

论 著

MRI影像联合脑功能分析定位癫痫灶价值探索

张 芳* 孙艳霞 曹建军
漯河市第二人民医院神经内科
(河南 漯河 462000)

【摘要】目的 探究核磁共振成像(MRI)影像联合脑功能分析定位癫痫灶的价值。方法 选取我院76例癫痫患者为研究对象,所有患者均行MRI及视频脑电图(VEEG)检查,以术中切除致痫灶后症状减弱或转阴为“金标准”,分析MRI影像与VEEG脑功能分析定位单独及联合诊断癫痫灶的准确性,分析单侧受累患者兴趣区域和非兴趣区域的MRI参数[表观弥散系数(ADC)、各向异性分数(FA)]。结果 手术病理诊断显示,76例癫痫患者癫痫灶位于额叶26例(34.21%),其中左侧14例,右侧10例,双侧2例;颞叶43例(56.58%),其中左侧21例,右侧18例,双侧4例;顶叶7例(9.21%),其中左侧3例,右侧3例,双侧1例;MRI、VEEG脑功能分析单独及联合诊断癫痫灶位置的准确率分别为80.26%、81.57%、93.42%,联合诊断准确率显著高于任一单独诊断结果($\chi^2=5.758$, $P=0.016$, $\chi^2=4.872$, $P=0.027$);单侧受累患者兴趣区域的ADC值和FA值均显著高于对侧区域($P<0.05$)。结论 MRI影像联合VEEG脑功能分析对癫痫患者的病灶定位准确率较高,可用于术前病情诊断和病灶分析,减少临床漏诊率。

【关键词】核磁共振成像;视频脑电图;脑功能分析;癫痫;定位
【中图分类号】R445.2
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.02.010

Value of MRI Combined with Brain Function Analysis in the Localization of Epileptic Foci

ZHANG Fang*, SUN Yan-xia, CAO Jun-jun.
Department of Neurology, Luohe Second People's Hospital, Luohe 462000, Henan Province, China

ABSTRACT
Objective To explore the value of magnetic resonance imaging (MRI) combined with brain function analysis in the localization of epileptic foci. **Methods** A total of 76 patients with epilepsy in the hospital were selected as the research subjects. All patients received MRI and video electroencephalogram (VEEG) examination. The gold standard was that the symptoms were weakened or turned negative after the removal of epileptic foci during surgery, and the accuracy of MRI and VEEG brain function analysis alone and in combination in the localization diagnosis of epileptic foci was analyzed. The MRI parameters [apparent diffusion coefficient (ADC), fractional anisotropy (FA)] of the region of interest and region of non-interest in patients with unilateral involvement were analyzed. **Results** Surgical pathology diagnosis showed that 26 cases (34.21%) of 76 patients with epilepsy were located in the frontal lobe, including 14 cases on the left side, 10 cases on the right side and 2 cases on bilateral side. 43 cases (56.58%) were located in temporal lobe, including 21 cases on left side, 18 cases on right side and 4 cases on bilateral side. There were 7 cases (9.21%) in the parietal lobe, including 3 cases on the left side, 3 cases on the right side and 1 case on bilateral side. The accuracy rates of MRI and VEEG brain function analysis alone and in combination were 80.26%, 81.57% and 93.42% respectively. The accuracy of combined diagnosis was significantly higher than that of any single diagnosis ($\chi^2=5.758$, $P=0.016$, $\chi^2=4.872$, $P=0.027$). The ADC and FA in the region of interest in patients with unilateral involvement were significantly higher than those in the contralateral region ($P<0.05$). **Conclusion** MRI combined with VEEG brain function analysis has a high accuracy rate of lesion localization in patients with epilepsy, and can be used for preoperative disease diagnosis and lesion analysis to reduce the rate of clinical missed diagnosis.
Keywords: Magnetic Resonance Imaging; Video Electroencephalogram; Brain Function Analysis; Epilepsy; Localization

癫痫是临床上常见的神经系统疾病,高发于儿童,发病机制复杂,包括遗传、免疫、代谢、感染、结构等,其中以结构性癫痫为常见病因,其主要是神经胶质细胞和神经递质功能异常而引起的神经元抑制、兴奋传递失衡所致,临床特征为海马内神经元细胞减少,胶质增生。该类型癫痫症药物治疗效果有限,临床上主要通过手术进行治疗,而精准的病灶定位是手术治疗的基础,因而寻求合适的术前诊断方法十分关键^[1-2]。核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)是临床上检查脑结构性病变的常见方法,对海马萎缩、硬化等结构病变具有良好的检出效果,但脑MRI检查只能检测到显著性结构改变的病灶,而对于微小病变或病变范围广、结构复杂的脑结构病变诊断效果不足^[3]。视频脑电图(video electroencephalogram, VEEG)是由录像和脑电图监测技术结合而成的新型脑电图监测方法,可同步监测癫痫患者发作症状和脑电波变化,结合患者临床发作表现及脑电活动规律判断病灶所在位置,但该技术易受干扰伪差几电极阵发性异常的影响^[4]。基于此,本研究拟探究MRI影像及VEEG脑功能分析联合应用对癫痫病灶的定位价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取我院2023年2月至2024年5月76例癫痫患者为研究对象。
纳入标准:符合原发性癫痫诊断标准,经临床病理检查确诊^[5];年龄>10岁;病灶范围为单侧脑叶;符合临床手术治疗指征;患者知情同意。排除标准:存在精神性疾病、认知障碍者;低血钾、血钙或伴有热惊厥、假性癫痫发作者;合并脑血管疾病、颅内肿瘤者;MRI临床检查禁忌证者。其中男43岁,女33岁,年龄10~53岁,平均(31.58±10.46)岁,病程3~12年,平均(7.32±2.31)年。
1.2 方法 MRI检查:患者取仰卧位,采用3.0T磁共振成像系统(西门子,德国,型号:MAGNETOM Vida)及8通道头部专用线圈进行颅内三维T1加权成像(T1WI),参数设置:重复时间(TR)2260ms,回波时间(TE)116ms,翻转角(FA) 90, slice 6.0,视野(FOV)视野250mm×220mm;以矢状位海马最大层面为定位相,获取冠状位、斜横断位T1WI、T2加权成像(T2WI)及斜冠状位液体翻转恢复序列(FLAIR),参数设置:TR 2000ms, TE 116ms, FA 90, slice 6.0, FOV 250mm×220mm, 矩阵256×256, 扩散张量成像:15个相位方向, B=1000, TE minimum, TR 8000, Freq 128, FOV 22, Slice 5.0mm。MRI图像保存至工作站中进行后处理,分别自动输出表观弥散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)各向异性分数(fractional anisotropy, FA)两种伪彩图像,分析疑似病灶的结构特点,统计病灶中心及对侧同区8~20个体素,计算ADC、FA值。
VEEG检查:采用脑电图仪(日本光电公司,型号:EEG-1200C)及国际10-20系统盘状电

【第一作者】张 芳,女,副主任医师,主要研究方向:脑血管病、癫痫。E-mail: lheyzf0527@126.com
【通讯作者】张 芳

极进行监测，将仪器连接发作期癫痫患者头部电极，设定高频滤波为30Hz，走纸速度为3cm/s，时间常数为0.3s，同时由监控记录患者全身反应及微表情变化，持续监测24h，由脑电图医师采用半定量分析脑电图及患者发作表现，其中以出现局限性慢波或痫样放电(棘波、尖波、棘慢波、尖慢波)为致痫灶放电，以上异常放电区域定为致痫灶。

所有检查均由我院资深影像科医师采集完成，并经由2名医师评估，以两者意见一致为最终结果。

1.3 观察指标 统计所有患者手术病理结果，分析MRI和VEEG脑功能分析单独及联合诊断对癫痫灶的定位情况，对比单侧受累患者兴趣区域和非兴趣区域的MRI参数。

1.4 统计学方法 应用SPSS 26.0对数据进行统计学分析，计量资料经由Kolmogorov-Smirnov检验，符合正态分布，以($\bar{x} \pm s$)表示，行t检验，计数资料以n(%)表示，行 χ^2 检验，以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结 果

2.1 手术病理结果 76例癫痫患者均经手术病灶切除后症状均减弱或转阴，手术病理诊断显示，癫痫灶位于额叶26例(34.21%)，其中左侧14例，右侧10例，双侧2例；颞叶43例(56.58%)，其中左侧21例，右侧18例，双侧4例；顶叶7例(9.21%)，其中左侧3例，右侧3例，双侧1例。

2.2 MRI和VEEG脑功能分析单独及联合诊断对癫痫灶的定位结果 MRI、VEEG脑功能分析单独及联合诊断癫痫灶位置的准确率分别为80.26%、81.57%、93.42%，联合诊断准确率显著高于任一单独诊断结果($\chi^2=5.758$, $P=0.016$, $\chi^2=4.872$,

$P=0.027$)，见表1。

表1 MRI和VEEG脑功能分析单独及联合诊断对癫痫灶的定位结果[n(%)]

癫痫灶部位	方位	MRI	脑功能分析	MRI+脑功能分析
额叶	左侧(n=14)	11(14.47)	10(13.16)	13(17.11)
	右侧(n=10)	9(11.84)	9(11.84)	9(11.84)
	双侧(n=2)	2(2.63)	1(1.32)	2(2.63)
颞叶	左侧(n=21)	15(19.74)	16(21.05)	20(26.32)
	右侧(n=18)	16(21.05)	15(19.74)	16(21.05)
	双侧(n=4)	3(3.95)	4(5.26)	4(5.26)
顶叶	左侧(n=3)	2(2.63)	3(3.95)	3(3.95)
	右侧(n=3)	2(2.63)	3(3.95)	3(3.95)
	双侧(n=1)	1(1.32)	1(1.32)	1(1.32)
漏诊		15(19.74)	14(18.42)	5(6.58)
总计		61(80.26)	62(81.57)	71(93.42)

2.3 单侧受累患者兴趣区域和非兴趣区域的MRI参数比较 单侧受累患者兴趣区域的ADC值和FA值均显著高于对侧区域($P < 0.05$)，见表2。

表2 单侧受累患者兴趣区域和非兴趣区域的MRI参数比较

脑侧	例数	ADC(mm ² /s)	FA
兴趣区域	69	0.85±0.11	0.36±0.08
对侧区域	69	0.78±0.12	0.32±0.06
t值		3.572	3.323
P值		0.001	0.001

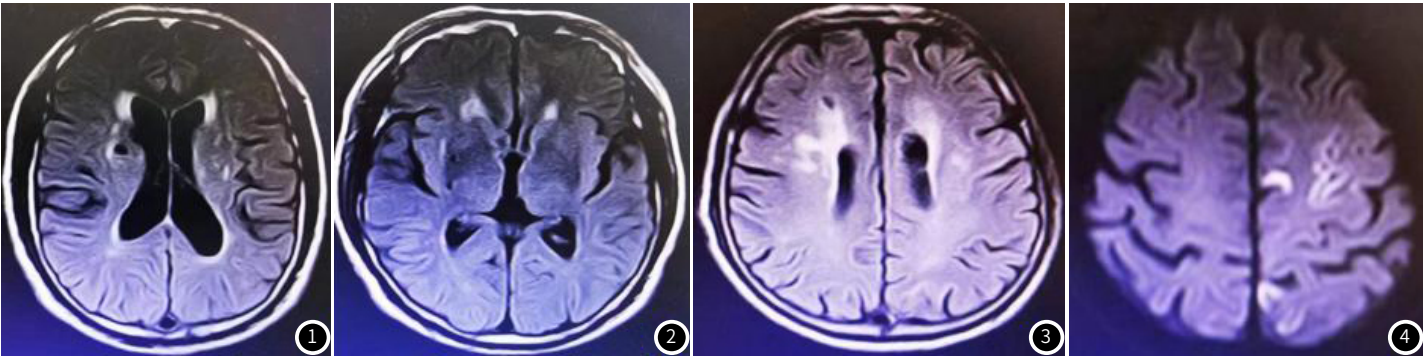


图1-图4 患者，男15岁，头部MRI检测再试双侧大脑半球对称，双侧基底节和左侧侧脑室后角旁可见多发斑点状病灶，小片状呈长T1长T2信号影，FLAIR序列呈低信号，DWI高B值未见明显弥散受限，双侧半卵圆中心及双侧侧脑室前后角旁显示多发性斑点状、小片状呈长T1长T2信号影，FLAIR序列呈低高信号影，双侧脑室对称性扩张，脑沟、脑池、脑裂均呈加宽、加深现象，小脑及脑干形态、结构及信号强度未见明显异常，中线未见偏移。垂体、视交叉、双侧神经干未见明显异常。图1，双侧基底节长T2信号影。图2，左侧侧脑室前角旁斑片状长T2信号影。图3，半卵圆中心多发斑片状长T2信号影。图4，左侧额顶叶DWI弥散受限。

3 讨 论

癫痫是一类神经系统慢性病变，发病原因复杂，其中脑结构性病变是其致病因素之一。不同于脑血管性疾病，癫痫多为低龄发病，患者长期甚至终生都难以控制发病行为，长期发病可造成神经系统损伤，进而造成大脑局部结构异常，而脑异常又可增加癫痫发作的敏感性和危险性，严重影响患者身体健康^[6]。临床上常通过药物、手术和迷走神经刺激等方式进行治疗，由于脑神经的耐药性和刺激耐性等原因，药物治疗和迷走神经刺激效果有限，手术治疗效果相对较好^[7-8]。致痫灶准确定位是手术顺利进行的关键，但由于结构性改变区域、症状发起区域或发作起始区域都并非完全等同于致痫灶，因而，临床判定较为困难，常需要通过多种影像技术联合检测才能较为准确地判定^[9]。

癫痫灶是神经生理学上的概念，其主要是指脑电图上癫痫性放电较为明显的一个或多个部位，又称为引起癫痫性发作的部位，因而，脑电图检查是癫痫病临床诊断的普遍手段，其主要根据脑电波变化监测大脑的电生理活动，当大脑发生生理病变或功能改变时，脑电图所监测到的脑电波也会随之改变，因而，通过监测癫痫患者发作期及发作间期脑电生理活动可帮助医生判断患者病情或发现癫痫灶，从而为临床诊治提供理论依据^[10]。VEEG是在常规脑电图的基础上发展起来的一种脑电监测技术，其可较长时间检测脑电波变化情况，更全面地反馈癫痫患者不同时期的脑电波变化状况，针对部分发作形式复杂、症状持续短的患者VEEG也可有效分辨其脑电波变化情况，因而，其对癫痫样病灶的检出率更高^[11]。王珍珍^[12]研究发现，长程视频脑电图能有效反映癫痫患者的脑电图特征，对于诊断癫痫也有很好的价值。邱元英等^[13]研究显示，与常规脑电图相比，VEEG更能充分了解脑电活动信息和临床发作情况，对癫痫灶的检出率更高。MRI是目前临床上应用较为广泛的影像诊断方式，其具有分辨率高、无辐射、全方位、多角度、多模式成像特点，可有效分辨大脑深部及皮层部位脑组织结构病变，其对颅内脑皮质发育异常、脑供血不足引起的癫痫具有较好的辅助诊断价值，借助弥散张量成像可精确反映脑组织三维空间内水分子扩散情况，并从细胞水平无创观测白质纤维的微观结构、形态变化。但是MRI所显示的脑组织结构异常并不完全等同于致痫灶，实际上，致痫灶既可位于MRI异常信号内，也可位于异常信号附近，因而仅通过MRI诊断异常脑组织结构，并不能完全消除癫痫灶，仍需要结合VEEG进行综合判断^[14]。林崇君等^[15]研究显示，头颅磁共振形态测量联合长程视频脑电图可有效判断难治性局灶性癫痫病灶。何伟等^[16]研究显示，PET/MRI影像和脑功能联合诊断对检出癫痫患者致痫灶检出率显著高于二者单独检测。本研究中，76例癫痫患者经手术病灶切除证实病灶位置，其中额叶、颞叶、顶叶分别占34.21%、56.58%、9.21%，7例双侧患病，69例单侧患病。经分析，MRI对病灶的检出率为80.26%，VEEG脑功能为83.78%，二者联合检出率则高达93.42%，显著高于任一单独诊断结果，与上述研究结果一致。此外，本研究还发现单侧受累的癫痫患者兴趣区域ADC、FA均显著高于对侧区域，提示，癫痫病灶水分子弥散运动较快，且其结构各向异性较大，该变化趋势可为癫痫灶的临床判断提供参考。

MRI影像联合VEEG脑功能分析对癫痫患者的病灶定位准确率较高，可用于术前病情诊断和病灶分析，减少临床漏诊率。

参考文献

- [1] Das Pektezel L, Tezer FI, Saygi S. Electroclinical presentations of fixation-off sensitivity in adults with symptomatic epilepsy[J]. J Clin Neurophysiol, 2023, 40(3): 244-249.
- [2] Pedersen C, Aboian M, Messina SA, et al. PET/MRI applications in pediatric epilepsy[J]. World J Nucl Med, 2023, 22(2): 78-86.
- [3] Lee KS, Seunarine KK, Barnes N, et al. Accuracy of robot-assisted stereotactic MRI-guided laser ablation in children with epilepsy[J]. J Neurosurg Pediatr, 2023, 32(2): 214-222.
- [4] 程渊博, 任树萍, 张艳良, 等. 视频脑电图对癫痫患儿减停药后复发预测价值研究[J]. 临床军医杂志, 2022, 50(2): 196-198.
- [5] 中国抗癫痫协会, 中华医学会神经外科学分会神经生理学组, 中华医学会神经病学分会癫痫与脑电图学组, 等. 癫痫外科手术前评估中国专家共识(2022版)[J]. 中华神经外科杂志, 2022, 38(10): 973-979.
- [6] Perucca E, White HS, Bialer M. New GABA-targeting therapies for the treatment of seizures and epilepsy: II. treatments in clinical development[J]. CNS Drugs, 2023, 37(9): 781-795.
- [7] Sultana B, Panzini MA, Veilleux Carpentier A, et al. Incidence and prevalence of drug-resistant epilepsy: a systematic review and meta-analysis[J]. Neurology, 2021, 96(17): 805-817.
- [8] Schmitz B, Lattanzi S, Vonck K, et al. Cenobamate in refractory epilepsy: overview of treatment options and practical considerations[J]. Epilepsia Open, 2023, 8(4): 1241-1255.
- [9] Pelliccia V, Del Vecchio M, Avanzini P, et al. 70 Years of human cingulate cortex stimulation. Functions and dysfunctions through the lens of electrical stimulation[J]. J Clin Neurophysiol, 2023, 40(6): 491-500.
- [10] 姜红. 视频脑电图和常规脑电图在小儿癫痫诊断和预后评估中的效果分析[J]. 河北医药, 2019, 41(21): 3309-3311, 3315.
- [11] Lombardi N, Scévola L, Sarudiansky M, et al. Differential semiology based on video electroencephalography monitoring between psychogenic nonepileptic seizures and temporal lobe epileptic seizures[J]. J Acad Consult Liaison Psychiatry, 2021, 62(1): 22-28.
- [12] 王珍珍. 长程视频脑电图对癫痫的诊断价值探究[J]. 中外女性健康研究, 2023, (6): 222-223, 234.
- [13] 邱元英, 袁肖征. 视频脑电图和常规脑电图在癫痫疾病诊断及病灶定位中的应用价值[J]. 临床与病理杂志, 2022, 42(2): 327-332.
- [14] 赵伟, 杨虹, 王宝龙, 等. MRI阴性颞叶内侧型癫痫海马结构分析的临床应用[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2022, 28(3): 232-235.
- [15] 林崇君, 聂忠仕, 何占平. 难治性局灶性癫痫病灶定位中头颅磁共振形态测量与长程视频脑电图的应用价值[J]. 新疆医科大学学报, 2022, 45(3): 302-307.
- [16] 何伟, 李云波, 高刘艳, 等. 基于PET/MRI影像联合脑功能分析在检出癫痫患者致痫灶中的价值探讨[J]. 西部医学, 2023, 35(4): 573-578.

(收稿日期: 2024-07-02)

(校对编辑: 江丽华)