doi:10.11659/jjssx.06E021110

·临床研究·

# 三维颅脑容积成像在小儿颅内肿瘤诊断中的价值

苏晓晨[1],王绍凯[1],廖羽佳[2] (中国医科大学附属第一医院放射科,辽宁 沈阳 110001;中国医科大学附属第四医院放射科,辽宁 沈阳 110032)

[摘 要] **目的** 分析三维颅脑容积成像(3D BRAVO)在小儿颅内良恶性肿瘤鉴别诊断中的价值。**方法** 选取71例颅内肿瘤患儿为观察对象,均行颅脑MRI普通增强扫描和3D BRAVO。观察MRI普通增强扫描和MRI普通增强扫描+3D BRAVO的肿瘤检出情况、不同直径肿瘤检出情况及良恶性肿瘤检出情况。**结果** MRI普通增强扫描+3D BRAVO的肿瘤检出符合率高于MRI普通增强扫描($\chi^2=25.101$,$P=0.001$)。MRI普通增强扫描+3D BRAVO对不同直径肿瘤的检出符合率高于MRI普通增强扫描($\chi^2=3.842$,$P=0.021$)。MRI普通增强扫描+3D BRAVO的良恶性肿瘤检出符合率均明显高于MRI普通增强扫描($\chi^2=13.940$、9.401,$P=0.000$、0.002)。MRI普通增强扫描+3D BRAVO对肿瘤良恶性鉴别的准确率、敏感度、特异度、阳性预测率、阴性预测率(96.04%、91.43%、98.48%、96.97%、95.59%)均高于MRI普通增强扫描(71.29%、60.00%、77.27%、58.33%、78.46%),差异有统计学意义($\chi^2=22.638$、9.401、13.940、14.430、6.153,$P=0.000$、0.002、0.000、0.000、0.013)。**结论** 与单独使用MRI普通增强扫描相比,MRI普通增强扫描辅以3D BRAVO在小儿颅内肿瘤诊断中有更高的肿瘤检出符合率和不同直径肿瘤检出符合率,在准确鉴别颅内良恶性肿瘤上更具优势。

[关键词] 核磁共振成像;三维颅脑容积成像;小儿颅内肿瘤;鉴别

[中图分类号] R445.2;R739.4 [文献标识码] A [收稿日期] 2021-06-24

## Value of three-dimensional brain volume in the diagnosis of pediatric intracranial tumors

SU Xiao-chen[1], WANG Shao-kai[1], LIAO Yu-jia[2] (1. Department of Radiology, First Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang Liaoning 110001, China; 2. Department of Radiology, Fourth Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang Liaoning 110032, China)

**Abstract: Objective** To analyze the value of three-dimensional brain volume (3D BRAVO) in the differential diagnosis of pediatric intracranial benign and malignant tumors. **Methods** A total of 71 children with intracranial tumors were selected, and all of them underwent brain general-enhanced MRI scan and 3D BRAVO. The tumor detection, detection of tumors of different diameters, and detection of benign and malignant tumors of general-enhanced MRI scan and general-enhanced MRI scan + 3D BRAVO were observed. **Results** The tumor detection coincidence rate of general-enhanced MRI scan + 3D BRAVO was higher than that of the general-enhanced MRI scan ($\chi^2=25.101$, $P=0.001$). The detection coincidence rate of tumors of different diameters in the general-enhanced MRI scan + 3D BRAVO was higher than that in the general-enhanced MRI scan ($\chi^2=3.842$, $P=0.021$). The detection coincidence rate of benign and malignant tumors in the general-enhanced MRI scan + 3D BRAVO was significantly higher than that in the general-enhanced MRI scan ($\chi^2=13.940$, 9.401, $P=0.000$, 0.002). The accuracy, sensitivity, specificity, positive prediction rate, and negative prediction rate (96.04%, 91.43%, 98.48%, 96.97%, 95.59%) in the differentiation of benign and malignant tumors of the general-enhanced MRI scan + 3D BRAVO were higher than those of the general-enhanced MRI scan (71.29%, 60.00%, 77.27%, 58.33%, 78.46%), with statistically significant differences ($\chi^2=22.638$, 9.401, 13.940, 14.430, 6.153, $P=0.000$, 0.002, 0.000, 0.000, 0.013). **Conclusion** Compared with general-enhanced MRI scan, general-enhanced MRI scan assisted by 3D BRAVO has higher tumor detection coincidence rate and detection coincidence rate of tumors of different diameters in the diagnosis of pediatric intracranial tumors, which has more advantage in accurate identification of intracranial benign and malignant tumors.

**Keywords:** magnetic resonance imaging; three-dimensional brain volume; pediatric intracranial tumors; identification

早期对小儿颅内肿瘤等病变情况进行鉴别是小儿颅内肿瘤临床治疗有效实施的前提[1-2]。目前,病理学检查是小儿颅内肿瘤临床鉴别诊断的金标准,但由于病理学检查具有创伤性,导致其临床应用受到了一定限制[3]。超声、CT、MRI等影像学检查具有操作简单、重复性高、无应激创伤等优点[3],尤其是MRI还具有T1加权成像(T1 weighted imaging, T1WI)、T2加权成像(T2 weighted imaging, T2WI)以及弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)等多功能模态成像的特点,使其成为了小儿颅内肿瘤临床诊断应用最广泛的方法之一[4]。但对于临床鉴别小儿颅内肿瘤性质,MRI常规模态成像技术仍具有一定的局限性[5]。常

[基金项目] 国家自然科学基金(82071909)

[通信作者] 苏晓晨,E-mail:knightsu5315@126.com

规增强 T1WI 序列一直都是评价脑疾病的首选方式，其敏感性达 71%，但是常规增强扫描序列是二维扫描，层厚较厚、空间分辨率较低，对于微小病灶（如累及颅神经、皮层小血管断面和微小脑膜强化的病灶等）的鉴别能力较弱，容易漏诊，因此，其对于脑疾病的诊断存在一定的局限性。随着 MRI 成像技术在临床的发展，三维颅脑容积成像（three-dimensional brain volume，3D BRAVO）序列也逐渐应用于小儿颅内肿瘤的诊断，其在 T1WI 成像技术基础上，采用等体素扫描技术，可清晰反映肿瘤的三维状态，使得对小儿颅内肿瘤进行准确鉴别诊断成为了可能[6]。本研究以中国医科大学附属第一医院收治的颅内肿瘤患儿为观察对象，探讨 MRI 3D BRAVO 模态在小儿颅内肿瘤鉴别诊断中的价值，以期为临床提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选取中国医科大学附属第一医院 2018 年 1 月至 2021 年 10 月收治的 71 例颅内肿瘤患儿为观察对象，其中男 37 例，女 34 例；平均年龄（4.91 ±0.92）岁。病理检查确诊肿瘤 101 个；最大直径 ≤5 mm 的肿瘤 21 个，最大直径 5 ~ 10 mm 的肿瘤 63 个，最大直径 ≥10 mm的肿瘤 17 个；良性肿瘤 66 个，恶性肿瘤 35 个。纳入标准：①经病理检查确诊为颅内肿瘤，且无其他脏器病变；②需进一步明确肿瘤性质及大小；③MRI多功能模态影像技术资料齐全，包括常规功能模态 T2WI、T1WI、DWI、3D BRAVO 序列模态的影像资料。排除依从性较差，不能或不愿意配合检查的患儿。本研究经中国医科大学附属第一医院伦理委员会批准（2017AB01），所有患儿家属均知情同意。

### 1.2 方法

所有患儿均行多功能模态头颅 MRI 检查，使用 3.0T GE-Discovery MR750 MRI 扫描仪，扫描对比剂均选用钆喷酸葡胺注射液。所有患儿先行 MRI 普通增强扫描 T1WI、T2WI 及 DWI，平扫完成后注射钆喷酸葡胺注射液，剂量为 0.1 mL/kg，完成轴位、矢状位、冠状位 SE 序列模态的 T1WI 增强扫描，再行 3D BRAVO 序列模态的 T1WI 增强扫描。T1WI 参数：TR 483 ms，TE 14 ms，层厚 5 mm，层间距 0.5 mm；T2WI 参数：TR 4 379 ms，TE 115 ms，层厚 5 mm，层间距 0.5 mm；DWI 参数：TR 3 260 ms，TE 75 ms，层厚 5 mm，层间距 0.5 mm；3D BRAVO 序列参数：FOV 235，RFOV 85%，层厚 5 mm，TR 8 ms，TE 3 ms，IR 延迟 3 500 ms。增强扫描后观察、处理扫描图像，并调出三维数据进行后期处理，由 2 位经验丰富的影像医师分别对肿瘤大小、数量、肿瘤良恶性等情况进行定性、定量评估，若 2 人意见不统一则共同讨论决定。

以病理检查结果为金标准，统计 MRI 普通增强扫描和 MRI 普通增强扫描 + 3D BRAVO 的肿瘤检出情况、不同直径（≤5 mm、5 ~ 10 mm、≥10 mm）肿瘤检出情况及良恶性肿瘤检出情况。

### 1.3 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件分析数据，肿瘤检出符合率、不同直径肿瘤检出符合率、良恶性肿瘤检出符合率等以率（%）表示，行 $\chi^2$ 检验。根据诊断效能计算公式计算并比较两种检查方法的诊断准确率、敏感性、特异度、阳性预测率、阴性预测率。检验水准：$\alpha = 0.05$，$P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 颅内肿瘤检出情况

病理结果显示：71 例患儿中共检出颅内肿瘤 101 个；MRI 普通增强扫描方法共检出 72 个，符合率为 71.29%；MRI 普通增强扫描 + 3D BRAVO 共检出 98 个，符合率为 97.03%。MRI 普通增强扫描 + 3D BRAVO 的检出符合率显著高于 MRI 普通增强扫描（$\chi^2 = 25.101$，$P = 0.001$）。

### 2.2 不同直径肿瘤检出情况

MRI 普通增强扫描 + 3D BRAVO 对不同直径肿瘤的检出符合率高于 MRI 普通增强扫描（$\chi^2 = 3.842$，$P = 0.021$），见表 1。

**表 1 不同直径肿瘤检出情况**

| 检查方法 | ≤5 mm | | 5 ~ 10 mm | | ≥10 mm | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 检出数/个 | 符合/% | 检出数/个 | 符合/% | 检出数/个 | 符合/% |
| MRI 普通增强扫描 | 8 | 38.10 | 50 | 79.37 | 16 | 94.12 |
| MRI 普通增强扫描 + 3D BRAVO | 18 | 85.71 | 63 | 100 | 17 | 100 |
| $\chi^2$ | | | 3.842 | | | |
| $P$ | | | 0.021 | | | |

### 2.3 良恶性肿瘤检出情况

MRI 普通增强扫描 + 3D BRAVO 的良恶性肿瘤检出符合率均明显高于 MRI 普通增强扫描（$\chi^2 = 13.940$、$9.401$，$P = 0.000$、$0.002$），见表 2。

### 2.4 MRI 普通增强扫描 + 3D BRAVO 在颅内肿瘤性质诊断中的价值

MRI 普通增强扫描 + 3D BRAVO 对肿瘤良恶性鉴别的准确率、敏感度、特异度、阳性预测率、阴性预测率均高于 MRI 普通增强扫描，差异有统计学意义（$P < 0.05$），见表 3。

### 2.5 典型病例

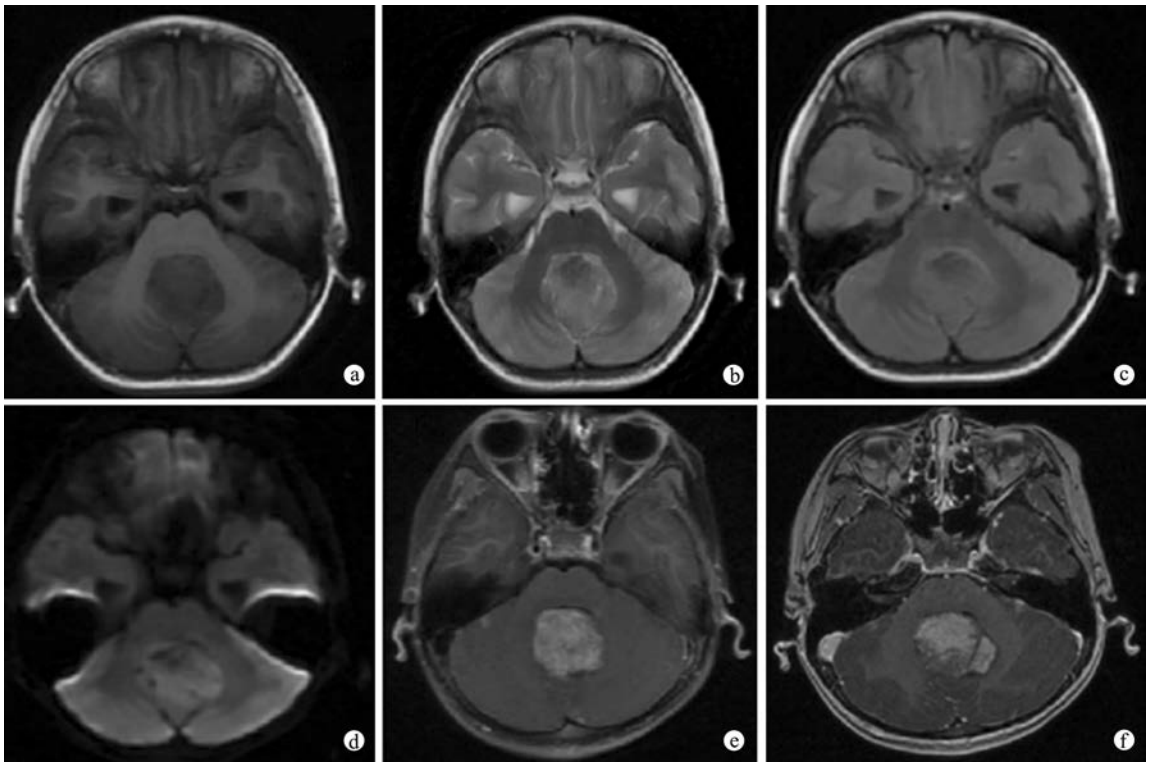
患儿,男,年龄5岁11个月,因长期恶心、呕吐伴头痛于2020年5月23日到中国医科大学附属第一医院就诊。入院后行MRI普通增强扫描检查后发现颅内影像异常,为明确异常的性质和大小,再行3D BRAVO检查,诊断为后颅窝髓母细胞瘤,见图1。

**表2 良恶性肿瘤检出情况**

| 检查方法 | 良性 | | 恶性 | |
|---|---|---|---|---|
| | 检出数/个 | 符合/% | 检出数/个 | 符合/% |
| MRI普通增强扫描 | 51 | 77.27 | 21 | 60.00 |
| MRI普通增强扫描+3D BRAVO | 65 | 98.48 | 32 | 91.43 |
| $\chi^2$ | 13.940 | | 9.401 | |
| $P$ | 0.000 | | 0.002 | |

**表3 不同诊断方法诊断颅内肿瘤性质的效能比较(%)**

| 检查方法 | 准确率 | 敏感度 | 特异度 | 阳性预测率 | 阴性预测率 |
|---|---|---|---|---|---|
| MRI普通增强扫描 | 71.29 | 60.00 | 77.27 | 58.33 | 78.46 |
| MRI普通增强扫描+3DBRAVO | 96.04 | 91.43 | 98.48 | 96.97 | 95.59 |
| $\chi^2$ | 22.638 | 9.401 | 13.940 | 14.430 | 6.153 |
| $P$ | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.013 |




a:T1WI序列成像;b:T2WI序列成像;c:T2 FLAIR序列成像;d:DWI成像;e:T1WI增强序列成像;f:T1WI增强BRAVO序列成像

**图1 典型病例影像学图片**

## 3 讨论

颅内肿瘤作为一种常见的颅内占位性病变,其良恶性诊断是目前临床关注的热点[7-8]。影像学检查已经在小儿颅内肿瘤的临床诊断中广泛应用,但常规的超声、CT、MRI在小儿颅内占位性病变性质鉴别诊断方面具有一定局限,难以准确评估肿瘤大小、良恶性等[9-10]。因此,寻找能够准确鉴别小儿颅内肿瘤性质的方法具有重要临床意义。MRI普通增强扫描+3D BRAVO技术(横断位、矢状位、冠状位T1WI成像)可显示颅内肿瘤形状、边界、大小;T2WI扫描不同于T1WI低信号或等信号表现,主要呈高信号或等信号,可进一步提高肿瘤诊断准确率,但在鉴别肿瘤结节及周围水肿方面优势不够明显;DWI成像基于细胞内外水分子结构与弥散运动变化差异原理,对不同组织内部结构(如纤维组织、血管结构)成像具有一定特异性,可有效反映肿瘤周围组织水肿、坏死及微小血管血流情况,对鉴别不同肿瘤组织、分析肿瘤良恶性质具有明显优势[11]。但以上扫描模式层厚较大,有间隔,容易丢失微小病变信息;同时,颅脑增强扫描后的图像无法进行任意方向的重建。本研究常规扫描T1WI、T2WI、DWI层厚与间距为5 mm、0.5 mm,难以筛查直径≤5 mm的癌灶,其对该类肿瘤的检出符合率仅为38.10%,低于MRI普通增强扫描+3D BRAVO(85.71%),而缩小层厚与间距会导致信噪比显著下降,成像质量明显变差。3D BRAVO功能模态扫描是一种等体素扫描,与常规功能模态相比具有以下特点:①采用超薄层厚(5 mm)、超短间隔和小角度翻转角,可快速扫描;②采用等体素自校准加速技术,可在3 min内完成全脑各个方向同性数据收集,且可在完成

扫描后进行任意方位图像重建;③无层间距、信噪比较高,利于发现微小肿瘤;④血管显示功能强大,在脏器实质成像和三维血管成像方面均具有优势,可详细显示各种病变的大小、形态、性质等,通过各种角度三维重建后,还可观察血管与病变之间的关系;⑤优化了TI过程中K空间的填充顺序,脑灰白质显像对比极佳,利于灰白质分割和局部体积测量[12-14]。

目前已经有研究报道了3D BRAVO功能模态在脑静脉窦血栓诊断中的临床应用,并提供了可评估病变程度的有用信息[15]。Joao等[16]探讨了3D BRAVO功能模态辅助常规功能模态MRI在肾上腺脑白质病变中的诊断效果,其前瞻性纳入了40例肾上腺脑白质病变患者,结果显示,3D BRAVO功能模态辅助常规功能模态在评估肾上腺脑白质病变位置、直径、良恶性等病变性质方面均优势明显,具有更高的诊断准确率、特异度和敏感度。国外文献报道,3D BRAVO功能模态辅助常规功能模态在小儿颅内肿瘤鉴别诊断中应用广泛[17-18]。已有报道显示,3D BRAVO功能模态在小儿颅内占位性转移瘤病变临床检出中的应用效果较好[19-20]。本研究结果亦显示,MRI普通增强扫描+3D BRAVO的肿瘤检出符合率高于MRI普通增强扫描,对不同直径(≤5 mm、5~10 mm、≥10 mm)肿瘤的检出符合率高于MRI普通增强扫描,良恶性肿瘤检出符合率高于MRI普通增强扫描,且其良恶性诊断准确率、敏感度、特异度、阳性预测率及阴性预测率均高于MRI普通增强扫描,提示与MRI普通增强扫描比较,在MRI普通增强扫描的基础上采用3D BRAVO能够更清楚地显示肿瘤轮廓的信号特点,在准确判定小儿颅内肿瘤性质上更具优势。

综上所述,3D BRAVO功能模态作为一种基于T1WI的三维重建成像技术,可为病变性质鉴别提供重要的信息。MRI普通增强扫描辅以3D BRAVO在小儿颅内肿瘤诊断中具有较高的肿瘤检出率、不同直径肿瘤检出率,而且在准确鉴别颅内肿瘤良恶性方面优势明显,可为小儿颅内肿瘤的鉴别诊断提供参考。

## [参考文献]


[1] 漆松涛.重视我国小儿神经外科的建设与发展[J].中华神经外科杂志,2019,35(8):757-759. doi:10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2019.08.001.

[2] 赵 捷,刘 勇,宋震宇,等.蝶鞍分区联合影像征象对鞍区占位性病变的诊断价值[J].中国临床医学影像杂志,2019,30(4):234-237. doi:10.12117/jccmi.2019.04.002.

[3] 王 帅,刘 强,李 琦,等.影像学检查对鉴别头皮占位性病变良恶性的价值分析[J].磁共振成像,2019,10(1):23-30. doi:10.12015/issn.1674-8034.2019.01.005.

[4] Meena PS, Manjiri KM. Retrospective analysis of intracranial and intraspinal space-occupying lesions at a tertiary care center: a 5-year study[J]. J Datta Meghe Inst Med Sci Uni,2018,13(4):389-403. doi:10.4103/jdmimsu.jdmimsu_57_18.

[5] 蒋小俊,金 科,黄文雅,等.全容积直方图分析磁敏感信号强度对评估小儿脑肿瘤病理分级的价值[J].放射学实践,2020,35(1):99-103. doi:10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.01.019.

[6] 毕国力,龚霞蓉,张 洁,等.磁共振3D-BRAVO增强成像在脑静脉窦血栓中的诊断价值[J].昆明医科大学学报,2018,39(7):58-60. doi:10.3969/j.issn.1003-4706.2018.07.012.

[7] Kurita TD, Kawashima SH, Morita BI, et al. Intracranial space-occupying lesion inducing intracranial hypertension increases the encephalographic effects of isoflurane in a swine model[J]. J Neurosurg Anesthesiol,2019,31(1):998-1012. doi:10.1097/ANA.0000000000000503.

[8] 王 威,李 红,冀 鹏,等.常规MR与弥散加权成像对原发性中枢神经系统淋巴瘤及脑胶质瘤的鉴别诊断作用比较[J].中国CT和MRI杂志,2020,129(7):23-25. doi:10.3969/j.issn.1672-5131.2020.07.007.

[9] 梁江涛,许远帆,王芳晓,等.18F-FDG PET/MR与PET/CT在儿童肿瘤诊断中的初步对比研究[J].临床放射学杂志,2020,39(3):600-604. doi:10.13437/j.cnki.jcr.2020.03.039.

[10] 王树杰,张 炜,何俊平,等.基于小波变换的常规磁共振图像在儿童颅后窝脑肿瘤分类中的应用[J].中华医学杂志,2020,100(3):178-181. doi:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2020.03.004.

[11] 王 坤,杨尚文,顾康康,等.头颅电子计算机断层扫描血管造影和头颅磁共振血管成像在颅内动脉瘤中诊断价值比较的回顾性研究[J].现代生物医学进展,2021,21(20):3912-3916. doi:10.13241/j.cnki.pmb.2021.20.022.

[12] 耿承军,夏晓亮,夏云宝,等.MR三维颅脑容积成像增强扫描序列在舌下神经管区病变中的应用[J].中国医学影像技术,2017,33(2):198-202. doi:10.13929/j.1003-3289.201607122.

[13] 宣璐璐,耿承军,夏云宝,等.MR三维颅脑容积成像增强扫描诊断内听道区病变[J].中国介入影像与治疗学,2020,143(3):55-58. doi:10.13929/j.issn.1672-8475.2020.03.012.

[14] Geng C, Lu Z, Xuan L, et al. Hypoglossal nerve lesions: the role of a 3D IR-prepped fast SPGR high-resolution 3T MRI sequence[J]. J Neuroimaging,2021,31(1):180-185. doi:10.1111/jon.12762.

[15] 许若梅,王效春.脑静脉窦血栓形成预后评估的影像学研究进展[J].磁共振成像,2021,12(4):93-95. doi:10.12015/issn.1674-8034.2021.04.023.

[16] Joao LE, Rita NM, Luis CA, et al. Corticospinal MRI tractography in space-occupying brain lesions by diffusion tensor and kurtosis imaging methods[J]. EJNMMI Phys,2015,21(11):889-896. doi:10.1186/2197-7364-2-S1-A82.

[17] Deepa BS, Sumithra MG. An intensity factorized thresholding based segmentation technique with gradient discrete wavelet fusion for diagnosing stroke and tumor in brain MRI[J]. Multidimens Syst Signal Process,2019,30(4):2081-2112. doi:10.1007/s11045-019-00642-x.

[18] Sudipta RY, Debnath BT, Samir KR, et al. Heterogeneity of human brain tumor with lesion identification, localization, and analysis from MRI[J]. Inform Med Unlocked,2019,18(30):2159-2164. doi:10.1016/j.imu.2019.100243.

[19] 吴培华,张红梅,张翀达,等.不同容积成像技术MR增强扫描对检出脑转移瘤的价值比较[J].癌症进展,2016,14(10):966-969. doi:10.11877/j.issn.1672-1535.2016.14.10.09.

[20] Eltayeb EN, Salem NM, Atabany WS, et al. Automated brain tumor segmentation from multi-slices FLAIR MRI images[J]. Biomed Mater Eng,2019,38(48):2124-2131. doi:10.3233/BME-191066.


(编辑:龙小芬)