

## 基于DCE-MRI衍生参数在脑囊虫病所致癫痫复发评估中的价值研究

### Study on the value of DCE-MRI derived parameters in the evaluation of epilepsy recurrence caused by cerebral cysticercosis

Yang Duiming, Zhang Lei, Duan Wude, Wu Yanyan, Li Qinghua, Yang Yan, Zhang Hongzhou

引用本文:

杨兑明, 张磊, 段武德, 等. 基于DCE-MRI衍生参数在脑囊虫病所致癫痫复发评估中的价值研究[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2024, 48(2): 1-6. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202307002-00396

Yang Duiming, Zhang Lei, Duan Wude, et al. Study on the value of DCE-MRI derived parameters in the evaluation of epilepsy recurrence caused by cerebral cysticercosis[J]. *International Journal of Radiation Medicine and Nuclear Medicine*, 2024, 48(2): 1-6. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202307002-00396

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202307002-00396>

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### CT灌注成像联合血脑屏障损伤标志物对脓毒症相关性脑病的诊断价值

Diagnostic value of CT perfusion imaging combined with markers of blood-brain barrier injury in of sepsis associated encephalopathy

国际放射医学核医学杂志. 2019, 43(3): 242-249 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.03.008>

#### 乳腺癌不同分子亚型的动态对比增强MRI影像学特征分析及ADC特点研究

Analysis of dynamic contrast-enhanced MRI image and apparent diffusion coefficient features of different molecular subtypes of breast cancer

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(7): 427-433 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202103035-00081>

#### 磁共振弹性成像技术在肿瘤中的应用及研究进展

Application and research progress of magnetic resonance elastography in cancer

国际放射医学核医学杂志. 2019, 43(2): 171-175 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2019.01.013>

#### 基于骰骨MRI的糖尿病足影像组学特征

Radiomic features of diabetic foot based on cuboid magnetic resonance imaging

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(12): 759-766 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202011036-00122>

#### <sup>18</sup>F-FDG PET/CT在胃癌分期、复发检测及预后评估中的应用价值

Progress in research on the use of <sup>18</sup>F-FDG PET/CT in the staging, recurrence detection, and prognosis evaluation of patients with gastric carcinoma

国际放射医学核医学杂志. 2018, 42(6): 541-546 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4114.2018.06.012>

#### 多发肺孤立性纤维瘤增强CT和<sup>18</sup>F-FDG PET/CT显像一例

Contrast-enhanced CT and <sup>18</sup>F-FDG PET/CT imaging of multiple intrapulmonary solitary fibrous tumor: a case report

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(4): 264-266 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202005006-00037>

## ·临床研究·

基于 DCE-MRI 衍生参数在脑囊虫病所致  
癫痫复发评估中的价值研究

杨兑明 张磊 段武德 吴艳艳 李庆华 杨燕 张红周

云南省保山市第二人民医院医学影像科, 保山 678000

通信作者: 杨文周, Email: 490195969@qq.com

**【摘要】目的** 探讨基于 DCE-MRI 衍生参数在脑囊虫病(CC)所致癫痫复发评估中的价值。**方法** 回顾性分析 2020 年 1 至 12 月于云南省保山市第二人民医院接受治疗的 CC 所致癫痫急性发作患者 40 例, 其中男性 22 例、女性 18 例, 年龄(35.6±11.0)岁。依据在半年内癫痫是否复发, 将所有患者分为复发组和不复发组。分别于患者首次入院和随访半年后观察和记录所有患者的动态对比增强 MRI(DCE-MRI)衍生参数: 速率常数( $K_{ep}$ )、容积转移常数( $K^{trans}$ )和血管外细胞外间隙容积分数( $V_e$ ), 评估 2 组患者血脑屏障(BBB)的通透性。组间比较采用独立样本  $t$  检验或  $\chi^2$  检验。**结果** 40 例患者中, 复发组 16 例、不复发组 24 例。2 组患者的性别、年龄、癫痫首次发作时间和癫痫类型的差异均无统计学意义( $\chi^2=0.020$ ,  $t=0.692$ ,  $t=0.902$ ,  $\chi^2=0.030$ , 均  $P>0.05$ )。首次入院检测时, 不复发组患者的  $K_{ep}$ 、 $V_e$  和  $K^{trans}$  水平分别为  $(30.17\pm 5.32)\times 10^{-2}/\text{min}$ 、 $(102.32\pm 6.58)\times 10^{-2}$ 、 $(19.98\pm 2.64)\times 10^{-2}/\text{min}$ , 显著低于复发组 [ $(36.32\pm 4.36)\times 10^{-2}/\text{min}$ 、 $(110.35\pm 7.12)\times 10^{-2}$ 、 $(23.21\pm 3.21)\times 10^{-2}/\text{min}$ ], 且差异均有统计学意义( $t=3.839$ 、 $3.660$ 、 $3.477$ , 均  $P<0.001$ )。随访半年后检测时, 不复发组患者的  $K_{ep}$ 、 $V_e$  和  $K^{trans}$  水平分别为  $(12.57\pm 3.29)\times 10^{-2}/\text{min}$ 、 $(78.02\pm 4.36)\times 10^{-2}$ 、 $(17.96\pm 3.01)\times 10^{-2}/\text{min}$ , 亦显著低于复发组 [ $(24.25\pm 3.58)\times 10^{-2}/\text{min}$ 、 $(90.37\pm 8.27)\times 10^{-2}$ 、 $(23.32\pm 3.98)\times 10^{-2}/\text{min}$ ], 且差异均有统计学意义( $t=10.620$ 、 $10.161$ 、 $4.848$ , 均  $P<0.001$ )。**结论** 基于 DCE-MRI 衍生参数可以分析 BBB 通透性, 对 CC 所致癫痫的复发评估具有重要价值。

**【关键词】** 神经系统囊虫病; 癫痫; 血脑屏障; 磁共振成像; 动态对比增强**基金项目:** 云南省教育厅科学研究基金项目(2022J1575)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202307002-00396

**Study on the value of DCE-MRI derived parameters in the evaluation of epilepsy recurrence caused by cerebral cysticercosis**

Yang Duiming, Zhang Lei, Duan Wude, Wu Yanyan, Li Qinghua, Yang Yan, Zhang Hongzhou

Department of Medical Imaging, the Second People's Hospital of Baoshan City, Yunnan Province, Baoshan 678000, China

Corresponding author: Yang Wenzhou, Email: 490195969@qq.com

**【Abstract】Objective** To explore the value of derived parameters based on DCE-MRI in the evaluation of epilepsy recurrence caused by cerebral cysticercosis (CC). **Methods** 40 patients with acute epilepsy caused by CC treated in the second people's Hospital of Baoshan City, Yunnan Province from January to December 2020 were analyzed retrospectively, including 22 males and 18 females, aged (35.6 ± 11.0) years. According to the recurrence of epilepsy within half a year, all patients were divided into recurrent group and non-recurrent group. The dynamic contrast enhanced MRI (DCE-MRI) derivative parameters, such as rate constant ( $K_{ep}$ ), volume transfer constant ( $K^{trans}$ ) and extracellular space volume fraction ( $V_e$ ), were observed and recorded in all patients at first admission and half a year after follow-up, respectively. The permeability of blood-brain barrier (BBB) was evaluated in two groups. Independent sample  $t$ -test or  $\chi^2$  test was used for inter-group comparison.

**Results** There was no significant difference in general data such as gender, age, first onset time, and epilepsy types between the two groups ( $\chi^2=0.020$ ,  $t=0.692$ ,  $t=0.902$ ,  $\chi^2=0.030$ , all  $P>0.05$ ). At the first admission, the levels of  $K_{ep}$ ,  $V_e$  and  $K^{trans}$  in the non-recurrent group were  $(30.17\pm 5.32)\times 10^{-2}/\text{min}$ ,  $(102.32\pm 6.58)\times 10^{-2}$  and  $(19.98\pm 2.64)\times 10^{-2}/\text{min}$ , respectively, which were significantly lower than those in the recurrent group [ $(36.32\pm 4.36)\times 10^{-2}/\text{min}$ ,  $(110.35\pm 7.12)\times 10^{-2}$ ,  $(23.21\pm 3.21)\times 10^{-2}/\text{min}$ ] ( $t=3.839$ ,  $3.660$ ,  $3.477$ , all  $P<0.001$ ). After half a year of follow-up, the levels of  $K_{ep}$ ,  $V_e$  and  $K^{trans}$  in the non-recurrent group were  $(12.57\pm 3.29)\times 10^{-2}/\text{min}$ ,  $(78.02\pm 4.36)\times 10^{-2}$  and  $(17.96\pm 3.01)\times 10^{-2}/\text{min}$ , respectively, which were also significantly lower than those in the recurrent group  $(24.25\pm 3.58)\times 10^{-2}/\text{min}$ ,  $(90.37\pm 8.27)\times 10^{-2}$ ,  $(23.32\pm 3.98)\times 10^{-2}/\text{min}$ , and the differences were statistically significant ( $t=10.620$ ,  $10.161$ ,  $4.848$ , all  $P<0.001$ ). **Conclusion** Using DCE-MRI derived parameters can analyze the BBB permeability to distinguish the recurrence of epilepsy caused by CC.

**【 Key words 】** Neurocysticercosis; Epilepsy; Blood-brain barrier; Magnetic resonance imaging; Dynamic contrast-enhanced

**Fund program:** Scientific Research Foundation Project of Yunnan Provincial Department of Education(2022J1575)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202307002-00396

脑囊虫病(cerebral cysticercosis, CC)是一种颅内寄生虫感染性疾病<sup>[1]</sup>, 该病通常由人经口摄入虫卵, 并在体内孵化后随血液循环进入颅内, 形成脑室型囊虫<sup>[2]</sup>。CC患者最常见的临床表现是癫痫发作, 通常也是唯一被引起注意的症状, 其发生率可达60%~80%<sup>[3]</sup>。早发现、早诊断及早治疗可以阻止CC的病情发展, 提高患者生活质量, 降低其致残率和致死率。目前对CC发病机制和诊断方式的研究较多, Singh等<sup>[4]</sup>的研究结果表明, 血脑屏障(blood-brain barrier, BBB)的破坏可能与CC所致癫痫的复发有关。目前对于CC的诊断可以通过MRI检查观察组织与血管之间的造影剂渗透情况, 如果BBB受到破坏, 造影剂会渗透到血管外部空间, 使得MRI衍生参数发生变化, 从而判断BBB的功能情况, 但限于空间分辨率, MRI对BBB的轻微渗漏的评估价值有限<sup>[5]</sup>。动态对比增强MRI(dynamic contrast-enhanced MRI, DCE-MRI)技术被广泛应用于临床诊断中<sup>[6]</sup>, 目前有许多关于DCE-MRI的研究报道, 例如: Hanael等<sup>[7]</sup>对癫痫犬进行了DCE-MRI显像, 结果显示37%的癫痫犬出现了BBB功能障碍; Huang等<sup>[8]</sup>的研究结果显示, DCE-MRI参数中速率常数(rate constant,  $K_{ep}$ )和容积转移常数(volume transfer constant,  $K^{trans}$ )是BBB破坏患者临床预后的独立危险因素。我们推测BBB损伤在CC所致癫痫复发的患者中更为严重。基于此, 本研究检测了CC所致癫痫治疗后复发患者的DCE-

MRI衍生参数, 判断患者BBB的功能改变情况, 以期为CC的治疗奠定一定的理论基础。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性分析2020年1至12月于云南省保山市第二人民医院接受治疗的CC所致癫痫急性发作患者40例, 其中男性22例、女性18例, 年龄 $(35.6\pm 11.0)$ 岁。依据在半年内癫痫是否复发, 将所有患者分为复发组和不复发组。纳入标准: (1)患者符合2007年《成人癫痫诊断和药物治疗规范(草案)》<sup>[9]</sup>中CC所致癫痫的诊断标准; (2)经脑脊液组织病理学检查确诊为CC, 拟接受增强MRI检查; (3)急性癫痫发作患者, 首次发作时间在7d内; (4)无癫痫家族史; (5)年龄>18岁; (6)患者癫痫治疗方案基本无差异。排除标准: (1)颅内其他占位性病变患者; (2)颅内感染性疾病史患者; (3)合并有身体其他肿瘤及严重精神疾病患者; (4)肾功能障碍者(肾小球滤过率<30 ml/min); (5)妊娠期女性; (6)出血性疾病患者; (7)MRI检查禁忌证。

所有参与研究的患者治疗药物和治疗周期均由临床科室根据患者的情况确定, 且收集样本的患者使用的药物治疗方案基本无差异。所有患者均于检查前签署了知情同意书。本研究获得了云南省保山市第二人民医院伦理委员会审查通过(批准号: 2021-013)。

### 1.2 MRI 及 DCE-MRI 显像方法

所有患者均使用德国西门子公司 1.5T Avanto 超导型 MRI 扫描仪进行扫描, 采用 4 通道头颅线圈, 先行常规 T1 加权、T2 加权平扫, 然后行 DCE-MRI 扫描。扫描序列及扫描参数如下。(1) 常规 MRI 平扫采用快速自旋回波 T1 加权和 T2 加权序列平扫。T1 加权重复时间为 225 ms, 回波时间为 476 ms, 视野为 208 mm×230 mm, 层厚为 6 mm, 层数为 16。T2 加权重复时间为 5 000 ms, 回波时间为 104 ms, 视野为 208 mm×230 mm, 层厚为 6 mm, 层数为 16。(2) DCE-MRI 采用轴位梯度回波 T1 加权序列扫描, 检查前先进行 T1 加权平扫, 重复时间为 225 ms, 回波时间为 476 ms, 视野为 208 mm×230 mm, 层厚为 6 mm, 层数为 16, 翻转角分别为 3°、9°、12°、15°。随后保持相同定位进行 DCE-MRI 扫描(采集序列的翻转角为 12°), 共采集 60 次, 在第 5 次采集结束后, 经肘静脉注入造影剂钆特酸葡胺(江苏恒瑞医药股份有限公司, 规格: 15 ml)0.2 ml/kg, 注射速率为 3 ml/s, 随后以相同速率注射 20 ml 生理盐水, 并进行后续图像采集。

### 1.3 图像处理和分析

由 2 名具有 3 年以上影像诊断经验的医师分别勾画 ROI, 意见不一致时请具有主任医师职称的第 3 位医师进行判读。首先将 DCE-MRI 序列原始图像导入 Tissue 4D 软件(<https://www.siemens-healthineers.com/dk/magnetic-resonance-imaging/options-and-upgrades/clinical-applications/tissue-4d>), 通过静脉输入函数获得脑组织的时间-信号强度曲线。采用 Extended Tofts 双室模型进行数据处理和分析, 在 DWI( $b=1\ 000\ \text{s/mm}^2$ )图显示的高信号病灶区勾画 ROI, 选取病灶最大层面, ROI 勾画时可进行微调以避免脑脊液以及血管区域, 并在对

侧大脑半球镜像区对称勾画 ROI。通过软件计算获得  $K_{ep}$  和血管外细胞外间隙容积分数(extravascular extracellular volume fraction,  $V_e$ ), 通过公式计算  $K^{trans}$ , 即  $K^{trans}=K_{ep}/V_e$ 。

### 1.4 随访方法

记录患者从治疗开始到结束期间的癫痫复发情况。治疗结束后进行为期半年的随访, 记录患者是否出现癫痫复发。癫痫复发被定义为在开始抗癫痫药物治疗 4 周后发生的一次或多次癫痫发作<sup>[9]</sup>。在随访半年时, 对所有患者再次进行 DCE-MRI 检查, 扫描参数同前。

### 1.5 统计学分析

采用 SPSS 25.0 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 两组间比较采用独立样本  $t$  检验(方差齐)。计数资料以率表示, 两组间比较采用  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 2 组患者一般资料

40 例患者中, 复发组 16 例、不复发组 24 例, 2 组患者的性别、年龄、癫痫首次发作时间和癫痫类型的差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ ), 详见表 1。

### 2.2 2 组患者首次 DCE-MRI 衍生参数检测结果

2 组患者首次 DCE-MRI 衍生参数的检测结果显示, 不复发组患者  $K_{ep}$ 、 $V_e$  和  $K^{trans}$  均低于复发组, 且差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ , 表 2)。

### 2.3 2 组患者再次 DCE-MRI 衍生参数检测结果

2 组患者随访半年后再次 DCE-MRI 衍生参数检测结果显示, 不复发组患者的  $K_{ep}$ 、 $V_e$  和  $K^{trans}$  均低于复发组, 且差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ , 表 3)。

### 2.4 影像结果

未复发组典型病例 MRI 显像图见图 1。颅脑

表 1 脑囊虫病所致癫痫急性发作治疗后复发组和不复发组患者的一般资料

Table 1 General information between recurrent and non-recurrent groups of patients with acute seizures caused by cerebral cysticercosis after treatment

组别	性别(例)		年龄(岁)	癫痫首次发作时间(d)	癫痫类型(例)			
	男	女			全身性强直阵挛发作	单纯部分性发作	复杂部分性发作	合并2种及以上
复发组( $n=16$ )	9	7	36.5±10.2	2.52±1.10	5	3	6	2
不复发组( $n=24$ )	13	11	34.1±11.4	2.89±1.37	7	5	9	3
检验值	$\chi^2=0.020$		$t=0.692$	$t=0.902$	$\chi^2=0.030$			
P值	0.967		0.493	0.373	0.998			



**表 2** 脑囊虫病所致癫痫急性发作治疗后复发组和不复发组患者首次 DCE-MRI 检查衍生参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

**Table 2** Comparison of derived parameters from the first dynamic contrast-enhanced MRI (DCE-MRI) between recurrent and non-recurrent groups of patients with acute seizures caused by cerebral cysticercosis after treatment ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	$K_{ep}(\times 10^{-2}/\text{min})$	$V_e(\times 10^{-2})$	$K^{trans}(\times 10^{-2}/\text{min})$
复发组( $n=16$ )	36.32±4.36	110.35±7.12	23.21±3.21
不复发组( $n=24$ )	30.17±5.32	102.32±6.58	19.98±2.64
<i>t</i> 值	3.839	3.660	3.477
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001

注:  $K_{ep}$  为速率常数;  $K^{trans}$  为容积转移常数;  $V_e$  为血管外细胞外间隙容积分数

**表 3** 脑囊虫病所致癫痫急性发作治疗后复发组和不复发组患者再次 DCE-MRI 检查衍生参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

**Table 3** Comparison of derived parameters from the second dynamic contrast-enhanced MRI (DCE-MRI) between recurrent and non-recurrent groups of patients with acute seizures caused by cerebral cysticercosis after treatment ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	$K_{ep}(\times 10^{-2}/\text{min})$	$V_e(\times 10^{-2})$	$K^{trans}(\times 10^{-2}/\text{min})$
复发组( $n=16$ )	24.25±3.58	90.37±8.27	23.32±3.98
不复发组( $n=24$ )	12.57±3.29	78.02±4.36	17.96±3.01
<i>t</i> 值	10.620	10.161	4.848
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001

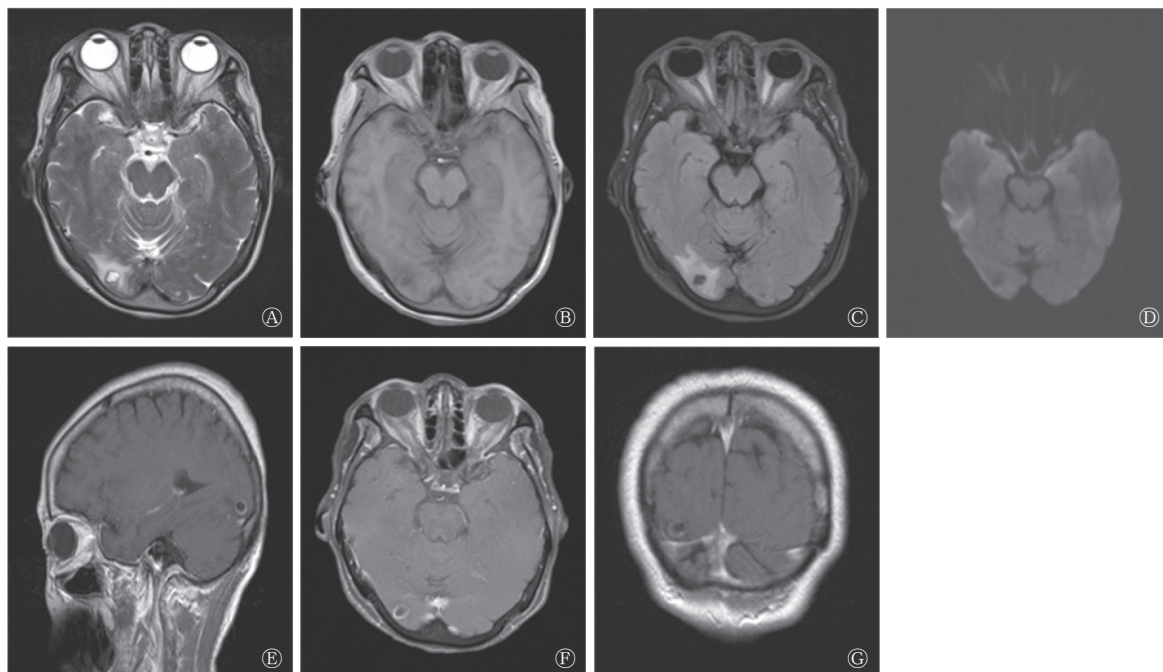
注:  $K_{ep}$  为速率常数;  $K^{trans}$  为容积转移常数;  $V_e$  为血管外细胞外间隙容积分数

MRI 平扫+增强+DWI 图像显示患者右枕叶见一类圆形囊性影, 囊壁在 T1WI、T2WI 呈等信号, 囊壁光滑, DWI 不受限, 周围见斑片状水肿, 增强扫描囊壁呈环形明显强化, 周围水肿无强化。

复发组典型病例 MRI 显像图见图 2。颅脑 MRI 平扫+增强+DWI 图像显示患者左颞叶见 2 个类圆形结节影, 在 T1WI、T2WI 呈等信号, DWI 不受限, 周围见斑片状水肿, 增强扫描呈环形及结节状明显强化, 周围水肿无强化。

### 3 讨论

癫痫的类型多样, 其临床表现也较多<sup>[10-11]</sup>, 目前临床上判断癫痫通常采用脑脊液进行检查, 但该检查操作较为复杂且为有创性检查<sup>[12]</sup>。DCE-MRI 检查目前主要用于观察急性脑梗死患者 BBB 通透性的改变, 检测造影剂进入脑组织的过程, 通过  $V_e$  定量评估 BBB 的通透性<sup>[13]</sup>。不仅如此, DCE-MRI 对软组织具有较高的分辨率, 可以从多序列和多方位成像, 对 CC 的诊断和脑内囊尾蚴的活动评估均具有重要的价值<sup>[14]</sup>。Heye 等<sup>[15]</sup>的研究结果表明, BBB 是由排列在中枢神经系统毛细血管内



**图 1** 脑囊虫病所致癫痫急性发作治疗后未复发组患者(男性, 45 岁)的 MRI 显像图 A 为横断面颅脑平扫 T2 加权成像图像; B 为横断面颅脑平扫 T1 加权成像图像; C 为横断面颅脑液体衰减反转恢复序列图像; D 为弥散加权成像图像 ( $b=1\ 000\ \text{s}/\text{mm}^2$ ); E~G 分别为矢状面、横断面、冠状面颅脑增强 MRI 图像

**Figure 1** MRI images of a patient (male, 45 years old) in non-recurrent group with acute seizures caused by cerebral cysticercosis after treatment

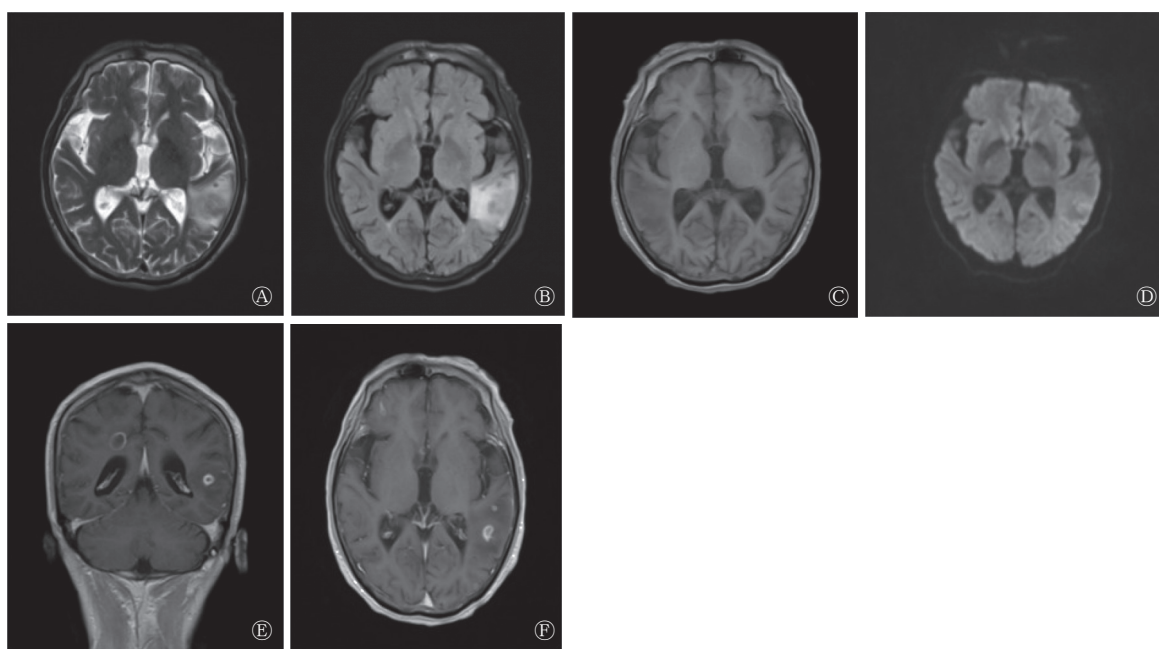


图2 脑囊虫病所致癫痫急性发作治疗后复发组患者(女性, 56岁)的MRI图像 A为横断面颅脑平扫T2加权成像图像; B为横断面颅脑液体衰减反转恢复序列图像; C为横断面颅脑平扫T1加权成像图像; D为弥散加权成像图像( $b=1000 \text{ s/mm}^2$ ); E、F分别为冠状面、横断面颅脑增强MRI图像

Figure 2 MRI images of a patient (female, 56 years old) in recurrent group with acute seizures caused by cerebral cysticercosis after treatment

的特殊内皮细胞形成的, 它阻止或减缓某些药物、化合物和致病生物体从血液中通过, 当BBB遭到破坏时, 造影剂可渗透到血管外间隙<sup>[16]</sup>。增强T1WI已广泛应用于间接和非定量评价BBB的渗透性<sup>[17]</sup>。该技术基于在注射前后对T1WI的连续采集, 对比注射前后不同区域的造影剂浓度差异, 从而判断造影剂是否通过BBB<sup>[18]</sup>。当BBB功能障碍时, 造影剂会通过血管壁渗出, 最终积聚在血管外细胞间隙, 表明BBB功能出现异常<sup>[19]</sup>。T1-DCE-MRI的衍生参数, 如 $K_{ep}$ 、 $K^{trans}$ 和 $V_e$ 已被证明与BBB的完整性直接相关<sup>[20]</sup>。因此,  $K_{ep}$ 、 $K^{trans}$ 、 $V_e$ 作为BBB破坏的定量标志物, 可成为CC不同阶段的影像生物标志物<sup>[18-20]</sup>。笔者推测癫痫复发和不复发患者的DCE-MRI衍生参数可能存在一定的差异, 基于此, 本研究检测了CC所致癫痫急性发作治疗后复发组和非复发组患者的 $K_{ep}$ 、 $K^{trans}$ 、 $V_e$ , 结果显示, 首次检测时复发组患者的 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 和 $K^{trans}$ 均高于非复发组, 说明在患病初期复发组患者BBB损伤的发生率要高于非复发组, 其BBB损伤也较为严重。随访半年后, 2组患者再次检测了 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 和 $K^{trans}$ , 结果显示, 复发组患者 $K_{ep}$ 、 $V_e$ 和 $K^{trans}$ 仍均高于非复发组, 这与Heye等<sup>[15]</sup>的研究结论一致。由此可见, 采用DCE-MRI衍生参数可以

有效评估BBB的损伤情况, 同时BBB损伤严重的患者的癫痫复发率要显著高于BBB损伤较轻的患者。

综上所述, 影像检查不仅对于CC具有无创性诊断的优势, 还能有效进行颅内占位性病变的鉴别, CC所致癫痫急性发作治疗后癫痫复发组和不复发组患者的DCE-MRI衍生参数的差异有统计学意义, 可以应用于临床上对患者癫痫治疗后复发情况的预测。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 杨说明负责研究的设计、论文的撰写及修订; 张磊、段武德、李庆华负责数据的收集及分析; 吴艳艳负责论文最终版本的审阅; 杨燕、张红周负责患者的收集、图像的采集

### 参 考 文 献

- [1] Van PH, Thieu NQ, Loi CB, et al. Cerebral cysticercosis presenting with recurrent epileptic seizures[J/OL]. *Cureus*, 2020, 12(5): e8153 [2023-07-03]. <https://www.cureus.com/articles/31702-cerebral-cysticercosis-presenting-with-recurrent-epileptic-seizures#1>. DOI: 10.7759/cureus.8153.
- [2] Batta A, Mahesh KV, Prabhat N, et al. Newer magnetic resonance imaging techniques in neurocysticercosis[J]. *Neuroradiol J*, 2020, 33(6): 538-544. DOI: 10.1177/1971400920949394.
- [3] Butala C, Brook TM, Majekodunmi AO, et al. Neurocysticercosis:

- current perspectives on diagnosis and management[J/OL]. *Front Vet Sci*, 2021, 8: 615703[2023-07-03]. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fvets.2021.615703/full>. DOI: 10.3389/fvets.2021.615703.
- [4] Singh AK, Garg RK, Gupta RK, et al. Dynamic contrast-enhanced (DCE) MRI derived kinetic perfusion indices may help predicting seizure control in single calcified neurocysticercosis [J]. *Magn Reson Imaging*, 2018, 49: 55–62. DOI: 10.1016/j.mri.2018.01.001.
- [5] Sharabi S, Last D, Daniels D, et al. The effects of point-source electroporation on the blood-brain barrier and brain vasculature in rats: an MRI and histology study[J]. *Bioelectrochemistry*, 2020, 134: 107521. DOI: 10.1016/j.bioelechem.2020.107521.
- [6] 贺春燕, 高岩峰. 乳腺癌不同分子亚型的动态对比增强MRI影像学特征分析及ADC特点研究[J]. *国际放射医学核医学杂志*, 2021, 45(7): 427–433. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202103035-00081.  
He CY, Gao YF. Analysis of dynamic contrast-enhanced MRI image and apparent diffusion coefficient features of different molecular subtypes of breast cancer[J]. *Int J Radiat Med Nucl Med*, 2021, 45(7): 427–433. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202103035-00081.
- [7] Hanael E, Veksler R, Friedman A, et al. Blood-brain barrier dysfunction in canine epileptic seizures detected by dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging[J]. *Epilepsia*, 2019, 60(5): 1005–1016. DOI: 10.1111/epi.14739.
- [8] Huang WY, Wu G, Li JJ, et al. Early prediction of functional outcome using dynamic contrast enhanced magnetic resonance imaging in experimental stroke[J]. *Magn Reson Imaging*, 2016, 34(7): 1000–1007. DOI: 10.1016/j.mri.2016.04.015.
- [9] 中华医学会神经病学分会脑电图与癫痫学组. 成人癫痫诊断和药物治疗规范(草案)[J]. *中华内科杂志*, 2006, 45(10): 875–877.  
Electroencephalogram and Epilepsy Group of the Neurology Branch of the Chinese Medical Association. Diagnosis and drug treatment guidelines for adult epilepsy (draft)[J]. *Chin J Intern Med*, 2006, 45(10): 875–877.
- [10] Espino PH, Couper RG, Burneo JG. An update on neurocysticercosis-related epilepsy[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2022, 213: 107139. DOI: 10.1016/j.clineuro.2022.107139.
- [11] Herrick JA, Bustos JA, Clapham P, et al. Unique characteristics of epilepsy development in neurocysticercosis[J]. *Am J Trop Med Hyg*, 2020, 103(2): 639–645. DOI: 10.4269/ajtmh.19-0485.
- [12] Takayanagui OM, de Haes TM. Update on the diagnosis and management of neurocysticercosis[J]. *Arq Neuropsiquiatr*, 2022, 80(5 Suppl 1): S296–306. DOI: 10.1590/0004-282X-ANP-2022-S115.
- [13] Varatharaj A, Liljeroth M, Darekar A, et al. Blood-brain barrier permeability measured using dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging: a validation study[J]. *J Physiol*, 2019, 597(3): 699–709. DOI: 10.1113/JP276887.
- [14] Alpcan A, Bayar Muluk N, Inal M, et al. Peripheral and central smell regions in children with epilepsy: an MRI evaluation[J]. *J Clin Neurosci*, 2022, 95: 99–105. DOI: 10.1016/j.jocn.2021.12.001.
- [15] Heye AK, Thrippleton MJ, Armitage PA, et al. Tracer kinetic modelling for DCE-MRI quantification of subtle blood-brain barrier permeability[J]. *NeuroImage*, 2016, 125: 446–455. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2015.10.018.
- [16] Bae J, Zhang J, Wadghiri YZ, et al. Measurement of blood-brain barrier permeability using dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging with reduced scan time[J]. *Magn Reson Med*, 2018, 80(4): 1686–1696. DOI: 10.1002/mrm.27145.
- [17] Lin ZX, Lance E, McIntyre T, et al. Imaging blood-brain barrier permeability through MRI in pediatric sickle cell disease: a feasibility study[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2022, 55(5): 1551–1558. DOI: 10.1002/jmri.27965.
- [18] Bergamino M, Barletta L, Castellan L, et al. Dynamic contrast-enhanced MRI in the study of brain tumors. Comparison between the extended Tofts-Kety model and a phenomenological universalities (PUN) algorithm[J]. *J Digit Imaging*, 2015, 28(6): 748–754. DOI: 10.1007/s10278-015-9788-2.
- [19] Sahoo P, Rathore RKS, Awasthi R, et al. Subcompartmentalization of extracellular extravascular space (EES) into permeability and leaky space with local arterial input function (AIF) results in improved discrimination between high- and low-grade glioma using dynamic contrast-enhanced (DCE) MRI[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2013, 38(3): 677–688. DOI: 10.1002/jmri.24021.
- [20] Barnes SR, Ng TSC, Montagne A, et al. Optimal acquisition and modeling parameters for accurate assessment of low  $K_{trans}$  blood-brain barrier permeability using dynamic contrast-enhanced MRI[J]. *Magn Reson Med*, 2016, 75(5): 1967–1977. DOI: 10.1002/mrm.25793.

(收稿日期: 2023-07-04)