

• 中枢神经影像学 •

集成磁共振技术对常规 MRI 表现阴性颞叶内侧癫痫患者的定量研究

张浩天,徐蕊,罕迦尔别克·库锐,丁爽,王云玲

【摘要】 目的:探讨集成 MRI(SyMRI)技术海马定量分析对常规 MRI 表现阴性的颞叶内侧癫痫(mTLE)患者的诊断价值。**方法:**将 2020—2022 年在本院经脑电图确诊为 mTLE(左侧)且其常规 MRI 表现无明显异常(阴性)的 34 例患者纳入本研究,同期选取 42 例年龄相匹配的健康成年人作为对照组。所有受试者采用 GE Signa Architect 3.0T 磁共振仪进行头颅扫描,扫描序列包括常规序列(横轴面和矢状面 T₂WI)及 MAGiC,利用 GE MAGiC 后处理软件测量双侧海马头的 T₁、T₂、质子密度(PD)、R₁和 R₂ 值。采用独立样本 *t* 检验或 Mann-Whitney *U* 检验比较癫痫组和对照组之间及 2 组内左、右侧之间海马头各项定量参数数值的差异,采用 ROC 曲线评估组间差异有统计学意义的参数及其构建的联合模型对 mTLE 的诊断效能,并采用 Delong 检验比较各项参数及联合模型 AUC 的差异。**结果:**癫痫组左、右侧海马头的 T₁ 和 PD 值均高于对照组,且左侧海马头的 R₁ 值低于对照组同侧海马头,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。T₁、PD、R₁ 及联合模型 A(T₁ + PD + R₁)诊断 mTLE 的 AUC 分别为 0.87、0.74、0.86 和 0.94。Delong 检验结果:T₁、R₁ 与 PD 之间 AUC 的差异均有统计学意义($P < 0.05$),T₁ 与 R₁ 之间 AUC 的差异无统计学意义($P > 0.05$);联合模型 A 的 AUC 高于 3 个单项指标及联合模型 B(T₁ + PD)、C(R₁ + PD)和 D(T₁ + R₁),且差异均有统计学意义($P < 0.05$)。**结论:**SyMRI 技术可以通过定量测量来反映癫痫患者海马的异常改变,为海马相关癫痫的早期诊断提供依据。

【关键词】 癫痫; 海马; 颞叶; 合成磁共振成像; 诊断效能

【中图分类号】 R445.2; R742.1 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2023)12-1526-06

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2023.12.006

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Quantitative measurement of medial temporal lobe epilepsy with negative MRI findings by synthetic magnetic resonance imaging ZHANG Hao-tian, XU Lei, Hungarbek Kukun, et al. Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, China

【Abstract】 Objective: To investigate the value of quantitative measurement of hippocampus using synthetic magnetic resonance imaging (SyMRI) technique in the diagnosis of medial temporal lobe epilepsy (mTLE) with negative MRI findings. **Methods:** From 2020 to 2022, 34 patients with EEG-confirmed mTLE (left side) and negative findings on conventional MR images in our hospital were recruited in this study, and 42 age-matched healthy adults were selected as the control group during the same period. All subjects underwent brain MRI examination using MAGiC (Magnetic Resonance Image Compilation) and conventional sequences (transverse and sagittal T₂WI) at a GE Signa Architect 3.0T MR scanner. The values of T₁, T₂, proton density (PD), R₁ and R₂ in bilateral hippocampus of each subjects were measured using GE MAGiC post-processing software. Independent sample *t*-test or Mann-Whitney *U*-test were used to compare the differences of quantitative parameters between the left and right sides of the case group and the control group, and between the left and right sides of the group. ROC curve was used to evaluate the diagnostic efficiency of parameters and combined models with statistically significant differences between groups for mTLE, and Delong test was used to compare the differences in AUC of each parameter and the combined model with multiple parameters. **Results:** The T₁ and PD values of the left and right hippocampal heads in mTLE group were higher than

作者单位: 830000 新疆乌鲁木齐, 新疆医科大学第一附属医院影像中心

作者简介: 张浩天(1997—), 男, 山东临清人, 硕士研究生, 住院医师, 主要从事中枢神经系统疾病影像诊断。

通讯作者: 王云玲, E-mail: 1079806994@qq.com

基金项目: 自治区区域协同创新专项(科技援疆计划(020E0275))

those in the control group, the R_1 value of the left hippocampal head was lower than that of the control group, and the differences were all statistically significant ($P < 0.05$). The AUC of T_1 , PD, R_1 and combined model A ($T_1 + PD + R_1$) for the diagnosis of mTLE were 0.87, 0.74, 0.86 and 0.94, respectively. Delong test results: the AUC between T_1 and PD, and R_1 and PD had statistical significance (both $P < 0.05$), while the AUC between T_1 and R_1 had no statistical significance ($P > 0.05$). The AUC of the combined model A was higher than that of the three single indexes (T_1 , PD, R_1) and the combined model B ($T_1 + PD$), C ($PD + R_1$) and D ($T_1 + R_1$), and the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). **Conclusion:** The SyMRI technique can provide important quantitative information for the early diagnosis of hippocampal-related epilepsy.

【Key words】 Epilepsy; Hippocampus; Temporal lobe; Synthetic magnetic resonance; Diagnostic efficacy

癫痫是最常见的神经系统疾病之一,据世界卫生组织统计,全球大约六千余万人患有癫痫,终生患病率约为 8/1000^[1]。国内流行病学资料显示我国癫痫的患病率为 4%~7%,且每年新增人数达 40 万^[2]。研究表明,如果癫痫患者一经确诊立即接受抗癫痫药物治疗,大部分患者的病情能够得以控制甚至痊愈^[3]。早期干预可以防止患者的认知功能进一步受损^[4]。但部分癫痫患者药物干预无效,被定义为抗药性癫痫^[5],其中颞叶癫痫约占 70%^[6]。外科手术治疗是药物难治性癫痫的一种选择,但术前无创性准确定位癫痫病灶仍然是一个重大的挑战。

既往文献研究多采用灰质体积和海马体积的定量分析、扩散张量成像及静息态 MRI 等方法对癫痫患者进行诊断及监测,但难以对海马体积进行精准分割和测量^[7-10]。也有研究应用 T_2 -mapping 对海马相关疾病进行早期诊断及治疗效果的监测^[11-13]。GE 公司开发的 MAGiC (Magnetic Resonance Imaging Compilation) 序列是一种合成磁共振成像 (synthetic magnetic resonance imaging, SyMRI) 技术,可以实现一次扫描而同时得到常规形态学图像和 T_1 、 T_2 、质子密度 (proton density, PD)、纵向弛豫率 (R_1) 和横向弛豫率 (R_2) 等定量参数值,从而实现对疾病的全面诊断。对于 mTLE 的诊断, SyMRI 技术通过对特定区域进行能同时进行多模态图像和多种定量参数,可以反映局部功能、代谢等方面的变化。

本研究通过运用合成 MRI 技术 (MAGiC 序列),对常规 MRI 表现阴性的 mTLE 患者及健康成年人的海马头进行定量分析,旨在探讨该技术在早期诊断 mTLE 中的价值。

材料与方法

1. 研究对象

招募 2020—2022 年在本院行颅脑 MRI 检查的经脑电图检查确诊为左侧颞叶内侧癫痫 (medial tem-

poral lobe epilepsy, mTLE) 的患者。纳入标准: ①连续 4 h 脑电图捕捉到发作期脑电图表现达 5 次及以上,且具有较明确的发作期脑电图起源; ②临床症状符合 mTLE 先兆及发作的特点; ③具有脑代谢断层现象组合表现,即癫痫发作间期检查发现左侧颞叶代谢减低且 MRI 检查示脑内未见明显异常信号^[8]; ④既往无精神类疾病如癫痫、帕金森、阿尔茨海默病等; ⑤既往无脑部相关病变 (如脑卒中、脑肿瘤、脱髓鞘疾病等病史) 及脑部手术病史; ⑥无需长期接受药物治疗的其它疾病史^[14]。排除标准: ①图像伪影较重,无法进行定量测量; ②定侧困难或双侧癫痫发作; ③因蛛网膜囊肿、颅内肿瘤等所致的继发性癫痫。

最终共纳入 34 例 mTLE 患者,男 15 例,女 19 例,年龄 14~32 岁,平均 (22 ± 6.5) 岁。同期招募在本院行健康体检且颅脑 MRI 检查未见明显异常的 42 例成年人作为正常对照组。其中,男 18 例,女 24 例,年龄 21~29 岁,平均 (24.2 ± 4.6) 岁。两组受试者年龄及性别构成相匹配 (年龄: $t = 1.704$, $P = 0.087$; 性别: $\chi^2 = 1.402$, $P = 0.163$)。

2. 结构 MR 图像的采集

使用 GE Signa Architect 3.0T MR 扫描仪和 48 通道头颅专用线圈,扫描范围包括整个大脑,患者取仰卧位,先采用常规 MRI 序列 (横轴面或矢状面 T_2 WI 和横轴面 T_2 -FLAIR) 进行扫描,根据矢状面定位像确定海马长轴方向,从而行横轴面 MAGiC 序列扫描。MAGiC 序列扫描参数: TE 22 ms, TR 9237 ms,层厚 3 mm,视野 240 mm × 240 mm,层数 256。

3. 定量参数测量方法

将 SyMRI 扫描数据导入 GE MAGiC 后处理软件,在 T_2 -FLAIR 图像上双侧海马头内进行勾画 ROI 进行定量参数的测量,双侧海马的测量尽量选取同一层面,注意避开海马头与脑脊液和相邻脑组织相近或重叠的区域,ROI 为直径 2 mm 的小正方形,复制到 T_1 -mapping、 T_2 -mapping、质子密度、 R_1 和 R_2 图像

上,每个序列的图像上采集 3 次数据,取平均值,计算得到 T_1 、 T_2 、PD、 R_1 及 R_2 值。

4. 统计学处理

所有数据均使用 SPSS 26.0 软件进行分析。对符合正态分布的计量资料采用均数±标准差表示,不符合正态分布的计量资料使用 M(Q1,Q3)表示,分别使用独立样本 t 检验(正态分布资料)或 Mann-Whitney U 检验进行组间比较。对左侧海马头参数值在 mTLE 组与对照组之间有统计学差异的参数及其构建的联合模型(DeLong 检验)采用 ROC 曲线分析来评价其诊断效能。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 双侧海马头定量参数的比较

mTLE 组内左、右侧之间及 2 组之间同侧海马头各项定量参数值的比较结果见表 1~3。

mTLE 组内左、右侧海马头之间各项定量参数值的差异均无统计学意义($P>0.05$;图 1)。

mTLE 组左、右侧海马头的 T_1 和 PD 值均较对照组相应侧要高,且差异均有统计学意义($P<0.05$);mTLE 组左侧海马头的 R_1 值较对照组同侧海马头

低,差异有统计学意义($P<0.05$);mTLE 组与对照组之间双侧海马头的 T_2 、 R_2 值及右侧海马头的 R_1 值的差异无统计学意义($P>0.05$)。

表 1 mTLE 组双侧海马头定量数据及对比结果

参数	左侧	右侧	t/Z 值	P 值
T_1 /ms	1373(1300,1456)	1364(1273,1429)	-0.04	0.06
T_2 /ms	99.91±9.72	97.25±7.04	1.33	0.18
PD/μs	85.61±2.54	86.35±2.55	-1.22	0.22
R_1	0.75±0.04	0.73±0.07	1.36	0.17
R_2	10.12±0.61	10.31±0.61	-1.30	0.19

表 2 mTLE 组及对照组左侧海马头定量数据及对比结果

参数	mTLE 组左侧	对照组左侧	t/Z 值	P 值
T_1 /ms	1373(1300,1456)	1241(1201,1283)	-5.53	0.01
T_2 /ms	99.91±9.72	97.11±6.40	1.51	0.13
PD/μs	85.61±2.54	83.76±1.57	3.93	0.01
R_1	0.75±0.04	0.82±0.03	-7.85	0.01
R_2	10.12±0.61	10.42±0.80	-1.85	0.07

表 3 mTLE 组及对照组右侧海马头定量数据及对比结果

参数	mTLE 组右侧	对照组右侧	t/Z 值	P 值
T_1 /ms	1364(1273,1429)	1246(1206,1296)	-5.02	0.01
T_2 /ms	97.25±7.04	97.35±5.58	-0.07	0.94
PD/μs	86.35±2.55	83.96±1.57	5.03	0.01
R_1	0.73±0.07	0.77±0.07	-1.76	0.08
R_2	10.31±0.61	10.32±0.80	-0.11	0.90

2. 定量参数及联合模型对 mTLE 的诊断效能

基于上述组间比较结果,左侧海马头的 T_1 、PD 及

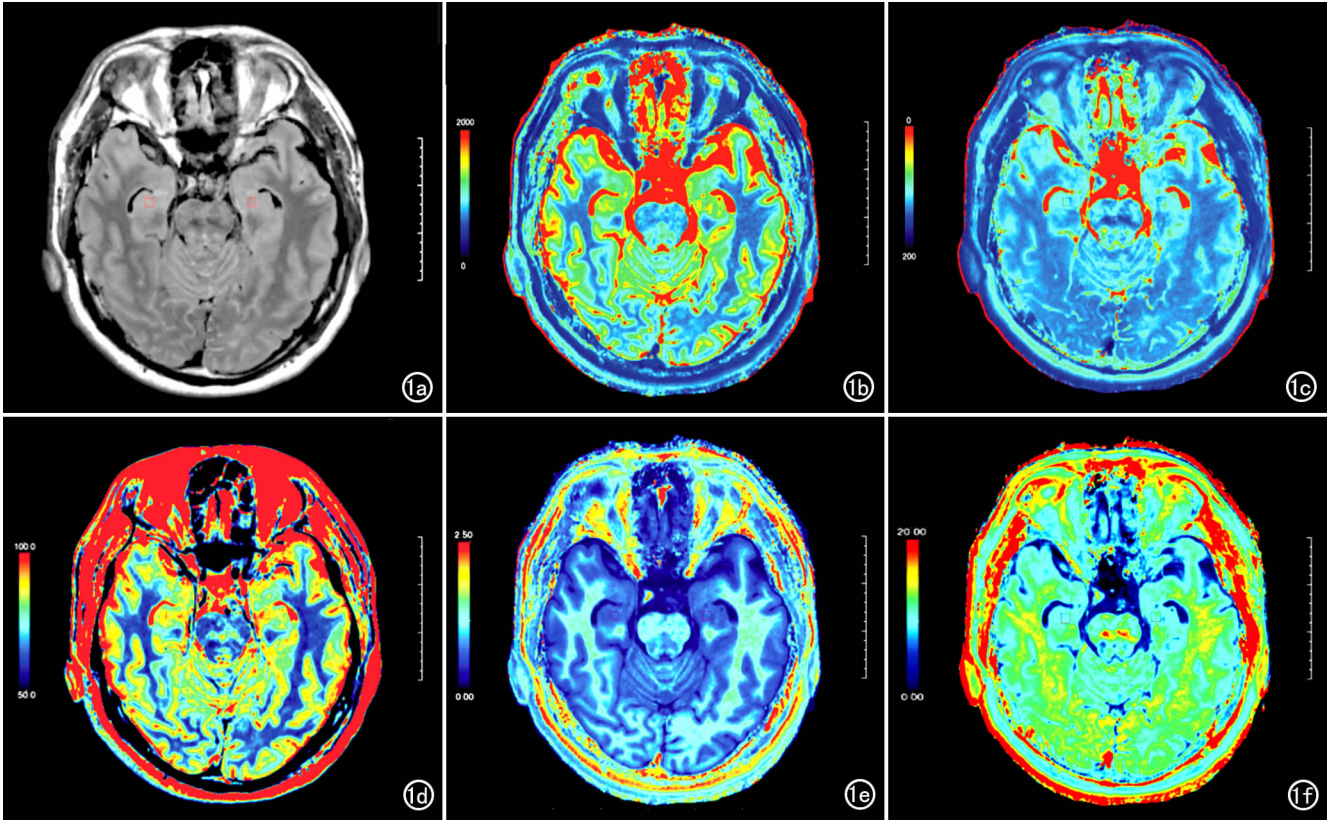


图 1 患者,男性,33 岁,于 18 年前确诊为难治性癫痫,经脑电图监测证实为颞叶内侧癫痫(左侧),双侧海马头于 T_2 -FLAIR 上未见明显异常改变,左侧海马头的 T_1 、 T_2 、PD、 R_1 及 R_2 值为 1710ms、98ms、85.6ms、0.67 及 10.30,对侧正常海马头的相应测量值分别为 1392ms、97ms、89.3ms、0.71 及 10.31。a) T_2 -FLAIR;b) T_1 伪彩图;c) T_2 伪彩图;d) PD 伪彩图;e) R_1 伪彩图;f) R_2 伪彩图。

表 4 SyMRI 定量参数对 mTLE 的诊断效能

诊断指标	截断值	AUC	敏感度	特异度	阳性预测值	阴性预测值	约登指数
T ₁	1298ms	0.89	80.00%	83.33	0.66	0.80	0.63
PD	85.3pu	0.74	60.00%	90.00%	0.56	0.83	0.50
R ₁	0.81	0.84	93.33%	70.00%	0.86	0.76	0.63
T ₁ +PD+R ₁	—	0.93	96.55%	80.00%	0.92	0.87	0.76
T ₁ +PD	—	0.92	83.33%	90.00%	0.85	0.88	0.73
T ₁ + R ₁	—	0.93	96.55%	83.33%	0.93	0.89	0.79
PD+ R ₁	—	0.85	91.37%	75.69%	0.87	0.74	0.62

表 5 各项指标及联合模型 AUC 比较(DeLong 检验)的 P 值

诊断指标	T ₁	PD	R ₁	T ₁ +PD+ R ₁	T ₁ + R ₁	T ₁ + R ₁
T ₁	—	—	—	—	—	—
PD	0.0531	—	—	—	—	—
R ₁	0.3336	0.1349	—	—	—	—
T ₁ +PD+ R ₁	0.0488	0.0037	0.0244	—	—	—
T ₁ +PD	0.1615	0.0054	0.0920	0.4241	—	—
T ₁ + R ₁	0.0686	0.0076	0.0337	0.7923	0.6477	—
PD+ R ₁	0.4913	0.0478	0.4187	0.0485	0.1362	0.0794

R₁ 的测量值在 mTLE 组与对照组之间的差异有统计学意义,将这 3 项参数进行组合构建了四种联合模型(T₁+PD+R₁、T₁+PD、R₁+PD、T₁+R₁),对 3 项参数和 4 个模型进行 ROC 曲线分析,结果详见表 4 和图 2~3。

T₁、PD 及 R₁ 的 AUC 分别为 0.89、0.74 及 0.84, T₁ 的 AUC 最大;T₁+PD+R₁ 及 T₁+R₁ 这两种联合模型的 AUC 均为 0.93,高于各单项参数及其它 2 种联合模型的 AUC。进一步行 Delong 检验,结果详见表 5。T₁ 与 PD、R₁ 与 PD、T₁ 与 R₁ 之间 AUC 的差异均无统计学意义($P>0.05$);T₁+PD+R₁ 联合模型的 AUC 高于 T₁、PD、R₁,且差异均有统计学意义($P<0.05$)。

讨 论

海马的形态信号的改变不仅与诸多疾病相

关^[14-16],也会随着年龄的增长而变化^[13],更是存在个体差异,因此单纯分析海马的形态和体积会造成一定的误差。既往研究采用海马体积和灰质面积等方法来研究癫痫疾病,存在一定图像质量不佳及感兴趣区勾画误差等问题。

SyMRI 技术是一种较新的定量 MRI 检查技术^[17],基于多延迟饱和和多回波原理,经过单次扫描可获得 8 种对比加权影像,包括 T₁WI、T₂WI、质子密度加权成像(proton density-weighted imaging,PDWI)、T₁-FLAIR、T₂-FLAIR、相位敏感反转恢复(phase sensitive inversion recovery, PSIR)、短时反转恢复(short -tauinversion recovery, STIR)和双反转恢复(double inversion recovery, DIR),并能够获得 5 种定量参数图像,包括 T₁、T₂、R₁、R₂ 和 PD。SyMRI 技术首先应用于神经系统的检查,可以通过细微调节扫描参数来改善感兴趣区域的可视化,对多发性硬化等疾病具有良好的诊断价值^[18-23]。近年来多项研究中将 SyMRI 技术应用于膝关节、乳腺、前列腺以及直肠等部位的相关疾病,结果显示该技术对于这些部位的良、恶性肿瘤具有良好的鉴别诊断价值^[24-29]。说明 SyMRI 技术对于疾病的诊断具有巨大的潜力。SyMRI 技术可以对感兴趣区进行定量测量,也为早期诊断 mTLE 提供影像学依据。为了获得更加准确的测量值,需要基于常规矢状面 T₂WI 对海马头进行定位,通过选

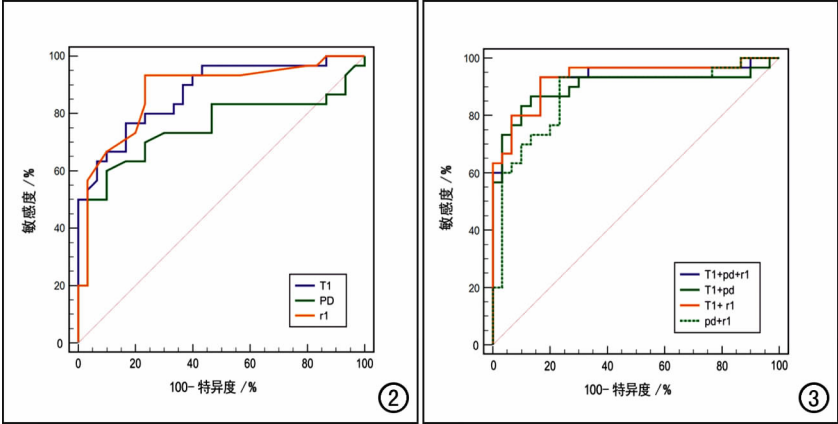


图 2 T₁、T₂ 和 PD 的 ROC 曲线,T₁、PD 及 R₁ 的 AUC 分别为 0.89、0.74 及 0.84,T₁ 的 AUC 最大。图 3 联合模型的 ROC 曲线,以联合模型 A(T₁+PD+R₁) 的 AUC 最大,其次是 T₁+R₁,且其约登指数最大。

mTLE 患者海马区 T₁、T₂ 及 PD 值

的变化与组织的铁沉积、含水量以及髓鞘增减有关^[30],而 PD 值代表着组织游离水的含量,这反映了海马潜在的细微病理生理变化。本研究中,癫痫患者双侧海马 T_1 及 PD 值较正常成年人升高, T_2 值一般与组织的成分变化有关,脱髓鞘改变会导致 T_1 值增高。PD 值的增高表明组织内自由水较正常人增加^[31], R_1 通常也与脑组织的髓鞘及铁沉积的变化有关, R_1 的降低说明组织内存在弥漫的脱髓鞘改变^[32]。这些表现或许与 MRI 阴性癫痫患者向海马硬化型癫痫患者的病理转变过程有关,这些潜在关系需要更多的病例及研究来证实。但杨钊等^[33]发现 mTLE 患者与海马硬化型颞叶内侧癫痫患者脑损伤模式萎缩脑区有重叠区域,也存在萎缩脑区的差异,说明两种疾病很可能存在不同的发病机制,这也解释了本研究结果与摆玉财等^[34]的研究结果有着不同的差异的原因。

本研究中 mTLE 组左、右侧海马头的各项定量数值的差异均无统计学意义($P>0.05$),可能是由于致痫灶异常放电,并向脑内其它区域播散,导致正常脑组织发生代谢等变化。左侧海马头的 T_1+PD+R_1 联合模型的 AUC 最大,为 0.94,较 3 个定量参数及其它联合模型的 AUC 高,提示 T_1+PD+R_1 定量指标具有早期辅助诊断 mTLE 疾病的潜力。

本研究存在一定局限性:首先,样本量较小,需要增大样本量进一步增加研究结果的可信度;其次,并未进行更加精细的分组,如基于年龄、性别等因素进行分组;最后,大部分患者未经手术病理证实。故尚需要今后增大样本量、进行多中心研究来进一步验证本次研究的结果。

总之,本研究结果表明通过 SyMRI 序列定量分析海马头的 T_1 、 T_2 等定量参数的测量值,可以分析肉眼无法识别的脑组织的功能和代谢方面的变化,如脱髓鞘、铁沉积及含水量变化等,有望为临床早期诊断 MRI 阴性颞叶内侧癫痫提供更多的影像学证据。

(作者利益冲突声明:全体作者均声明无利益冲突)

参考文献:

- [1] Angwafor SA, Bell GS, Ngarka L, et al. Incidence and prevalence of epilepsy and associated factors in a health district in North-West Cameroon: a population survey[J/OL]. *Epilepsy Behav*, 2021, 121(Pt A): e108048[2021 Jun 1]. DOI: 10.1016/j.yebeh.2021.108048.
- [2] Cully M. Drug development: Illuminated targets[J]. *Nature*, 2014, 511(Supple 2): S12-S13.
- [3] 刘玉涛, 许予明, 高远, 等. 阿尔茨海默病、血管性痴呆及额叶变性患者的脑 MRI 及 CT 平扫影像学特征分析[J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2018, 16(5): 1-3.
- [4] Bell B, Lin JJ, Seidenberg M, et al. The neurobiology of cognitive

- disorders in temporal lobe epilepsy[J]. *Nat Rev Neurol*, 2011, 7(3): 154-164.
- [5] Wiebe S. Definition of drug-resistant epilepsy: is it evidence based[J]. *Epilepsia*, 2013, 54(Suppl 2): S9-S12.
- [6] Larsson K, Eeg-Olofsson O. A population based study of epilepsy in children from a Swedish county[J]. *Eur J Paediatr Neurol*, 2006, 10(3): 107-113.
- [7] 杨钊, 贾文霄, 罕迦尔别克·库锐, 等. 基于体素的 MRI 阴性成人颞叶癫痫灰质结构研究[J]. *影像诊断与介入放射学*, 2021, 30(5): 330-336.
- [8] 张一玮. 多模态磁共振影像学在难治性内侧颞叶癫痫诊疗中的应用研究[D]. 北京协和医学院, 2021. DOI: 10.27648/d.cnki.gzx-hu.2021.000230.
- [9] Michaela B, Marek B, Pavel R, et al. The benefit of the diffusion kurtosis imaging in presurgical evaluation in patients with focal MR-negative epilepsy[J/OL]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): e14208[2021 Jul 09]. DOI: 10.1038/s41598-021-92804-w.
- [10] Liang XL, Pang XM, Zhao JY, et al. Altered static and dynamic functional network connectivity in temporal lobe epilepsy with different disease duration and their relationships with attention[J]. *J Neurosci Res*, 2021, 99(10): 2688-2705.
- [11] 方春, 王尔祯, 包强, 等. 正常人海马 T_2 弛豫时间的测量及其影响因素分析[J]. *实用放射学杂志*, 2008, (3): 295-298.
- [12] Luo ZR, Zhuang XJ, Kumar D, et al. The correlation of hippocampal T_2 -mapping with neuropsychology test in patients with Alzheimer's disease[J/OL]. *PLoS One*, 2013, 8(9): e76203[2013 sep 30]. DOI: 10.1371/journal.pone.0076203.
- [13] Wu J, Shahid Syed S, Lin Q, et al. Multimodal magnetic resonance imaging reveals distinct sensitivity of hippocampal subfields in asymptomatic stage of Alzheimer's disease[J/OL]. *Front Aging Neurosci*, 2022, 14: e901140[2022 Aug 12]. DOI: 10.3389/fnagi.2022.901140.
- [14] 吴文浩, 俞文君, 朱诞恬, 等. 集成磁共振成像技术对正常成年人海马的定量测量评估[J]. *磁共振成像*, 2021, 12(5): 55-59.
- [15] Tehrani N, Wilson W, Pittman Daniel J, et al. Localization of interictal discharge origin: a simultaneous intracranial electroencephalographic-functional magnetic resonance imaging study[J]. *Epilepsia*, 2021, 62(5): 1105-1118.
- [16] Benear S, Ngo C, Olson I. Dissecting the fornix in basic memory processes and neuropsychiatric disease: a review[J]. *Brain Connect*, 2020, 10(7): 331-354.
- [17] 李方正, 李芹, 郑召龙, 等. 合成 MRI 临床应用的研究进展[J]. *放射学实践*, 2022, 37(3): 402-406.
- [18] Konar AS, Paudyal R, Shah AD, et al. Qualitative and quantitative performance of magnetic resonance image compilation (MAGiC) method: an exploratory analysis for head and neck imaging[J/OL]. *Cancers*, 2022, 14(15): e3624[2022 Jul 26]. DOI: 10.3390/cancers14153624.
- [19] MoyaSáez E, NavarroGonzález R, Cepeda S, et al. Synthetic MRI improves radiomics-based glioblastoma survival prediction[J/OL]. *NMR Biomed*, 2022, 35(9): e4754[2022 May 21]. DOI: 10.1002/nbm.4754.
- [20] Chang HK, Hsu TW, Ku J, et al. Simple parameters of synthetic MRI for assessment of bone density in patients with spinal degenerative disease[J]. *J Neurosurgery Spine*, 2021, 36(3): 414-

- 421.
- [21] Ji S, Yang D, Lee J, et al. Synthetic MRI: technologies and applications in neuroradiology[J]. J Magn Reson Imaging, 2022, 55(4):1013-1025.
- [22] Jiang YW, Yu L, Luo XJ, et al. Quantitative synthetic MRI for evaluation of the lumbar intervertebral disk degeneration in patients with chronic low back pain[J/OL]. Eur J Radiol, 2020, 124: e108858 [2020 Jan 29]. DOI: 10. 1016/j. ejrad. 2020. 108858.
- [23] Christina A, Akifumi H, Misaki N, et al. Synthetic MR imaging in the diagnosis of bacterial meningitis[J]. Magn Reson Med Sci, 2017, 16(2):91-92.
- [24] Yi J, Lee YH, Song H, et al. Clinical feasibility of synthetic magnetic resonance imaging in the diagnosis of internal derangements of the knee[J]. Korean J Radiol, 2018, 19(2):311-319.
- [25] 徐梦莹, 陈倩倩, 刘金瑞, 等. 合成 MRI 及联合动态对比增强 MRI 鉴别乳腺良性与恶性肿瘤的价值[J]. 中华放射学杂志, 2022, 56(7):766-771.
- [26] 孙诗昀, 李卓琳, 聂莉莎, 等. 合成 MRI 联合扩散加权成像对乳腺良恶性病变的鉴别诊断价值[J]. 中华放射学杂志, 2021, 55(6):597-604.
- [27] 高微波, 杨全新, 陈欣, 等. 合成 MRI 对乳腺良恶性病变鉴别诊断的价值[J]. 中华放射学杂志, 2021, 55(6):605-608.
- [28] Fujioka T, Mori M, Oyama J, et al. Investigating the image quality and utility of synthetic MRI in the breast[J]. Magn Reson Med Sci, 2021, 20(4):431-438.
- [29] Du SY, Gao S, Zhang LN, et al. Improved discrimination of molecular subtypes in invasive breast cancer: comparison of multiple quantitative parameters from breast MRI[J/OL]. Magn Reson Imaging, 2021, 77: e148-e158 [2020 Dec 9]. DOI: 10. 1016/j. mri. 2020. 12. 001
- [30] 赵彩雯, 赵鑫, 刘彦超, 等. 集成 MRI 技术对早产儿脑成熟评估研究[J]. 磁共振成像, 2021, 12(12):1-5.
- [31] 刘文潇, 党佩, 杨旭宏, 等. 集成磁共振成像在轻微型肝性脑病临床应用中的初探[J]. 磁共振成像, 2022, 13(5):6-10, 16.
- [32] Emilie L, Jessica S, Gilles R, et al. Multiparameter MRI quantification of microstructural tissue alterations in multiple sclerosis[J/OL]. Neuroimage Clin, 2019, 23: e101879 [2019 May 29]. DOI: 10. 1016/j. niel. 2019. 101879.
- [33] 杨钊, 贾文霄, 罕迦尔别克·库锟, 等. 基于体素的 MRI 阴性成人颞叶癫痫灰质结构研究[J]. 影像诊断与介入放射学, 2021, 30(5):330-336.
- [34] 摆玉财, 李健, 马耀兴, 等. 集成 MRI 与 3D-pCASL 成像在颞叶内侧癫痫患者海马硬化诊断中的应用[J]. 放射学实践, 2022, 37(8):960-965.

(收稿日期:2022-12-17 修回日期:2023-03-27)

《请您诊断》栏目征文启事

《请您诊断》是本刊 2007 年新开辟的栏目,该栏目以临床上少见或容易误诊的病例为素材,杂志在刊载答案的同时配发专家点评,以帮助影像医生更好地理解相关影像知识,提高诊断水平。栏目开办 13 年来受到广大读者欢迎。《请您诊断》栏目荣获第八届湖北精品医学期刊“特色栏目奖”。

本栏目欢迎广大读者踊跃投稿,并积极参与《请您诊断》有奖活动,稿件一经采用稿酬从优。

《请您诊断》来稿格式要求:①来稿分两部分刊出,第一部分为病例资料和图片;第二部分为全文,即病例完整资料(包括病例资料、影像学表现、图片及详细图片说明、讨论等);②来稿应提供详细的病例资料,包括病史、体检资料、影像学检查及实验室检查资料;③来稿应提供具有典型性、代表性的图片,包括横向图片(X 线、CT 或 MRI 等不同检查方法得到的影像资料,或某一检查方法的详细图片,如 CT 平扫和增强扫描图片)和纵向图片(同一患者在治疗前后的动态影像资料,最好附上病理图片),每帧图片均需详细的图片说明,包括扫描参数、序列、征象等,病变部位请用箭头标明。

具体格式要求请参见本刊(一个完整病例的第一部分请参见本刊正文首页,第二部分请参见 2 个月后的杂志最后一页,如第一部分问题在 1 期杂志正文首页,第二部分答案则在 3 期杂志正文末页)

栏目主持:石鹤 联系电话:027-69378385 15926283035