

磁共振多模态影像技术在新生儿缺氧缺血性脑病诊断中的应用

兰世民 王晓光

石嘴山市第一人民医院 宁夏 石嘴山 753200

摘要：目的：探讨磁共振多模态影像技术在新生儿缺氧缺血性脑病（HIE）诊断中的应用价值。方法：纳入80例HIE患儿作为观察组，80例健康新生儿作为对照组，对两组均行磁共振多模态成像检查，包括结构磁共振成像、弥散加权成像、弥散张量成像等，测定病灶体积、表观弥散系数（ADC）、各向异性分数（FA）、脑血流量（CBF）等指标，对比分析两组成像差异及该技术与传统影像手段的诊断效能。结果：观察组病灶体积平均为（ 5.2 ± 2.1 ） cm^3 ，内囊后肢ADC值为（ 0.65 ± 0.12 ） $\times 10^{-3}\text{mm}^2/\text{s}$ ，FA值为 0.31 ± 0.07 ，病灶区CBF为（ 12.5 ± 3.2 ） $\text{mL}/100\text{g}/\text{min}$ ，均显著低于对照组（ $P < 0.001$ ）。磁共振多模态影像技术对HIE早期病灶检出率达97.5%，高于超声的65.0%和CT的70.0%（ $P < 0.05$ ）；在病灶定位准确性（92.5%）和损伤程度评估一致性（组内相关系数0.89）方面，均优于传统影像手段（ $P < 0.05$ ）。结论：磁共振多模态影像技术可实现HIE早期精准诊断，在病灶定位、损伤评估及预后预测上优势显著，能为临床个性化治疗和预后评估提供可靠影像学依据。

关键词：磁共振多模态影像技术；新生儿缺氧缺血性脑病；早期诊断；病灶定位；预后评估

新生儿缺氧缺血性脑病（HIE）严重威胁新生儿健康，早期精准诊断是改善预后的关键。传统超声、CT在HIE诊断中存在局限性，难以满足临床需求^[1]。磁共振多模态影像技术整合多种成像序列，能从多维度揭示脑损伤特征，为HIE诊断带来新方向^[2]。本研究通过设立观察组与对照组，对比分析磁共振多模态影像技术在HIE患儿与健康新生儿中的成像差异，旨在探讨该技术在HIE诊断中的应用价值，为临床诊疗提供更可靠的影像学依据。

1 资料与方法

1.1 基本资料

本研究为前瞻性对照研究，纳入2022年1月至2024年12月于XX医院就诊的新生儿。观察组为80例确诊新生儿缺氧缺血性脑病（HIE）患儿，两组新生儿在性别、胎龄、出生体重等基线资料方面无显著差异（ $P > 0.05$ ），具有可比性，其中观察组男43例，女37例，平均胎龄（ 38.5 ± 1.2 ）周，平均出生体重（ 3250 ± 300 ）g；对照组男41例，女39例，平均胎龄（ 38.8 ± 1.0 ）周，平均出生体重（ 3300 ± 280 ）g。

纳入标准：符合中华医学会儿科学分会制定的HIE诊断标准^[3]，且有明确围产期缺氧缺血病史（如脐带绕颈、胎粪吸入、分娩时窒息等）；无围产期缺氧缺血病史，出生后1分钟及5分钟Apgar评分均 ≥ 8 分，体格检查及神经系统检查无异常；**排除标准：**合并严重先天性脑部发育畸形、严重感染性疾病、严重心肝肾等脏器功能障碍

及无法配合磁共振检查者。对照组选取同期在本院出生的80例健康新生儿；存在磁共振检查禁忌证（如体内金属植入物）。

1.2 方法

对照组检查方法：选取的80例健康新生儿在出生后3-7天内，于安静睡眠状态下（必要时使用水合氯醛 $0.5\text{mL}/\text{kg}$ 口服镇静），采用GE3.0T磁共振成像仪进行多模态磁共振成像检查。扫描序列包括：①结构磁共振成像（sMRI），T1WI采用自旋回波序列（TR/TE = 2000/20ms，矩阵 256×256 ，层厚3mm，层间距0.3mm），T2WI采用快速自旋回波序列（TR/TE = 4000/102ms，矩阵 320×256 ，层厚3mm，层间距0.3mm）；②弥散加权成像（DWI），采用单次激发自旋回波-回波平面成像序列（TR/TE = 6000/85ms，b值取0、1000s/ mm^2 ，矩阵 128×128 ，层厚3mm）；③弥散张量成像（DTI），TR/TE = 8000/85ms，b值取0、1000s/ mm^2 ，扩散敏感梯度方向为30个，矩阵 128×128 ，层厚3mm；④功能磁共振成像中的动脉自旋标记（ASL），采用三维伪连续式动脉自旋标记序列（TR/TE = 4500/10.6ms，标记后延迟时间1500ms，矩阵 256×256 ，层厚4mm）。检查结束后，将原始图像传输至工作站，由专业医师采用双盲法观察脑组织结构、水分子弥散情况等影像学特征，测量内囊后肢ADC值、FA值及全脑平均CBF值。

观察组检查方法：80例HIE患儿在病情稳定且生命体

征平稳时（通常在出生后6-72小时），进行与对照组相同设备及参数的磁共振多模态成像检查。检查前同样做好镇静准备及生命体征监测。扫描完成后，利用ITK-SNAP软件在T1WI、T2WI及DWI图像上手动勾画病灶轮廓，计算病灶体积；在DTI图像上选取内囊后肢、半卵圆中心等感兴趣区（ROI），测量ADC值和FA值；基于ASL图像，采用MmicroGL软件计算病灶区及对侧镜像区域的CBF值。同时，由两名具有8年以上新生儿影像诊断经验的医师采用双盲法，依据5分制评分标准（1分：轻微，局灶性小病灶；5分：极重度，弥漫性脑损伤）对病灶严重程度进行评估，并记录病灶部位（如基底节-丘脑区、皮层、白质等）及信号特点，以对比分析两组成像差异及该技术与传统超声、CT检查的诊断效能。

1.3 观察指标

本研究主要观察指标分为定量与定性两类。定量指标包括：通过ITK-SNAP软件测量观察组病灶体积；利用磁共振工作站测定两组内囊后肢ADC值、FA值，及观察组病灶区与对照组全脑平均CBF值。定性指标方面，由两位医师采用双盲法评估，观察两组脑组织结构形态，记

录观察组病灶部位（如基底节-丘脑区、皮层等）、信号特征；依据5分制评分标准对观察组病灶严重程度分级；同时对比磁共振多模态影像技术与传统超声、CT在HIE早期病灶检出率、病灶定位准确性及损伤程度评估一致性上的差异。

1.4 统计学分析

采用SPSS 26.0软件处理数据，计量资料行独立样本 t 检验，以均数±标准差呈现；计数资料用卡方检验，以率或构成比表示；采用组内相关系数评估医师定性评价一致性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组定量指标对比

观察组与对照组在病灶体积、ADC值、FA值及CBF值上存在显著差异（表1）。观察组病灶体积平均为 $(5.2 \pm 2.1) \text{ cm}^3$ ，内囊后肢ADC值为 $(0.65 \pm 0.12) \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ，FA值为 0.31 ± 0.07 ，病灶区CBF为 $(12.5 \pm 3.2) \text{ mL}/100\text{g}/\text{min}$ ；而对照组上述指标均处于正常范围，组间差异具有统计学意义（ $P < 0.001$ ）。

表1 观察组与对照组磁共振多模态影像定量指标对比

指标	观察组（ $n = 80$ ）	对照组（ $n = 80$ ）	t 值	P 值
病灶体积（ cm^3 ）	5.2 ± 2.1	0	-	< 0.001
内囊后肢ADC值（ $\times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ ）	0.65 ± 0.12	0.82 ± 0.08	-9.56	< 0.001
内囊后肢FA值	0.31 ± 0.07	0.48 ± 0.05	-16.32	< 0.001
病灶区CBF值（ $\text{mL}/100\text{g}/\text{min}$ ）	12.5 ± 3.2	28.6 ± 4.1	-24.58	< 0.001

2.2 两组定性指标对比

观察组中，T1WI显示基底节-丘脑区高信号58例（72.5%），皮层“反转征”32例（40.0%）；T2WI显示脑白质弥漫性高信号65例（81.2%），慢性期脑萎缩及囊腔形成15例（18.8%）。DWI显示弥散受限高信号78例（97.5%），SWI检测到微小出血灶23例（28.8%）。对照组上述异常表现均为0，组间差异显著（ $P < 0.05$ ）。

2.3 磁共振多模态影像技术与传统影像手段诊断效能

比较

磁共振多模态影像技术对HIE早期病灶检出率为97.5%，高于超声的65.0%和CT的70.0%（ $P < 0.05$ ）；在病灶定位准确性（92.5%）和损伤程度评估一致性（组内相关系数0.89）方面，均显著优于传统超声（定位准确性55.0%， $\text{ICC} = 0.62$ ）和CT（定位准确性60.0%， $\text{ICC} = 0.68$ ）（表2）。

表2 磁共振多模态影像技术与传统影像手段诊断效能对比

诊断方法	早期病灶检出率（%）	病灶定位准确性（%）	损伤程度评估一致性（ ICC ）
磁共振多模态影像技术	97.5	92.5	0.89
超声	65.0	55.0	0.62
CT	70.0	60.0	0.68

3 结论

本研究通过严格的前瞻性对照设计，系统探讨了磁共振多模态影像技术在新生儿缺氧缺血性脑病（HIE）诊断中的应用价值，研究成果对临床实践具有重要的指导

意义。

在技术优势层面，磁共振多模态影像技术展现出强大的综合诊断能力。定量指标分析显示，HIE患儿病灶区的表观弥散系数（ADC）、各向异性分数（FA）及脑血

流量（CBF）与健康新生儿存在显著差异，这种量化评估能够精准反映脑损伤的程度与范围，为病情严重程度的判断提供了客观依据^[4]。在定性评估中，该技术能够清晰捕捉到基底节-丘脑区高信号、皮层“反转征”等特征性影像学表现，对微小出血灶、白质损伤的识别能力突出，可实现对病灶的精准定位与细致分级。

与传统超声和CT诊断手段相比，磁共振多模态影像技术的优势更为显著。其早期病灶检出率高达97.5%，病灶定位准确性达92.5%，损伤程度评估一致性的组内相关系数达到0.89，大幅超越了传统影像技术，有效弥补了传统方法在HIE早期诊断和精准评估方面的不足^[5]。这使得临床医生能够在疾病发生的早期阶段及时介入，通过制定个性化治疗方案，如适时启动亚低温治疗，显著提高了治疗的针对性和有效性，为改善患儿的预后提供了有力保障。

综上所述，磁共振检查对设备要求较高，检查过程耗时较长，部分新生儿难以保持安静配合检查，这些因

素都限制了该技术在临床中的广泛应用。

参考文献

[1]张靖,任亚方,王品,等.Apgar评分、磁共振成像综合评分与新生儿缺氧缺血性脑病脑损伤程度的相关性及其预后评估价值[J].新乡医学院学报,2025,42(02):117-122.

[2]王保林,安棚蓬田,庞博,等.头颅静息态功能磁共振成像对新生儿缺氧缺血性脑病的诊断价值研究[J].影像研究与医学应用,2024,8(20):73-75+78.

[3]林先红,赵振,史乐洋,等.新生儿缺氧缺血性脑病磁共振检查特点及与脑损伤的相关性分析[J].中国CT和MRI杂志,2024,22(06):12-15.

[4]郭振,蒿景龙,胡晓萌,等.磁共振扩散加权成像定量参数在新生儿缺氧缺血性脑病中的应用及预后评估[J].医药论坛杂志,2023,44(24):98-102.

[5]朱秀益,徐宏伟,俞金娜,等.多模态磁共振成像胶原纤维酸性蛋白及B淋巴细胞瘤-2蛋白诊断新生儿缺氧缺血性脑病的价值[J].中国妇幼保健,2023,38(23):4721-4724.