

论 著

多模态MRI无创量化诊断颞叶癫痫的效能探究*

王 艳¹ 鲁 豫¹ 邢俊领²
张正艳³ 郭兆红⁴ 邢红霞^{5,*}

1.新乡医学院第三附属医院

神经内科二病区

2.新乡医学院第三附属医院神经外科

3.新乡医学院第三附属医院脑电图室

4.新乡医学院卫生健康管理学院

5.新乡医学院第三附属医院

神经内科三病区 (河南 新乡 453003)

【摘要】目的 分析多模态磁共振成像(MRI)无创量化对颞叶癫痫(TLE)的诊断效能。方法 选取2017年1月至2024年3月期间我院收治的48例癫痫患者为研究组,另选取40例同期体检健康志愿者为对照组,受试对象均行多模态MRI检查,包括弥散加权成像(DWI)、弥散张量成像(DTI)及氢质子磁共振波谱成像(¹H-MRS),对比两组多模态MRI无创量化参数,采用多因素Logistic回归分析TLE发生的危险因素,并采用受试者工作特征(ROC)曲线分析多模态MRI无创量化参数对TLE的诊断价值。结果 研究组ADC高于对照组,FA、NAA/Cr、NAA/Cho、NAA/(Cr+Cho)低于对照组($P<0.05$)。多因素Logistic回归分析结果显示ADC、FA、NAA/Cr、NAA/Cho、NAA/(Cr+Cho)均为TLE发生的影响因素($P<0.05$)。ROC曲线分析结果显示,ADC、FA、NAA/Cr、NAA/Cho、NAA/(Cr+Cho)联合诊断TLE的曲线下面积(AUC)最高为0.919,具有较好的诊断效能。结论 多模态MRI无创量化参数ADC、FA、NAA/Cr、NAA/Cho、NAA/(Cr+Cho)与TLE发生显著相关,为TLE诊断提供有效量化参考依据。

【关键词】颞叶癫痫;多模态磁共振成像;诊断;无创量化

【中图分类号】R742.1

【文献标识码】A

【基金项目】1.2023年河南省自然科学基金项目(232300420061);

2.河南省高等教育教学改革研究与实践项目(2023SJGLX240Y)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.02.009

Efficacy of Multimodal MRI in Non-invasive Quantitative Diagnosis of Temporal Lobe Epilepsy*

WANG Yan¹, LU Yu¹, XING Jun-ling², ZHANG Zheng-yan³, GUO Zhao-hong⁴, XING Hong-xia^{5,*}.

1.Second Ward, Department of Neurology, The Third Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Xinxiang 453003, Henan Province, China

2.Department of Neurosurgery, The Third Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Xinxiang 453003, Henan Province, China

3.Electroencephalogram Room, The Third Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Xinxiang 453003, Henan Province, China

4.School of Health Management, Xinxiang Medical University, Xinxiang 453003, Henan Province, China

5.Third Ward, Department of Neurology, The Third Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Xinxiang 453003, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To analyze the efficacy of multimodal magnetic resonance imaging (MRI) in non-invasive quantitative diagnosis of temporal lobe epilepsy (TLE). **Methods** A total of 48 patients with epilepsy admitted to the hospital from January 2017 to March 2024 were selected as the study group. Meanwhile, 40 healthy volunteers were selected as the control group. All subjects underwent multimodal MRI examinations, including diffusion-weighted imaging (DWI), diffusion-tensor imaging (DTI) and proton magnetic resonance spectroscopy (¹H-MRS). The non-invasive quantitative parameters of multimodal MRI were compared between the two groups, and multivariate logistic regression analysis was conducted to identify the risk factors for TLE. The diagnostic value of non-invasive quantitative parameters of multimodal MRI for TLE was analyzed using receiver operating characteristic (ROC) curves. **Results** Compared with the control group, the ADC value was higher, and FA, NAA/Cr, NAA/Cho and NAA/(Cr+Cho) were lower in the study group ($P<0.05$). Multivariate logistic regression analysis results showed that ADC, FA, NAA/Cr, NAA/Cho, and NAA/(Cr+Cho) were factors influencing the occurrence of TLE ($P<0.05$). ROC curve analysis results showed that the area under the curve (AUC) of joint diagnosis of TLE using ADC, FA, NAA/Cr, NAA/Cho and NAA/(Cr+Cho) was the highest (0.919), indicating good diagnostic efficacy. **Conclusion** The non-invasive quantitative parameters [ADC, FA, NAA/Cr, NAA/Cho and NAA/(Cr+Cho)] of multimodal MRI are markedly correlated with the occurrence of TLE, providing effective reference for the diagnosis of TLE.

Keywords: Temporal Lobe Epilepsy; Multimodal Magnetic Resonance Imaging; Diagnosis; Non-invasive Quantification

癫痫是由于大脑异常放电致使的短暂性大脑功能障碍,是常见的一类神经系统疾病^[1]。颞叶癫痫(temporal lobe epilepsy, TLE)是临床上常见的癫痫类型,易反复发作,临床表现为全身肌肉抽动、意识丧失及体征异常等^[2]。该疾病也是常见的药物难治性疾病,对患者健康造成极大威胁,故早期诊断并给予针对性干预措施对改善TLE预后具有积极的临床意义。常规磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)由于难以显示脑微观结构,无法准确定位脑内病灶,故TLE诊断价值有限^[3]。多模态MRI是将不同功能MRI技术融合一起,相较于常规MRI图像分辨率更高、准确度更高,能提供组织代谢、脑组织解剖等信息^[4]。既往对于TLE影像学诊断多数是单一技术的研究,缺乏多模态MRI量化评估。故本次研究主要分析多模态MRI无创量化对TLE的诊断效能。

1 资料与方法

1.1 对象 选取2017年1月至2024年3月期间我院收治的48例癫痫患者为研究组。

纳入标准:均符合国际抗癫痫联盟2017年癫痫及癫痫综合征国际分类标准^[5],且经检查确认病灶位于颞叶;年龄均超过18岁;配合相关检查及治疗;临床各项资料完整。排除标准:合并重要脏器如肝、肾器质性病变者;存在高热惊厥、假性癫痫发作者;存在MRI检查禁忌证;精神异常者或存在精神病家族史者。另选取40例同期体检健康志愿者为对照组。研究组男性、女性分别为28例、20例,年龄25~54岁,平均年龄(39.42 ± 4.11)岁;平均体质指数(22.15 ± 1.36)kg/m²。对照组男性、女性分别为24例、16例;年龄23~56岁,平均年龄(39.17 ± 4.52)岁;平均体质指数(22.01 ± 1.47)kg/m²。本次研究经医院伦理委员会审核通过。

1.2 方法 受试对象均行多模态MRI检查,包括弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)、弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)及氢质子磁共振波谱成像(hydrogen proton magnetic resonance spectroscopy imaging, ¹H-MRS);选择3.0T磁共振MR770扫描仪,8通道相控阵头颅线圈:(1)DWI参数设置如下:脉冲重复时间(TR)=6000 ms,回波时间(TE)=95.2 ms,矩阵320×320, b值为0、1000 s/mm²,激励次数1、6;视野(FOV)240mm×240mm,层厚4mm。(2)DTI参数设置如下:TR=6046

【第一作者】王 艳,女,副主任医师,主要研究方向:癫痫及神经电生理。E-mail: wangyan2007309@126.com

【通讯作者】邢红霞,女,主任医师,主要研究方向:脑血管病及帕金森综合征。E-mail: xhxwh02@163.com

ms, TE=93 ms, 矩阵128×128, 视野256mm×256 mm, 层厚3mm, 层间隔0mm; 共45层, b值为1000 s/mm²; (3)¹H-MRS参数设置如下: TR=1900 ms, TE=130 ms, 单体素波谱感兴趣区(15×15×15)mm, 翻转角度90°, 激励次数为1次, 共采集128次, 带宽1200 Hz。体素长轴平行于海马长轴位置, 预扫描进行局部手动匀场, 匀场达到FWHM<10 Hz, 成像15 min。

将上述图像上传至GEADW 4.6工作站, 并使用Functool软件进行后处理, 选取海马头、海马体及海马尾为ROI, 测量表观系数(ADC)、各向异性分数(FA), 以及海马 N-乙酰天门冬氨酸(N-acetyl-aspartate, NAA)、肌酸类(creatine, Cr)、胆碱类化合物(cholinecompounds, Cho), 并计算NAA/Cr、NAA/Cho、

NAA/(Cr+Cho)。

1.3 统计学方法 本次研究所有数据的处理及分析通过SPSS 22.0统计学软件进行, 其中计数资料以[n(%)]的方式来描述, 并选用 χ^2 检验分析组别之间的差异; 计量资料符合正态分布选用($\bar{x} \pm s$)的方式表示, 选择独立样本t检验分析组别之间的差异; 多因素Logisitic回归分析TLE发生的危险因素。以P<0.05为显著性差异。

2 结果

2.1 两组多模态MRI无创量化参数对比 研究组ADC高于对照组, FA、NAA/Cr、NAA/Cho、NAA/(Cr+Cho)低于对照组(P<0.05)。见表1。

表1 两组多模态MRI无创量化参数对比

组别	例数	ADC	FA	NAA/Cr	NAA/Cho	NAA/(Cr+Cho)
对照组	40	0.75±0.12	0.18±0.03	1.65±0.18	1.85±0.34	0.59±0.11
研究组	48	0.89±0.17	0.14±0.02	1.22±0.13	1.27±0.21	0.37±0.07
t		4.377	7.463	12.984	9.793	11.372
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 TLE发生的多因素Logisitic回归分析 以TLE为因变量(未发生=0, 发生=1), 将ADC、FA、NAA/Cr、NAA/Cho、NAA/(Cr+Cho)作为自变量进行多因素Logistic回归分析, 结果显示ADC、FA、NAA/Cr、NAA/Cho、NAA/(Cr+Cho)均为TLE发生的影响因素(P<0.05)。见表2。

2.3 多模态MRI无创量化参数对TLE的诊断价值分析 ROC曲线分析结果显示, ADC、FA、NAA/Cr、NAA/Cho、NAA/(Cr+Cho)联合诊断TLE的曲线下面积(AUC)最高为0.919, 具有较好的诊断效能。见表3、图1。

2.4 典型病例 患者性别男, 年龄32岁, MRI影像学特点见图2-4。

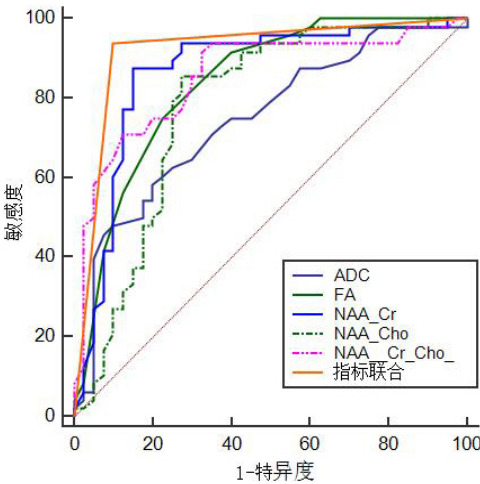


图1 多模态MRI无创量化参数诊断TLE的ROC曲线分析。

表2 TLE发生的多因素Logisitic回归分析

指标	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI
ADC	0.829	0.378	4.810	0.029	2.291	1.092~4.806
FA	-0.759	0.228	11.082	<0.001	0.468	0.299~0.732
NAA/Cr	-0.867	0.358	5.865	0.016	0.420	0.208~0.848
NAA/Cho	-0.923	0.421	4.807	0.029	0.397	0.174~0.907
NAA/(Cr+Cho)	-0.859	0.320	7.206	0.008	0.424	0.226~0.793

表3 多模态MRI无创量化参数对TLE的诊断价值分析

指标	AUC	95%CI	SE	截断值	敏感度(%)	特异度(%)
ADC	0.746	0.642~0.833	0.053	0.85	80.00	58.30
FA	0.839	0.745~0.909	0.043	0.16	77.50	75.00
NAA/Cr	0.865	0.776~0.929	0.044	1.47	85.00	87.50
NAA/Cho	0.780	0.680~0.862	0.054	1.60	72.50	85.40
NAA/(Cr+Cho)	0.854	0.763~0.920	0.042	0.42	87.50	70.80
指标联合	0.919	0.841~0.966	0.030	-	90.00	93.70

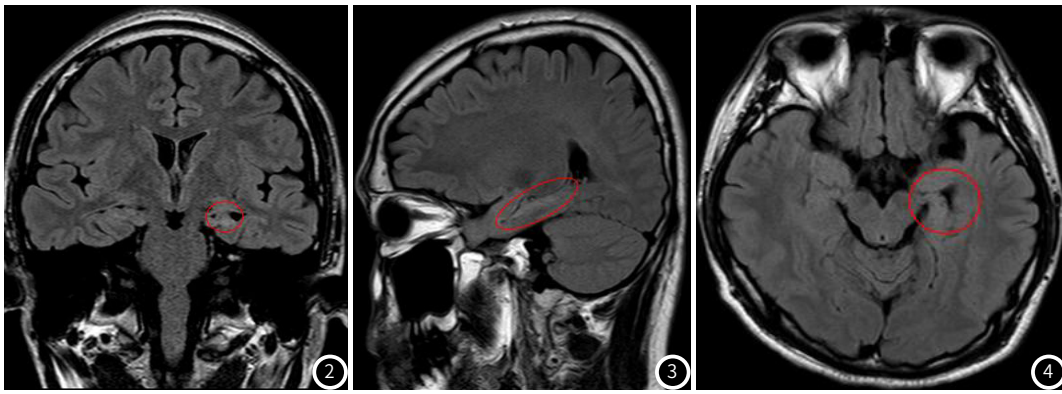


图2 冠状位flair显示: 左侧海马体积缩小, 颞角扩大, 左侧海马信号增高。
图3 矢状位Flair显示: 左侧海马体积缩小。
图4 轴位flair显示左侧海马硬化。

3 讨论

TLE作为慢性神经系统疾病, 其主要特征为脑神经元异常放电致使中枢神经功能异常, 对患者生活质量及健康造成严重影响^[6]。影像学在TLE诊断及病情评估方面发挥着重要作用, 其中MRI因组织分辨率高, 且能多平面成像, 对于病变组织及正常组织的辨别有较高的应用价值^[7]。多模态MRI是融于多项MRI技术, 如DWI、DTI及¹H-MRS等, 能获取多种模态的影像学特征, 通过不同参数反映组织不同特征及功能, 为疾病的发病机制及临床诊断提供帮助^[8-9]。

在本次研究中, 分析两组多模态MRI无创量化参数, 发现研究组ADC高于对照组, FA、NAA/Cr、NAA/Cho、NAA/(Cr+Cho)低于对照组, 表明多模态MRI与TLE存在显著相关性。DWI主要用于检测组织中的水分子运动情况, 其ADC值是量化水分子扩散能力的指标, 主要是测量水分子在微观结构中的扩散速率^[10]。TLE患者由于神经元异常放电, 以及病理生理改变如神经元水肿及萎缩、神经元丧失等, 导致能量代谢增加, 细胞内外离子浓度改变, 使局部脑组织的水分子扩散能力发生变化; 同时TLE反复发作会引起胶质细胞增生使细胞外间隙扩张 继而引起ADC值升高^[11]。DTI作为MRI一种特殊形式, 主要是利用水分子在大脑介质中各向异性扩散特性成像表现出组织病变特点, 在神经系统疾病诊断及预后评估中有重要的应用价值^[12]。FA值是DTI中的一个重要参数, 表示水分子扩散的各向异性程度。FA值越高, 水分子扩散的方向性越强, 即组织的微观结构越完整; 反之则表示水分子扩散的方向性越弱, 组织的微观结构可能受到损伤。TLE发生后, 导致的神经纤维束损伤或破坏, 使水分子在各个方向上的扩散变得更为均匀, 即各向异性降低, 从而导致FA值下降^[13-14]。¹H-MRS利用体内水分子的氢质子(¹H)进行成像和功能分析, 作为一种新型无创检查手段, 主要是在神经生物学上对局部脑组织重要代谢浓度进行检测, 其中NAA是神经元内特有的代谢物, 其含量的降低通常反映神经元的缺失、受损或功能活动异常; Cr、Cho主要反映神经胶质细胞数量, Cho的升高可能反映胶质细胞的增生, 而Cr通常作为内部参照物, 用于评估其他代谢物的相对含量^[15-16]。TLE的发生能引起神经元损伤, 其能量代谢发生变化, 引起NAA/Cr、NAA/Cho、NAA/(Cr+Cho)下降。进一步分析发现, ADC、FA、NAA/Cr、NAA/Cho、NAA/(Cr+Cho)均为TLE发生的影响因素, 说明多模态MRI无创量化参数可为的发生提供参考依据。另外, 癫痫病灶区域的多模态MRI无创量化参数会表现出异常变化, 如原发性癫痫患者在双侧海马及胼胝体压部的ADC值增高^[17]; 癫痫患者患侧FA值、NAA/Cr、NAA/Cho、NAA/(Cr+Cho)较健侧更低^[18-19]。说明多模态MRI能帮助医生识别癫痫病灶的位置和范围。在本次研究中, 分析多模态MRI无创量化在TLE中诊断价值发现, ADC、FA、NAA/Cr、NAA/Cho、NAA/(Cr+Cho)联合诊断TLE的曲线下面积(AUC)最高为0.919, 具有较好的诊断效能。说明多模态MRI无创量化在TLE中具有良好的诊断价值。

综上所述, 多模态MRI无创量化参数ADC、FA、NAA/Cr、NAA/Cho、NAA/(Cr+Cho)与TLE发生显著相关, 为TLE诊断提供有效量化参考依据。

参考文献

- [1] 赵学敏, 赵宝田, 张凯, 等. 药物难治性癫痫患者不同觉醒状态下高频振荡的分布及其对致痫区的定位作用[J]. 中华神经外科杂志, 2024, 40(3): 230-235.
- [2] 王后芬, 黄书蕾, 黄明明, 等. 左侧颞叶癫痫患者脑白质纤维结构完整性与执行功能研究[J]. 第三军医大学学报, 2020, 42(14): 1414-1420.
- [3] 尹克杰, 许尚文. 常规MRI阴性颞叶癫痫默认模式网络的fMRI研究[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(2): 192-197.
- [4] 刘靓, 朱丹, 沈晶, 等. 多模态MRI技术在乳腺非肿块性强化病变良恶性鉴别中的临床研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2020, 31(1): 15-19.
- [5] Scheffer I E, Berkovic S, Capovilla G, et al. ILAE classification of the epilepsies: Position paper of the ILAE Commission for Classification and Terminology[J]. Epilepsia, 2017, 58(4): 512-521.
- [6] 邓巍巍, 王伟君, 李富媛. 颞叶癫痫患者外周免疫细胞上的谷氨酸受体表达水平变化[J]. 卒中与神经疾病, 2024, 31(1): 42-47, 72.
- [7] 王玉珍, 张静, 焦丽华, 等. MRI检查癫痫发作为首要症状的可逆性胼胝体压部病变综合征的神经影像特征[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(10): 12-13.
- [8] 姚振威. 基于多模态MRI原发性中枢神经系统淋巴瘤老年患者的诊断, 疗效监测和预后评估[J]. 老年医学与保健, 2023, 29(2): 186-192.
- [9] 卢明君, 屈耀铭, 马安东, 等. 多模态MRI影像学可预测弥漫性较低级别胶质瘤的1p/19q缺失状态[J]. 南方医科大学学报, 2023, 43(6): 1023-1028.
- [10] 摆玉财, 马彩花, 李健, 等. 集成磁共振联合高分辨率扩散加权成像在海马硬化型颞叶内侧癫痫中的应用[J]. 中国医学影像学杂志, 2022, 30(12): 1206-1211.
- [11] 孙中洋, 杨慧, 夏海丽, 等. 脑核磁共振成像对结节性硬化所致癫痫婴幼儿的早期诊断价值[J]. 中国妇幼保健, 2023, 38(18): 3614-3617.
- [12] 陈明磊, 李志伟, 覃群. 基于磁共振成像观察癫痫病人大脑灰质皮层结构及白质纤维束连接的变化[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2023, 21(13): 2488-2494.
- [13] 刘兵舰, 赵丽玲, 刘海峰. 视频脑电图联合MRI-DTI在阴性癫痫定位中的应用价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(1): 146-148.
- [14] 杜远敏, 许康, 王云凤, 等. MR扩散张量成像联合视频脑电图对颞叶癫痫的诊断价值[J]. 实用放射学杂志, 2022, 38(6): 876-879.
- [15] 王冰冰, 杜欣, 来青伟, 等. 颞叶癫痫患者海马区¹H-MRS代谢物与外周血T淋巴细胞亚群, 细胞因子的相关性分析[J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2021, 30(12): 1095-1101.
- [16] 付丽媛, 梁永刚, 王晓阳, 等. MR FLAIR与¹H-MRS对颞叶癫痫致痫灶定侧的价值[J]. 中国医疗设备, 2021, 36(7): 33-35, 44.
- [17] 黄耀龙, 陈敏, 杨金钢, 等. MRI检测颞叶癫痫患儿丘脑, 白质体积与疾病严重程度的相关性研究[J]. 临床和实验医学杂志, 2021, 20(14): 1546-1549.
- [18] 郑欣, 李秀红, 张晔. ¹H-MRS和扩散张量成像对皮质下动脉硬化性脑病的诊断价值和相关性研究[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36(1): 13-16.
- [19] 李健, 潘为领, 赵晓阳, 等. 氢质子磁共振波谱成像结合PET/MRI对癫痫的诊断价值分析[J]. 河北医科大学学报, 2022, 43(12): 1474-1478.

(收稿日期: 2024-07-01)

(校对编辑: 江丽华)