74%、94.44%、95.24%、93.75%，Kappa值为0.889，见表5。

2.6 MRI多序列成像联合针对早产儿脑损伤效能 经ROC分析显示，常规MRI、DWI、SWI及多序列成像联合诊断的AUC值分别为0.795、0.875、0.864及0.944；其中DWI、SWI单一诊断AUC值显著高于常规MRI诊断($Z=2.304$ 、 2.343 ， $P<0.05$)；MRI多序列成像联合诊断AUC值显著高于常规MRI、DWI、SWI单独诊断($Z=3.351$ 、 2.095 、 2.207 ， $P<0.05$)，见表6、图1。

2.7 影像资料 见图2。

表1 脑损伤早产儿部位及类型

脑损伤	例数	构成比
脑室四周白质软化	15	34.88%
脑室四周—脑室内出血	9	20.93%
脑皮质受损	7	16.28%
脑室增大	5	11.63%
蛛网膜下腔出血	4	9.30%
小脑与脑干出血	2	4.65%
硬膜下血肿	1	2.33%

表2 90例早产儿常规MRI检查结果

常规MRI	临床诊断		合计
	阳性	阴性	
阳性	29	4	33
阴性	14	43	57
合计	43	47	90

表3 90例早产儿DWI检查结果

DWI	临床诊断		合计
	阳性	阴性	
阳性	35	3	38
阴性	8	44	52
合计	43	47	90

表4 90例早产儿SWI检查结果

SWI	临床诊断		合计
	阳性	阴性	
阳性	35	4	39
阴性	8	43	51
合计	43	47	90

表5 MRI多序列联合诊断结果

多序列联合诊断	临床诊断		合计
	阳性	阴性	
阳性	40	2	42
阴性	3	45	48
合计	43	47	90

表6 MRI多序列成像联合针对早产儿脑损伤效能

检测指标	AUC	Z	P	约登指数
常规MRI	0.795(0.697~0.873)	5.898	<0.001	0.589
DWI	0.875(0.789~0.935)	9.175	<0.001	0.750
SWI	0.864(0.776~0.827)	8.630	<0.001	0.729
多序列成像联合	0.944(0.874~0.981)	15.657	<0.001	0.888

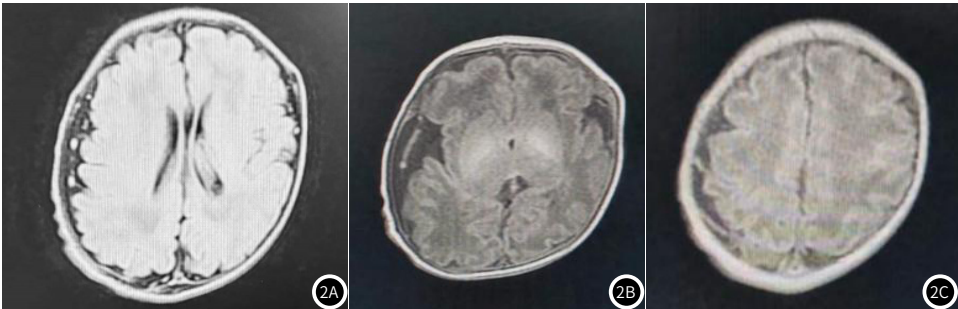
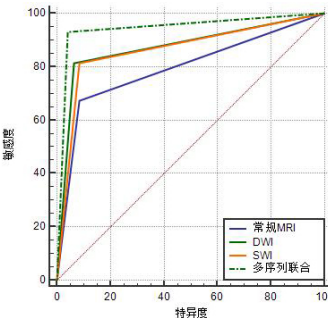


图1 多序列MRI诊断早产儿脑损伤的ROC曲线。
图2A-图2C 为1例男性早产儿，年龄3d；双侧大脑半球脑回较宽大，脑沟较浅，其中右侧额叶局部脑回较小，左侧额部及右侧额顶额部局部蛛网膜下腔增宽；枕大池扩大；右侧侧脑室周围及半卵圆中心见点片状稍短T1短T2信号影，弥散受限；余所示脑实质未见明显异常信号影；脑室系统未见扩大，其大未累及异常信号影；中线结构居中。

3 讨 论

早产儿好发脑损伤,与患儿神经系统发育不成熟密切相关,脑损伤的高危因素包括出生体重、母体因素、胎盘因素及产前感染等,早产儿脑损伤通常是多种因素综合作用所致^[7]。早产儿脑损伤缺乏临床特征表现,仅依靠临床症状无法进行正确判断,往往需要结合其他诊断方式^[8]。研究表明^[9],早发现、早治疗干预脑损伤早产儿可最大限度降低脑损伤致残率。而早产儿脑损伤包括出血性损伤以及缺血性损伤,临床不同影像学检查手段在上述结果诊断中存在一定差异^[10]。临床对早产儿脑损伤的诊断方式的正确选择,有利于患儿早治疗早干预,有利于患儿预后。

常规CT可用于脑损伤的诊断,但CT检查具有一定辐射损伤,对早期缺血性病变和神经系统的远期预后可靠性较差,在临床上诊断价值有限^[11]。MRI为临床常用的影像学诊断方式,具有扫描速度快、诊断结果精确等优势,被广泛运用于各类头部疾病的诊断鉴别之中^[12]。常规MRI检查包括T1WI及T2WI序列,具有较高的组织分辨率以及灵敏度,对脑实质病变部位可清晰显示,还可检测出小出血灶、非出血性挫伤等,但在病变的实际情况以及预后预测方面仍存在一定缺陷^[13]。DWI扫描是目前临床唯一基于活体无创性检测水分子运动的方式,通过表观弥散系数将水分子运动情况进行量化分析,通过水分子运动来记录组织分布特征,还可通过其运动走向确定患者是否出现脑水肿现象,擅长检测缺血性脑损伤,相较于常规MRI诊断可更早显示脑损伤情况^[14-15]。SWI在MRI上发展而来的诊断方式,可利用磁场中组织局部或内在的磁敏感差异,去氧血红蛋白及氧合血红蛋白磁化率不同产生的增强磁共振影像对比的T2脉冲序列,在静脉、血液成分、钙化、铁沉积方面较为敏感,相较于常规序列可明确脑实质位置及其并病灶区特征,还可掌握微量促学情况,在在出血性病灶的检测中具备优势^[16-17]。本研究结果发现,与临床结果对比,常规MRI检查灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为67.44%、91.50%、80.00%、87.88%、75.44%,Kappa值为0.595,一致性尚可;而DWI检查灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为81.40%、93.62%、87.78%、92.11%、84.62%,Kappa值为0.754;SWI检查出脑损伤阳性39例,阴性51例,与临床诊断对比,灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为81.40%、91.49%、86.67%、89.74%、84.31%,Kappa值为0.732;DWI及SWI检查均与临床综合诊断结果具有较高一致性;上述结果提示无论是DWI或是SWI诊断,相较于常规MRI诊断效果更优。此外与临床诊断对比,MRI多序列联合诊断灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值、阴性预测值分别为93.02%、95.74%、94.44%、95.24%、93.75%,Kappa值为0.889;这一结果相较于常规MRI、DWI或SWI诊断均有一定提升,提示MRI多序列诊断相较于单一诊断具有更高的诊断价值。基于上述结果,本研究进一步分析上述诊断方式的诊断价值,经ROC分析显示,常规MRI、DWI、SWI及多序列成像联合诊断的AUC值分别为0.795、0.875、0.864及0.944;其中DWI、SWI两者间诊断效能差异不大,但上述两方案单一诊断AUC值显著高于常规MRI诊断;且MRI多序列成像联合诊断AUC值显著高于常规MRI、DWI、SWI单独诊断;上述结果提示,在临床诊断中MRI多序列成像联合诊断早产儿脑损伤价值较高,具有最高的诊断效能。而DWI、SWI单一诊断同样具有较高的诊断效能。

综上所述,MRI检查可清晰掌握了解脑损伤程度以及部位等信息,在窒息早产儿中采用常规MRI、DWI、SWI单一诊断均具有一定诊断效能,DWI、SWI诊断效能较常规MRI高,MRI多序列成像联合检查诊断效能最佳,因此临床可依据患者情况以及医院条件进行选择。

参考文献

- [1] 张紫祎,肖万祥,马丽亚,等.早产儿校正18~24月龄体格生长和神经发育水平研究[J].中国当代儿科杂志,2023,25(1):25-30.
- [2] 薛梅,陈庆春,杨思慧,等.早产儿窒息后血清S100B蛋白表达及与窒息后脑损伤的相关性研究[J].中国临床医生杂志,2023,51(5):613-616.
- [3] 姬静璐,李少华,李朝英,等.窒息早产儿有核红细胞变化与缺氧性脑损害的相关性研究[J].东南大学学报(医学版),2019,38(1):140-144.
- [4] 马艳艳,申飞,李海英,等.全身运动质量评估联合Dubowitz神经学检查在窒息早产儿神经发育评估中的应用[J].中国儿童保健杂志,2020,28(4):443-446.
- [5] 黄会芝,温晓红,孙亚伟,等.振幅整合脑电图结合头颅MRI对窒息早产儿脑损伤的诊断及神经行为发育的预测[J].中华行为医学与脑科学杂志,2021,30(1):22-26.
- [6] 刘颖,霍然,刘剑芳,等.儿科3.0 T专用磁共振对早产儿脑损伤图像质量评价研究[J].磁共振成像,2022,13(3):61-65.
- [7] 李敏,戴红臣,赵永,等.振幅整合脑电图联合血清NSE、hs-CRP水平对早产儿脑损伤的预测价值[J].郑州大学学报(医学版),2023,58(4):541-544.
- [8] 云永子,刘宇杰,冯岚,等.脑血流动力学参数联合动脉血气分析早期识别早产儿脑损伤的临床价值[J].中国现代医学杂志,2023,33(10):84-88.
- [9] 杨志华,王志英.血清Caspase1、HMGB1检测联合脑电监测评价早产儿脑损伤价值[J].中国计划生育学杂志,2021,29(6):1273-1276,1281,1310.
- [10] 闫丽娟,张晓丽,翟丽娜,等.MRI FLAIR序列联合aEEG在危重早产儿脑损伤中的早期诊断价值探究[J].影像科学与光化学,2021,39(6):818-822.
- [11] 黄婕,郑直,林新祝,等.磁共振多序列联合检查在早产儿脑损伤诊断中的有效应用[J].中国急救医学,2018,38(z2):128-129.
- [12] 王栋,李盛杰,张宁,等.初探MRI联合血清NSE水平评估新生儿高胆红素血症脑损伤的临床价值[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(5):134-136.
- [13] 沈瑶,赵国祥,金万庆.头颅MRI、CT和B超诊断新生儿颅脑损伤的价值观察[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(11):14-16.
- [14] 谢辉,兰为顺,杨文忠,等.磁共振扩散加权成像定量参数在新生儿低血糖脑损伤中的应用[J].中国临床医学影像杂志,2020,31(3):159-162.
- [15] 田笑楠,张力,张玉金,等.表观扩散系数对脊髓型颈椎病逆行性脑损伤的诊断价值[J].实用放射学杂志,2022,38(10):1574-1577,1650.
- [16] 谢秀海,赵振国,钱帮伟,等.联合应用SWI与3D ASL成像对轻型颅脑损伤的应用价值[J].中国医学计算机成像杂志,2019,25(3):227-230.
- [17] 付亚洲.弥散张量成像联合磁敏感加权成像评估老年颅脑损伤患者病情程度的价值[J].中国老年学杂志,2023,43(23):5747-5750.

(收稿日期:2024-06-17)

(校对编辑:翁佳鸿)