论著

MRI多序列扫描诊断原 发性颞叶癫痫的价值*

闫 松* 冀 鹏 王 威 李 红

驻马店市中心医院磁共振科 (河南驻马店463000)

【摘要】目的 探究磁共振成像(MRI)多序列扫描诊 断原发性颞叶癫痫(TLE)的价值。方法 选取2022年 1月至2023年8月在驻马店市中心医院收治的原发 性TLE患者50例作为观察组,同期选取健康志愿者 50例为对照组,均进行MRI多序列扫描。检测两组 感兴趣区(ROI)的表观扩散系数(ADC)、部分各向异 性(FA)值、脑血流量(CBF)值、N-乙酰天冬氨酸/肌 酸比值(NAA/Cr)、胆碱/肌酸比值(Cho/Cr),分析各 参数及联合诊断原发性TLE的临床价值。结果 观察 组ADC值高于对照组(P<0.05),FA值、NAA/Cr值均 低于对照组(P<0.05);观察组的右海马头、左海马 头、右杏仁核、左杏仁核的CBF值及总体均值高于 对照组(P<0.05);两组Cho/Cr比较差异无统计学意 义(P>0.05); ADC值约登指数最大时对应截断值0.96 ×10⁻³mm²/s,AUC为0.700,敏感度为74.00%、 特异度为78.00%; FA值约登指数最大时对应截断 值0.30,AUC为0.671,敏感度为86.00%、特异度 为78.00%; CBF总体均值约登指数最大时对应截 断值56.02 mL/100g/min, AUC为0.769, 敏感度 为84.00%、特异度为82.00%; NAA/Cr值约登指数 最大时对应截断值1.74,AUC为0.717,敏感度为 86.00%、特异度为68.00%;四者联合诊断内侧颞 叶癫痫(mTLE)的价值最高,AUC为0.811,敏感度 为94.00%、特异度为64.00%。**结论** 将ADC、FA、 CBF、NAA/Cr四项指标联合检测,比单一使用其中 任意一项指标对mTLE的诊断具有更高的准确性,临 床价值较高,值得推广。

 【关键词】磁共振成像;弥散加权成像; 弥散张量成像;磁共振波谱学序列; 表观扩散系数;脑血流量
【中图分类号】R445.2
【文献标识码】A
【基金项目】2023年度河南省重点研发与推广 专项项目(232102310256)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.05.007

Value of MRI Multi-sequence Scanning in the Diagnosis of Primary Temporal Lobe Epilepsy*

YAN Song^{*}, JI Peng, WANG Wei, LI Hong.

Department of Magnetic Resonance, Zhumadian Central Hospital, Zhumadian 463000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the value of magnetic resonance imaging (MRI) multi-sequence scanning in diagnosing primary temporal lobe epilepsy (TLE). Methods 50 patients with primary TLE admitted to Zhumadian Central Hospital from January 2022 to Aguest 2023 were selected as observation group, and 50 healthy volunteers during the same period were included in control group, and the above subjects underwent MRI multi-sequence scanning. The regions of interest (ROI) of the apparent diffusion coefficient (ADC), fractional anisotropy (FA), cerebral blood flow (CBF), N-acetylaspartate/creatine ratio (NAA/Cr) and choline/creatine ratio (Cho/Cr) were detected in the two groups, and the clinical value of various parameters and their combination in the diagnosis of primary TLE was analyzed. Results The ADC value in observation group was higher than that in control group (P<0.05) while the FA value and NAA/Cr value were lower than those in control group (P<0.05). The CBF values of right hippocampus, left hippocampus, right amygdala and left amygdala and overall mean value in observation group were higher than those in control group (P<0.05). There was no statistical significance in Cho/Cr between the two groups (P>0.05). When the Youden index of ADC value was the largest, the corresponding cutoff value, AUC, sensitivity and specificity were 0.96×10-3 mm2/s, 0.700, 74.00% and 78.00%. When the Youden index of FA value was the largest, the cutoff value, AUC. sensitivity and specificity were 0.30, 0.671, 86,00% and 78,00%. When the Youden index of overall mean value of CBF was the largest, the corresponding cutoff value was 56.02 mL/100g/min and the AUC. sensitivity and specificity were 0.769, 84.00% and 82.00%. When the Youden index of NAA/Cr value was the largest, the cutoff value, AUC, sensitivity and specificity were 1.74, 0.717, 86.00% and 68.00%. The combination of the four had the highest value in the diagnosis of medial temporal lobe epilepsy (mTLE), with AUC of 0.811, sensitivity of 94.00% and specificity of 64.00%. Conclusion The combined detection with ADC, FA, CBF and NAA/Cr has higher accuracy in the diagnosis of mTLE than the single use of any of the four indicators, which is of high clinical value and worthy of promotion.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging; Diffusion-weighted Imaging; Diffusion Tensor Imaging; Magnetic Resonance Spectroscopy Sequence; Apparent Diffusion Coefficient; Cerebral Blood Flow

癫痫(epilepsy, EP)是全球最常见的慢性神经系统疾病之一,仅中国就有约900万 EP患者^[1]。该病由遗传因素、先天性缺陷、脑损伤等多种病因引起大脑神经元的异常 放电,导致脑功能失调^[2],其以反复发作为特点,发作突然且无预兆,发作间期患者记 忆、语言、认知等脑功能受到损害,导致患者生活质量急剧下降,给社会和家庭带来沉 重的精神和经济负担^[3]。内侧颞叶癫痫(mesial temporal lobe epilepsy, mTLE)是常见 局灶性难治性EP,约占EP发病的30%^[4]。研究显示,70%的颞叶癫痫(temporal lobe epilepsy, TLE)患者通过手术治疗获得满意疗效,95%的手术可使患者EP发作频率降低 90%以上^[5]。EP手术的目标是去除致痫灶,同时保护正常脑区免受手术损伤^[6]。因此, 在术前准确定位致痫灶非常重要。然而,20%~30%的TLE患者仅有脑代谢异常而没有 结构异常,常规磁共振成像(magnetic resonance imaging,MRI)检查结果为阴性,这 类患者进行切除手术具有一定困难,手术失败率较高^[7]。研究发现,采用常规MRI检查 结合多序列成像扫描^[8],通过非侵入性手段同时分析脑结构异常和代谢异常,对于术前 准确定位EP病灶具有重要的临床价值,有助于提高患者生活质量和生存率,避免过度手 术治疗^[9]。基于此,本研究分析了3D双反转恢复(three-dimensional double inversion recovery, 3D-DIR)联合MRI功能成像对TLE患者的诊断价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年1月至2023年8月在驻马店市中心医院收治的原发性TLE患者 50例为观察组,同期选择与研究组年龄、性别相匹配的无明显脑外伤史、无神经及精 神病的健康志愿者50例为对照组。对照组男性27例、女性23例,年龄12~47岁、平均 (31.46±7.71)岁;观察组男性26例、女性24例,年龄8~44岁、平均(32.26±6.93)岁。 两组人员一般信息比较,无显著性差异(P>0.05)。

观察组纳入标准:符合国际抗癫痫联盟2017年癫痫和癫痫综合征国际分类标准^[10]; 具有典型的TLE症状;视频脑电图(video electroencephalogram, VEEG)检测出颞叶 异常脑电信号;无MRI禁忌症,精神状态良好,能够配合检查和治疗;首次入院诊治, MRI检查前未经治疗。排除标准:肝、肾功能异常者;合并高热惊厥、假性EP发作等非 癫痫疾病患者;合并脑血管疾病或外伤等影响脑结构或功能的疾病患者;合并金属植入 物等MRI检查禁忌者;酗酒及有精神疾病家族史患者。 对照组纳入标准:体检者、健康志愿者;自愿参加本研究, 检查前向所有受试者详细告知检查的目的、方法以及可能的不 适,均签署知情同意书;脑电图检查为正常脑电图;无局灶性神 经功能缺损体征且MRI排除脑实质病变的非EP患者。排除标准: 儿时有高热惊厥、产伤、缺氧等病史;有酗酒、吸毒史;有心血 管及内分泌等疾病史;既往有神经精神异常、颅脑外伤及中枢神 经系统疾病史;神经病学、神经心理医学检查阳性者;常规MRI 序列扫描发现脑实质病变或较广泛脑萎缩者;因有行MRI检查禁 忌或不配合检查者。

1.2 设备与检查前准备采用德国西门子公司Magnetom Skyra 3.0T超导MRI扫描仪和32通道头部相控阵线圈,检查前保证所有 患者去除体表金属异物,采用头先进仰卧位,佩戴耳塞,双手放 在身体两边,安慰患者保持放松状态。 **1.3 MRI多序列检查**(1)使用西门子3.0T Magnetom Skyra 3.0T 超导MR(义32通道头部矩阵线圈对所有受试者进行扫描,分别扫描常规、3D-DIR、弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)、动脉自旋标记(arterial spin labeling, ASL)、磁共振波谱学(magnetic resonance spectroscopy, MRS)序列^[11]。主要扫描序列及参数见表1。

(2)通过后处理得到DWI序列感兴趣区(region of interest, ROI)的表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC), DTI序列ROI的部分各向异性(fractional anisotropy, FA)值, ASL 序列ROI的脑血流量(cerebral blood flow, CBF)值, MRS序列 ROI的波谱分析N-乙酰天冬氨酸/肌酸比值(N-acetylaspartate to creatine ratio, NAA/Cr)、胆碱/肌酸比值(choline to creatine ratio, Cho/Cr),以获取存在统计学差异的有效参数^[12]。

表1 MRI扫描序列及参数									
序列	TR/TE(ms)	FOV(cm)	矩阵	层厚(mm)	层间距(mm)	NEX	扫描时间(s)		
轴位3D-T ₁ WI	1380/2.26	25.6×25.6	256×256	1	0	1	192		
冠状位T ₂ WI	3730/79	18×18	384×269	2	0.4	3	205		
矢状位3D-FLAIR	5000/304	25.6×23.6	256×236	1	0	1	272		
矢状位3D-DIR	7500/318	25×25	192×192	1.3	0	1	294		
轴位DTI	3700/95	22×22	128×128	4	1.2	3	279		
轴位ASL	4600/16.12	23×23	64×63	3	0	1	299		
轴位MRS	2000/135	2×2	1×1	20	0	128	266		
汁・TD・舌有时间	エロ: 回波时间 ロ	N/・ 加国 NEV・	油品为粉						

注:TR:重复时间,TE:回波时间,FOV:视野,NEX:激励次数。

1.4 图像后处理 将各序列原始图像传至西门子syngo软件,由 两名经验丰富的放射科诊断医师(具有5年以上工作经验)采用双盲 法共同阅片,利用Functool后处理软件对常规DWI、DTI、ASL、 MRS序列图像进行后处理。颞叶ROI的选取方法:手动勾画ROI, 参照T₁WI、T₂WI图像,选取海马头、海马体、海马尾为ROI, ROI大小20mm×20mm×20mm,分别测量三次,取平均值, 通过测量获得ROI ADC值、FA值、CBF值,波谱分析NAA/Cr、 Cho/Cr值。

1.5 统计学方法 所取得的结果采用IBM SPSS 26.0统计学软件分析,性别等计数资料用例(%)表示,采用卡方检验;符合正态分布的数据资料用均数土标准差表示。两组年龄、ADC值、FA值、CBF值、NAA/Cr值、Cho/Cr值采用独立样本t检验,通过对MRI有效参数进行并联,采用ROC曲线分析各参数单独及联合诊断原发性TLE阳性的曲线下面积(area under the curve, AUC)、截点值、95%可信区间、敏感度、特异度,评估有效参数对癫痫阳性的预测效能,P<0.05表示差异有统计学意义。

t值

P值

4.581

< 0.001

2 结 果

2.1 两组ADC值、FA值、NAA/Cr及Cho/Cr值比较 观察组的 ADC值高于对照组(P<0.05),FA值、NAA/Cr值均低于对照组 (P<0.05)。两组的Cho/Cr比值无显著性差异(P>0.05)。详见表2。 2.2 两组不同ROI的CBF值比较 观察组的右海马头、左海 马头、右杏仁核、左杏仁核的CBF值及总体均值高于对照组 (P<0.05)。详见表3。

2.3 ADC值、FA值、CBF值及NAA/Cr值诊断mTLE的价值分析 ADC值约登指数最大时对应截断值0.96×10⁻³mm²/s,AUC为 0.700,敏感度为74.00%、特异度为78.00%;FA值约登指数 最大时对应截断值0.30,AUC为0.671,敏感度为86.00%、 特异度为78.00%;CBF总体均值约登指数最大时对应截断值 56.02mL/100g/min,AUC为0.769,敏感度为84.00%、特异 度为82.00%;NAA/Cr值约登指数最大时对应截断值1.74,AUC 为0.717,敏感度为86.00%、特异度为68.00%;四者联合诊断 mTLE的价值最高,AUC为0.811,敏感度为94.00%、特异度为 64.00%。详见表4及图1。

组别 例数 ADC(×10 ⁻³ mm ² /s) FA NAA/Cr Cho/C 对照组 50 0.89±0.14 0.35±0.06 1.67±0.57 0.55±0	r								
对照组 50 0.89±0.14 0.35±0.06 1.67±0.57 0.55±0	10								
	0.18								
观察组 50 1.04±0.24 0.24±0.03 1.31±0.34 0.52±0	0.16								
t值 3.817 2.799 3.835 0.881									
_ P值 0.001 * 0.006 <0.001 * 0.381	0.381								
表3 两组不同ROI的CBF值比较									
组别 例数 CBF(mL/100g/min)	例数 CBF(mL/100g/min)								
右海马头 左海马头 右杏仁核 左杏仁核	总体均值								
对照组 50 49.48±5.72 52.79±4.46 51.62±5.10 54.44±5.61 5	2.91±5.								
观察组 50 55.71±7.73 60.58±7.44 56.29±6.54 60.07±6.37 5	8.68±6.								

表2 两组ADC值、FA值、NAA/Cr及Cho/Cr值比较

表4 ADC值、FA值、CBF值及NAA/Cr值诊断m7

3.981

< 0.001*

4.69

< 0.001*

4.691

< 0.001*

6.35

< 0.001*

指标	截点值	AUC	95%可信区间	P值	约登指数	敏感度(%)	特异度(%)
ADC	0.96×10 ⁻³ mm ² /s	0.700	0.600~0.788	< 0.001	0.520	74.00	78.00
FA	0.30	0.671	0.570~0.762	0.007	0.640	86.00	78.00
CBF	56.02 mL/100g/min	0.769	0.674~0.847	< 0.001	0.660	84.00	82.00
NAA/Cr	1.74	0.717	0.618~0.802	< 0.001	0.540	86.00	68.00
四者联合		0.811	0.721~0.883	<0.001	0.580	94.00	64.00

2.4 典型病例(见图)



图1 ADC值、FA值、CBF值及NAA/Cr值诊断mTLE的ROC曲线 图2A-图2D 38岁女性右侧TLE患者扫描图: 2A-2C为右侧海马DIR序列; 2D为右侧海马平扫。



图3A-图3D 10岁左侧TLE患儿扫描图: 3A为ADC值测量; 3B为海马平扫; 3C为患侧MRS; 3D为健侧MRS。 图4 8岁右侧TLE患者ASL。 图5 29岁左侧TLE患者DIR序列(左侧海马硬化)。

3 讨 论

为了精确定位致痫灶,临床多对EP患者采用颅内脑电图等 有创检查定位,而电极植入有出血、神经功能缺损和感染的风险 ^[13]。因此,深入探究致痫灶的病理、生理改变,并且利用无创性 功能磁共振定量分析EP患者患脑微观组织结构的差异性已成为近 年EP研究领域的热点^[14]。

临床上常用的方法来诊断海马硬化有一定的局限性,难以实 现早期诊断,敏感性低,阳性结果仅为50%-80%。因此,我们 需要探索更准确和敏感的方法。一种可能的方法是使用高分辨率 MRI扫描,结合计算机辅助分析技术,精确测定海马体积,以判 断是否存在海马萎缩^[15]。此外,观察双侧海马萎缩、驰豫时间延 长或在T₂WI或FLAIR序列上观察到海马信号增高,被认为是诊断海 马硬化的可靠征象。然而,这些方法存在局限性,难以实现早期 诊断并具有较低的敏感性。因此,我们需要进一步研究和发展先 进的影像技术,结合计算机辅助分析和生物标志物的应用,以提 高海马硬化的诊断准确性和敏感性^[16]。目前国内外针对EP的MRI 功能学研究主要应用单一的模型,而多模态的联合应用在国内目 前是比较少见的,一项柳叶刀神经研究也得出,评估这些单一模 型在手术前算法中的作用的前瞻性研究将具有挑战性,在某些情况下,这几种方法都有助于EP发作源的定位,任何一种技术对一部分患者都有独特的帮助,而单一模型可能存在局限误差^[17]。因此,采用MRI联合MRI多模态成像,通过测量ADC值、FA值、CBF 值、NAA/Cr值为术前手术方式和范围的确定提供参考依据^[18]。

本研究结果显示,观察组的ADC值高于对照组(P<0.05),FA 值、NAA/Cr值均低于对照组(P<0.05),但Cho/Cr值无显著性差异 (P>0.05)。通常情况下,ADC值越高,表示组织中水分子的扩散 性越强,即组织的细胞间隙更宽松。相反,ADC值越低,表示组 织中水分子的扩散性越差,即组织的细胞间隙更密集。ADC值在 临床上有广泛的应用,尤其在评估脑部的疾病过程中^[19]。mTLE 可能导致神经元的损伤或死亡,从而导致细胞间隙的增加,细胞 间隙的增加会导致分子的自由扩散增加,进而增加ADC值^[20]。FA 值表示水分子在组织中扩散的方向性,在白质纤维束中,水分子 的扩散通常会受到纤维束方向的限制,因此FA值可以用来评估纤 维束的有序性和完整性,较高的FA值通常表示较好的纤维束定向 性和有序性,而较低的FA值则表示较差的纤维束定向性和有序性 ^[21]。FA值在临床和研究中有广泛的应用,特别是在评估白质损 伤、神经退行性疾病和神经发育异常等方面,EP发作可能导致神 经纤维束的破坏,使得神经纤维束的有序性减弱,从而降低了FA 值^[22]。本研究结果显示实验组和对照组的双侧海马体的Cho/Cr 比值降低,但差异无统计学意义,这与Perven G等^[23]研究结果一 致。NAA/Cr比值通常被用作评估神经元功能和完整性的指标,较 高的NAA/Cr值通常表示较好的神经元功能和细胞完整性。而EP 发作可能导致神经元的损伤或死亡,从而降低了神经代谢物的含 量,进而导致NAA/Cr比值降低^[24]。

CBF值是指在特定时间内通过大脑的血液量,它是一个重要 的生理指标,用于评估大脑的血液供应和代谢状态[25],可用于评 估脑血管疾病的程度和定位,以及评估脑损伤、神经退行性疾病 和神经精神疾病等方面的变化^[26]。本研究结果显示,观察组的右 海马头、左海马头、右杏仁核、左杏仁核的CBF值及总体均值高 干对照组(P<0.05)。Martinez-Heras E等认为, EP发作时, 内侧 颞叶的神经元活动会明显增加,这种活动增加可能导致脑血流量 的增加,以满足神经元的能量需求^[27]。本研究还显示,ADC值、 FA值、CBF总体均值、NAA/Cr比值及四者联合诊断mTLE的AUC 分别为0.700、0.671、0.769、0.717、0.811,其中四者联合诊 断效能最高,敏感度为94.00%、特异度为64.00%。Baltzer P等 研究显示,ADC值的变化也可能受到其他因素的影响,如炎症反 应或血流灌注的改变,因此,单独使用ADC值可能无法提供足够 的信息来确诊mTLE^[28]。FA值的降低也因可炎症反应、神经元活 动等改变,单独使用FA值可能无法确定mTLE的存在^[29]。Abdel Razek A A K等认为,CBF值的增加也可能由于其他因素如脑血管 病变或代谢异常等造成,NAA/Cr值降低也可能与神经元损伤或代 谢异常有关,炎症反应或血流灌注的改变可造成NAA/Cr值变化, 这些因素将会影响CBF值、NAA/Cr值诊断mTLE的准确性^[30]。综 合分析这些指标可以提供更全面的信息,避免单个指数的异常导 致对病情的误判,联合检测可以提高诊断的准确性和可靠性,帮 助医生更好地评估mTLE的病理生理变化。

综上所述,采用MRI多序列扫描对ADC、FA、CBF、NAA/Cr 进行联合检测,比单一使用其中任意一项指标对mTLE的诊断具 有更高的准确性,临床诊断价值更佳,值得推广。

参考文献

- [1] Martinez B, Peplow P. MicroRNAs as potential biomarkers in temporal lobe epilepsy and mesial temporal lobe epilepsy[J]. Neural Regeneration Research, 2023, 18 (4): 716.
- [2] Formentin C, Leonardo De Castro Oliveira D, Matias L G, et al. Temporopolar amygdalohippocampectomy for mesial temporal lobe epilepsy: a two-dimensional anatomical operative video[J]. World Neurosurgery, 2023, 177: 67.
- [3] Mulkern R V. Diffusion weighted imaging: continued progress [J]. Academic Radiology, 2023, 30 (4): 666-667.
- [4] Yildiz S, Schecht M, Aggarwal A, et al. Diffusion weighted imaging in spine tumors [J]. Neuroimaging Clinics of North America, 2023, 33 (3): 459-475.
- [5]Obara M, Kwon J, Yoneyama M, et al. Technical advancements in abdominal diffusion-weighted imaging[J]. Magnetic Resonance in Medical Sciences, 2023, 22 (2): 191-208.
- [6]Lindner T, Bolar D S, Achten E, et al. Current state and guidance on arterial spin labeling perfusion MRI in clinical neuroimaging[J]. Magnetic Resonance in Medicine, 2023, 89 (5): 2024-2047.
- [7]Koolschijn R S, Clarke W T, Ip I B, et al. Event-related functional magnetic resonance spectroscopy [J]. NeuroImage. 2023 Aug 01; 276: 120194.

- [8] 孙雨龙, 丁爽, 罕迦尔别克·库锟, 等. T1WI-3D-MPRAGE在难治性癫痫海马及杏仁核 体积上的成像研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022(2): 5-7, 17.
- [9] 王晓瑜,潘海涛,许尚文.内侧颞叶癫痫海马硬化的影像组学研究流程与进展[J].中 国医疗设备,2022,37(7):152-156.
- [10] Ammothumkandy A, Ravina K, Wolseley V, et al. Altered adult neurogenesis and gliogenesis in patients with mesial temporal lobe epilepsy[J]. Nature Neuroscience, 2022, 25(4):493-503.
- [11] Yakovleva K D, Dmitrenko D V, Panina I S, et al. Expression profile of miRs in mesial temporal lobe epilepsy: systematic review[J]. International Journal of Molecular Sciences, 2022, 23(2):951.
- [12] Abramov I, Jubran J H, Houlihan L M, et al. Multiple hippocampal transection for mesial temporal lobe epilepsy: a systematic review[J]. Seizure, 2022, 101: 162-176.
- [13]Mo J, Wang Y, Zhang J, et al. Metabolic phenotyping of hand automatisms in mesial temporal lobe epilepsy[J]. EJNMMI Research, 2022, 12(1): 32.
- [14] Huang T, Lai M, Chen Y, et al. Brain imaging in epilepsy-focus on diffusion-weighted imaging [J]. Diagnostics, 2022, 12 (11): 2602.
- [15] Tamada T, Ueda Y, Ueno Y, et al. Diffusion-weighted imaging in prostate cancer [J]. Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine, 2022, 35 (4): 533-547.
- [16] Sosa-Moscoso B, Ullauri C, Chiriboga J D, et al. Magnetic resonance spectroscopy and bipolar disorder: how feasible is this pairing[J]. Cureus, 2022, 14 (3): e23690.
- [17] Song Y, Lally P J, Yanez Lopez M, et al. Edited magnetic resonance spectroscopy in the neonatal brain [J]. Neuroradiology, 2022, 64 (2): 217-232.
- [18] 陈佳敏, 付丽媛, 梁永刚, 等. 高分辨率MRI 对常规MR阴性力侧颞叶癫痫患者致痫灶 定位的价值研究[J]. 中国医疗设备, 2021, 36(7): 29-32, 44.
- [19] G üven B, Çilliler A E. Headache in patients with mesial temporal lobe epilepsy with hippocampal sclerosis [J]. Epilepsy & Behavior, 2021, 121 (Pt A): 108081.
- [20]苏贞.MRI ADC值对局灶性皮质发育不良伴癫痫患儿病情的预测价值[J].黑龙江医药科学,2021,44(3):178-179.
- [21]Sandhu M R S, Gruenbaum B F, Gruenbaum S E, et al. Astroglial glutamine synthetase and the pathogenesis of mesial temporal lobe epilepsy[J]. Frontiers in Neurology, 2021, 12: 665334.
- [22]Wills K E, González H F J, Johnson G W, et al. People with mesial temporal lobe epilepsy have altered thalamo-occipital brain networks[J]. Epilepsy & Behavior, 2021, 115: 107645.
- [23] Perven G, Podkorytova I, Ding K, et al. Non-lesional mesial temporal lobe epilepsy requires bilateral invasive evaluation[J]. Epilepsy & Behavior Reports, 2021, 15: 100441.
- [24]Pitskhelauri D, Kudieva E, Kamenetskaya M, et al. Multiple hippocampal transections for mesial temporal lobe epilepsy[J]. Surgical Neurology International, 2021, 12: 372.
- [25] Hori M, Kamiya K, Murata K. Technical basics of diffusionweighted imaging[J]. Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America, 2021, 29 (2): 129-136.
- [26]Yamada K. Advances in diffusion-weighted imaging [J]. Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America, 2021, 29 (2): xiii.
- [27] Martinez-Heras E, Grussu F, Prados F, et al. Diffusion-weighted imaging: recent advances and applications [J]. Seminars in Ultrasound, CT and MRI, 2021, 42 (5): 490-506.
- [28] Baltzer P, Mann R M, Iima M, et al. Diffusion-weighted imaging of the breast—a consensus and mission statement from the EUSOBI international breast diffusion-weighted imaging working group[J]. European Radiology, 2020, 30(3):1436-1450.
- [29]陈建新,付丽媛,梁永刚,等. 颞叶癫痫患者发作问期内侧颞叶磁共振动态磁敏感对 比增强灌注成像研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2017, 15 (02): 7-10.
- [30] Abdel Razek A A K, Talaat M, El-Serougy L, et al. Clinical Applications of arterial spin labeling in brain tumors[J]. Journal of Computer Assisted Tomography, 2019, 43 (4): 525-532.

(收稿日期: 2023-09-07) (校对编辑: 孙晓晴)