

论 著

早产儿脑损伤的MRI扩散张量成像及超声诊断分析

洪 菲 叶 蕾 宋 磊*

江苏省南通市第一人民医院
(江苏 南通 226000)

【摘要】目的 探讨早产儿脑损伤的核磁共振成像(MRI)扩散张量成像(DTI)及超声诊断价值。方法 回顾性选取本院2018年6月至2020年2月期间收治的68例缺氧缺血性脑损伤(HIBD)早产儿作为研究对象,根据病情严重程度将68例早产儿HIBD分为轻度组(n=29例)、中度组(n=23例)、重度组(n=16例),统计分析DTI和超声对HIBD的诊断价值。结果 DTI诊断HIBD准确率为94.12%(64/68)高于超声的50%(34/68)($P<0.05$);DTI诊断HIBD轻度、中度、重度的灵敏度、特异度、准确度均高于超声($P<0.05$);重度组额叶白质、半卵圆中心、内囊前肢、内囊后肢、胼胝体膝部、胼胝体压部和豆状核FA值低于中度组和轻度组($F=9.273$; $F=17.006$; $F=9.529$; $F=60.075$; $F=20.256$; $F=13.473$; $F=20.256$; $P<0.05$)。结论 DTI对早产儿HIBD的诊断价值高于超声,能为病情评估提供客观依据。

【关键词】缺氧缺血性脑损伤;核磁共振成像;扩散张量成像;早产儿;超声

【基金项目】江苏省南通市级课题(MA201900)

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.09.003

MRI Diffusion Tensor Imaging and Ultrasound Diagnosis of Brain Damage in Premature Infants

HONG Fei, YE Lei, SONG Lei*

The First People's Hospital of Nantong City, Nantong 226000, Jiangsu province, China

ABSTRACT

Objective To explore the diagnostic value of magnetic resonance imaging (MRI) diffusion tensor imaging (DTI) and ultrasound in brain damage of premature infants. **Methods** A total of 68 premature infants with hypoxic-ischemic brain damage (HIBD) admitted to the hospital from June 2018 to February 2020 were retrospectively selected as study subjects. According to disease severity, they were divided into mild group (n=29), moderate group (n=23) and severe group (n=16), and the diagnosis value of HIBD by DTI and ultrasound was statistically analyzed. **Results** The diagnostic accuracy rate of DTI for HIBD was higher than that of ultrasound [94.12% (64/68) vs 50% (34/68)] ($P<0.05$). The diagnostic sensitivity, specificity and accuracy of DTI for mild, moderate and severe HIBD were higher than those of ultrasound ($P<0.05$). The FA values of frontal white matter, semi-oval center, anterior limb of internal capsule, posterior limb of internal capsule, corpus callosum genu, tubera corporis callosi and lentiform nucleus were lower in the severe group than in the moderate and mild groups ($F=9.273$; $F=17.006$; $F=9.529$; $F=60.075$; $F=20.256$; $F=13.473$; $F=20.256$; $P<0.05$). **Conclusion** The diagnostic value of DTI for HIBD in preterm infants is higher than that of ultrasound, which can provide objective basis for disease evaluation.

Keywords: Hypoxic-ischemic Brain Damage; Magnetic Resonance Imaging; Diffusion Tensor Imaging; Premature Infant; Ultrasound

早产儿脑损伤根据病变性质主要分为出血性脑损伤与缺血性脑损伤,其中早产儿缺氧缺血性脑损伤(hypoxic-ischemic brain damage, HIBD)是由于围产期窒息导致的颅脑损伤,患儿主要以意识状态及肌张力变化为主^[1]。HIBD是造成终身运动和认知障碍的主要原因,在发达国家每1000个婴儿中约有2个受到影响^[2-3]。其中,约60%未经治疗的新生儿会死亡或随后出现长期的神经发育状况,如脑瘫、癫痫或学习障碍。轻度HIBD预后较好,中重度HIBD会遗留有严重的神经系统后遗症,严重影响早产儿的生长发育与生活质量^[4-5]。临床研究表明早期诊断HIBD、准确判断颅脑损伤的范围和程度对于改善早产儿预后具有重要的临床价值^[6]。随着影像学技术的迅速发展,如何利用影像学方法早期诊断HIBD、评估HIBD严重程度以及预测HIBD患儿预后是新生儿科研究的重点。超声检查与弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)均广泛应用于早产儿脑损伤的诊断,有助于明确脑损伤类型与脑损伤程度^[7]。超声检查与DTI均能较好诊断新生儿颅脑疾病,但各有其优劣势,基于此,本研究回顾性分析本院2018年6月至2020年2月期间收治的68例早产儿HIBD的临床病历资料以及影像学资料,旨在探讨早产儿脑损伤的DTI及超声诊断价值,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性选取2018年6月至2020年2月期间本院收治的68例早产儿HIBD作为研究对象。本研究已通过伦理委员会批准。

纳入标准:符合HIBD诊断标准^[8];病历资料和影像学资料完整。排除标准:先天畸形患儿;伴有恶性肿瘤或结核患儿;先天性心脏病患儿;伴有全身感染患儿;同时参与其他研究患儿。根据病情严重程度^[9]将68例早产儿HIBD分为轻度组(n=29例)、中度组(n=23例)、重度组(n=16例)。轻度组男15例,女14例;出生体重2.6~4.7kg,平均 (3.25 ± 0.37) kg;胎龄37~42周,平均 (38.74 ± 1.52) 周。中度组男14例,女9例;出生体重2.5~4.7kg,平均 (3.12 ± 0.44) kg;胎龄37~42周,平均 (38.63 ± 1.57) 周。重度组男7例,女9例;出生体重2.5~4.9kg,平均 (3.30 ± 0.55) kg;胎龄37~42周,平均 (38.54 ± 1.46) 周。三组基线资料比较,无统计学意义($P>0.05$)。

1.2 检测方法 超声检查:仪器选用GE Voluson730彩色多普勒超声诊断仪,探头频率11 MHz,经前囷作冠状面以及矢状面扫查。MRI:采用飞利浦3.0T超导磁共振,应用Siemens SKYRA 3.0T超导磁共振扫描仪以及配套的头线圈。先行常规MRI扫描,扫描范围自颅底至颅顶,扫描序列及参数为: T_1WI :层厚4mm、层间距0.5mm、TR/TE为330/6ms、层数16层。 T_2WI :层厚4mm、层间距0.5mm、TR/TE为7800/125ms、层数16层。 T_1 液体衰减反转恢复序列(T_1FLAIR):层厚4mm、层间距0.5mm、TR/TE为7800/125ms、层数16层。 T_2 液体衰减反转恢复序列(T_2FLAIR):层厚4mm、层间距0.5mm、TR/TE为7800/125ms、层数16层。 DWI :TR/TE为5000/80ms、b值0、1000mm²/s。常规MRI扫描结束后行DTI,扫描参数:层厚4.0mm、间隔0、分辨率128×128、TR/TE为9000/105ms,层数25,视野(FOV)240mm×240mm、激励次数

【第一作者】洪 菲,女,硕士,主要研究方向:儿科新生儿。E-mail: p7rxr4@163.com

【通讯作者】宋 磊,男,博士,主要研究方向:儿科新生儿。E-mail: baidepa@163.com

1, b值为0、1000mm²/s, 扩散敏感梯度场的方向为15。扫描完成后, 相关图像资料自动导入SIEMENS Syngo.via工作站, 生成各向异性分数(FA)图及其他张量图, 手动选择感兴趣区, 测量三次后取FA值均值。

1.3 超声分度标准^[10] 轻度: 脑实质呈小片状回声增强且集中在脑室旁; 中度: 双侧脑半球呈弥漫性强回声, 超过2个脑叶, 灰、白质对比模糊, 侧脑室受压变窄; 重度: 脑实质内弥漫分布强回声区, 部分呈无回声区, 灰、白质界限消失, 侧脑室受压同时合并颅内出血。

1.4 MRI分度标准^[11] 轻度: 病灶区域内灰白质信号对比模糊, 病灶局限于1~2个脑叶。中度: 病灶区域的灰白质信号对比模糊或消失, 病灶累及大脑半球3~5个脑叶; 病灶局限于1~2个脑叶, 但是伴有脑内或脑室出血或1~2个重要功能区灰质受累。重度: 病灶区域的灰白质信号对比度消失, 病灶累及大脑半球6~7脑叶; 病灶累及大脑半球3~5个脑叶, 但伴有2个以上的脑实质内出血病灶或2个以上的重要功能区灰质受累。

1.5 观察指标 (1)以临床检查结果为“金标准”, 统计分析DTI与超声对HIBD的诊断价值。(2)统计分析不同严重程度DTI所测的各感兴趣区FA值。

1.6 统计学处理 应用SPSS 20.0软件处理研究数据。计量资料($\bar{x} \pm s$)表示, 采用单因素方差检验比较三组FA值, 计数资料百分数(%)表示, 采用 χ^2 检验两组特异度、灵敏度和准确度, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 DTI与超声对HIBD的诊断价值分析 DTI诊断HIBD准确率

为94.12%(64/68)高于超声的50%(34/68)($P<0.05$); DTI诊断HIBD轻度、中度、重度的灵敏度、特异度、准确度均高于超声($P<0.05$), 见表1~表3。

2.2 不同病情严重程度DTI所测各感兴趣区FA值的比较 重度组额叶白质、半卵圆中心、内囊前肢、内囊后肢、胼胝体膝部、胼胝体压部和豆状核FA值低于中度组和轻度组, 差异具有统计学意义($F=9.273$; $F=17.006$; $F=9.529$; $F=60.075$; $F=20.256$; $F=13.473$; $F=20.256$; $P<0.05$), 见表4。

表1 DTI对HIBD分度的诊断结果

临床结果	DTI(例)				合计
	正常	轻度	中度	重度	
轻度	1	27	1	0	29
中度	0	1	22	0	23
重度	0	0	1	15	16
合计	1	28	24	15	68

表2 超声对HIBD分度的诊断结果

临床结果	超声(例)				合计
	正常	轻度	中度	重度	
轻度	10	15	3	1	29
中度	1	7	12	3	23
重度	1	3	5	7	16
合计	12	25	20	11	68

表3 DTI与超声诊断HIBD的灵敏度、特异度、准确度比较(%)

检查方法	轻度			中度			重度		
	敏感度	特异度	准确度	敏感度	特异度	准确度	敏感度	特异度	准确度
DTI	93.10	97.43	95.59	95.65	95.56	95.59	93.75	100.00	98.53
超声	51.72	74.36	64.71	52.17	82.22	72.06	43.75	92.31	80.88
χ^2	12.429	8.573	20.379	11.275	4.050	13.882	9.309	4.160	11.466
P	0.000	0.003	0.000	0.001	0.044	0.000	0.002	0.041	0.001

表4 不同病情严重程度DTI所测各感兴趣区FA值的比较

组别	例数	额叶白质	半卵圆中心	内囊前肢	内囊后肢	胼胝体膝部	胼胝体压部	豆状核
重度组	29	0.06±0.02 ^{ab}	0.21±0.02 ^{ab}	0.37±0.03 ^{ab}	0.46±0.02 ^{ab}	0.56±0.02 ^{ab}	0.52±0.05 ^{ab}	0.09±0.02 ^{ab}
中度组	23	0.07±0.01 ^b	0.23±0.03 ^b	0.39±0.02 ^b	0.51±0.02 ^b	0.57±0.01 ^b	0.55±0.02 ^b	0.10±0.01 ^b
轻度组	16	0.08±0.01	0.25±0.01	0.41±0.04	0.56±0.05	0.59±0.01	0.58±0.03	0.12±0.01
F		9.273	17.006	9.529	60.075	20.256	13.473	20.256
P		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

注: 与中度组比较, ^a $P<0.05$; 与轻度组比较, ^b $P<0.05$ 。

3 讨论

早产儿由于神经系统发育不完善, 容易发生HIBD。HIBD主要病理变化主要包括脑水肿、选择性神经元坏死、基底神经节大理石样变性、大脑矢状旁区神经元损伤以及脑室周围白质转化, 早产儿HIBD可伴有严重的神经系统畸形, 病死率较高^[12-13]。早期识别HIBD以及预后不良的早产儿对于降低病死率与后遗症发生率意义重大。近年来医学影像技术已成为新生儿颅脑疾病的主要检查方法, 超声检查具有灵活、简便、无创、无辐射、可重复、检查费用较低等临床优势, 能够实时生成图像, 清楚显示脑室形态及其周围的结构, 其局限性在于对骨的穿透性差, 对颅脑边缘部位的病变和颅内出血显示不足^[14]。

MRI是一种核物理现象, 对人体没有任何伤害, 安全、快速、准确, 且具有更高的软组织分辨率, 大大提高了颅脑损伤的诊断价值。但常规MRI不能提供量化的标准, DWI存在“假正常化”现象, 且ADC值并不能反映脑损伤情况, 故而常规MRI与DWI在HIBD的早期诊断中具有一定的局限性^[15]。DTI是基于DWI的用于描述大脑结构的MRI特殊形式, 在研究复杂脑组织结构、神经纤维连接与大脑发育方面具有重要的临床价值^[16-17]。临床研究表明, DTI相较于常规MRI更加敏感, 在研究神经系统疾病和脑功能方面有显著优势^[18]。本研究中, DTI诊断HIBD准确率为94.12%, 高于超声的50%, 诊断HIBD轻度、中度、重度的灵敏度、特异度、准确度均高于超声, 表明DTI诊断HIBD价值高于超声, 不仅可以明确脑损伤

类型，还有助于评估HIBD造成的脑损伤严重程度。

研究显示,FA值水平主要与细胞结构是否被破坏有关,因而,FA值不会出现假正常化现象,能较为真实的反映脑损伤情况^[19]。本研究中,重度组白质、内囊内囊、胼胝等结构FA值低于中度组与轻度组,这可能与早产儿HIBD脑室周围白质、丘脑和基底节区易受损有关,本研究结果提示DTI可以为HIE患儿脑损伤程度提供重要依据,与王雪源等^[20]研究结果大体一致。

综上所述,DTI对早产儿HIBD的诊断价值高于超声,有助于明确脑损伤类型以及脑损伤严重程度,能为病情评估提供客观依据。本研究局限性在于数据量尚不足,可能会对结果造成一定的统计学误差,但本研究为早产儿HIBD的临床诊治提供了一定的理论支持。

参考文献

- [1] 朱凯驿. 铁死亡在新生儿缺氧缺血性脑损伤中的研究进展[J]. 中国当代儿科学杂志, 2021, 23(5): 536-541.
- [2] Mohsenpour H, Pesce M, Patruno A, et al. A review of plant extracts and plant-derived natural compounds in the prevention/treatment of neonatal hypoxic-ischemic brain injury[J]. International journal of molecular sciences, 2021, 22(2): 833.
- [3] 李二娜, 刘静炎, 王凯, 等. MRI在早产儿缺血缺氧性脑损伤诊断及预后脑发育评估中的应用观察[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(3): 26-29.
- [4] 马海欣, 马英. 新生儿脑损伤的MRI表现及危险因素分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(9): 31-33.
- [5] 孟远翠, 范金超, 郑玲芳. 联合振幅整合脑电图及弥散加权成像在诊断新生儿脑损伤的价值[J]. 中国妇幼保健研究, 2016, 27(10): 1231-1233.
- [6] Bersani I, Piersigilli F, Gazzolo D, et al. Heart rate variability as possible marker of brain damage in neonates with hypoxic ischemic encephalopathy: a systematic review[J]. European Journal of Pediatrics, 2021, 180(5): 1335-1345.

(上接第 5 页)

本研究还存在一些不足之处：(1)样本量较小；(2)入组标准要细化；(3)扫描方式单一，颅脑增强CT检查时，引入碘对比剂对图像噪声和影响还有待研究，当用于血肿或肿瘤等病变CT值测量的时候需注意其影响。

综上所述, ASIR-V重组技术可以有效地减少图像的噪声, 但选择适当的ASIR-V权重级别, 可以得到与常规扫描图像质量类似的平扫图像。

参考文献

- [1] 唐雷, 周瑶, 曾宪春, 等. 基于第3代双源CT模拟婴幼儿颅脑低剂量扫描的实验研究. 中国医学影像技术, 2018, 34 (7): 964-968.
- [2] HRICAK H, BENNER D J, ADELSTIEN S J, et al. Managing radiation use in medical imaging: a multifaceted challenge [J]. Radiology, 2011, 25 (8): 889-905.
- [3] PONTONE G, MUSCOGIURI G, ANDREINI D, et al. Impact of a new adaptive statistical iterative reconstruction (ASIR)-V algorithm on image quality in coronary computed tomography angiography [J]. Academic Radiology, 2018, 25 (10): 1305-1313.
- [4] H. G. KIM, H. J. LEE, S. K. KIM, et al. 头颅CT: ASIR-V算法提高儿童低剂量扫描的影像质量 [J]. 国际医学放射学杂志, 2017, 40 (6) 731.
- [5] 唐慧, 贺太平, 燕洋洋, 等. ASIR算法联合自动管电流技术在胸部低剂量CT扫描中的应用 [J]. 实用放射学杂志, 2018, 34 (1): 109-113.
- [6] 卞佳, 张培学, 姜兴岳, 等. 原始数据域迭代重建技术在颅脑CT检查中的初步应用 [J]. 实用放射学杂志, 2013, 29 (11): 1840-1843.
- [7] 贾慧娟, 魏里, 刘大亮, 等. 多模型自适应统计迭代重建算法对降低腰椎CT辐射剂量

- [7] 贾晓亮, 王桂兰, 刘伟, 等. 超声结合视频脑电图在早产儿脑损伤早期诊断及预后评价中的应用[J]. 西部医学, 2020, 32(5): 696-699, 703.
- [8] 中华医学会儿科学分会新生儿学组. 新生儿缺氧缺血性脑病诊断标准[J]. 中华儿科杂志, 2005, 43(8): 584-584.
- [9] 杨丽清, 袁岑. 20项新生儿行为神经测定评估新生儿缺氧缺血性脑病的预后[J]. 实用临床医学(江西), 2007, 8(3): 93-94.
- [10] 陈菲, 袁舒, 王彩丽, 等. 新生儿缺氧缺血性脑病的超声与临床分级对比分析[J]. 临床超声医学杂志, 2010, 12(12): 808-811.
- [11] 张惠玲. 磁共振成像对新生儿缺血缺氧性脑病的诊断价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(4): 40-42, 57.
- [12] 信军, 康乐, 张艺森, 等. 重组人促红细胞生成素对早产儿脑损伤的防治作用[J]. 新乡医学院学报, 2018, 35(10): 928-930.
- [13] 崔法新, 王青霞, 胥彬, 等. 低场强MRI对新生儿缺氧缺血性脑病诊断及其与多层螺旋CT对比分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17(4): 19-22.
- [14] 曾中云. 轻、中度闭合性颅脑损伤MRI图像表现及与预后相关性分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17(10): 26-28, 86.
- [15] 王红霞, 孟楠, 任继鹏, 等. 磁共振扩散张量成像在新生儿缺氧缺血性脑病中的应用价值[J]. 放射学实践, 2019, 34(3): 322-327.
- [16] 田慧, 杨明慧, 李亮, 等. 磁共振扩散张量成像对青少年单纯性肥胖胼胝体微结构的研究初探[J]. 新疆医科大学学报, 2017, 40(11): 1410-1412.
- [17] 于海阔, 董立, 杨昆, 等. 基于功能MRI扩散张量成像的联合独立成分分析对阿尔茨海默病的多模态评估[J]. 中国放射学杂志, 2019, 53(8): 642-647.
- [18] 姚洪娇, 张希, 彭艳敏, 等. 左右利手成年人脑白质结构差异的磁共振成像及弥散张量成像研究[J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2018, 27(12): 1057-1062.
- [19] 冯艺麒, 侯雪勤, 肖农. 磁共振扩散张量成像在脑损伤中的应用进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2020, 42(6): 574-576.
- [20] 王雪源, 赵鑫, 刘祥龙, 等. 扩散张量成像在早产儿缺氧缺血性脑损伤中的应用[J]. 临床放射学杂志, 2018, 37(9): 1557-1560.

(收稿日期: 2020-04-25)

的作用[J].放射学实践, 2018, 33(10) 1052-1056.

[8] SAUNDER M, BUDDEN A, MACIVER F, et al. Dose implications of fluoroscopy-guided positioning (FGP) for lumbar spine examinations prior to acquiring plain film radiographs[J]. BJR, 2005, 78(926): 130-134.

[9] SMITH E A, DILLMAN J R, GOODSITT M M, et al. Model-based iterative reconstruction: effect on patient radiation dose and image quality in pediatric body CT[J]. Radiology, 2014, 270(2): 525-534.

[10] 刘晓怡, 慕维维, 刘卓, 等. 头颅CT不同扫描方式的图像质量分析. 中国医学影像学杂志, 2017, 25(6) 418-421.

[11] 吴瑶媛, 王万勤, 刘斌, 等. FBP、ASiR和VEO三种重建算法对常规剂量胸部CT图像的影响[J]. 中国医学影像技术, 2012, 28(3): 575-578.

[12] PAOLO DE MARCO, DANIELA ORIGGI. New adaptive statistical iterative reconstruction ASiR-V: Assessment of noise performance in comparison to ASiR[J]. J Appl Clin Med Phys, 2018, 19(2): 275-286.

[13] DEBORAVH MERZAN, PATRIK NOWIK, GAVIN POLUDNIOWSKI, et al. Evaluating the impact of scan settings on automatic tube current modulation in CT using a novel phantom[J]. Br J Radiol, 2017, 90(1069): 20160308.

[14] 李成龙, 张欣贤. 不同权重自适应迭代重组对儿童腹部CT平扫图像质量的影响[J]. 影像诊断与介入放射学, 2018, 27(1): 23-26.

[15] 辛立旭. ASiR-V在胸部CT检查中降低辐射剂量的初步研究[D]. 苏州大学附属第一医院, 2016.

(收稿日期: 2020-11-21)