

论 著

MRI联合血清MBP、FGL2对弥漫性颅脑轴索损伤的诊断价值*

王 琨 于文东* 许克宁

王娇娇

张家口市第一医院放射科

(河北 张家口 075000)

【摘要】目的 探讨磁共振成像(MRI)联合血清髓鞘碱性蛋白(MBP)、凝血酶原酶(FGL2)、对弥漫性颅脑轴索损伤的诊断价值。方法 选择2020年2月~2022年2月96例本院接收的疑似弥漫性颅脑轴索损伤患者,对研究对象进行MRI检查,酶联免疫吸附法检测患者血清MBP、FGL2水平,受试者工作特征(ROC)曲线分析血清MBP、FGL2对弥漫性颅脑轴索损伤的诊断价值,评价MRI联合血清MBP、FGL2对弥漫性颅脑轴索损伤的诊断效能。结果 MRI检查结果显示,96例研究对象中弥漫性颅脑轴索损伤57例、非弥漫性颅脑轴索损伤39例,MRI诊断弥漫性颅脑轴索损伤的灵敏度为80.95%(51/63),特异度为81.82%(27/33),准确度为81.25%(78/96),误诊率为18.18%(6/33),漏诊率19.05%(12/63)。与非弥漫性颅脑轴索损伤患者比较,弥漫性颅脑轴索损伤患者血清MBP与FGL2表达水平显著升高,差异有统计学意义($P<0.05$)。血清MBP诊断弥漫性颅脑轴索损伤的曲线下面积为0.866(95%CI: 0.782~0.927),灵敏度为71.43%,特异度为93.94%,截断值为1.43 ng/mL;血清FGL2诊断弥漫性颅脑轴索损伤的曲线下面积为0.820(95%CI: 0.728~0.891),灵敏度为73.02%,特异度为87.88%,截断值为82.29 ng/mL。MRI、血清MBP、FGL2联合诊断弥漫性颅脑轴索损伤的灵敏度为84.13%、特异度为81.82%,准确度为83.33%。结论 MRI联合血清MBP、FGL2对弥漫性颅脑轴索损伤的诊断效能较高,临床应用价值较大。

【关键词】磁共振成像;髓鞘碱性蛋白;凝血酶原酶;弥漫性颅脑轴索损伤;诊断

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】2022年度河北省医学科学课题研究计划(20221898)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.09.014

Diagnostic Value of MRI Combined with Serum MBP and FGL2 for Diffuse Craniocerebral Axonal Injury*

WANG Kun, YU Wen-dong*, XU Ke-ning, WANG Jiao-jiao.

Department of Radiology, Zhangjiakou First Hospital, Zhangjiakou 075000, Hebei Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the diagnostic value of magnetic resonance imaging (MRI) combined with serum myelin basic protein (MBP) and thrombinogenase (FGL2) for diffuse craniocerebral axonal injury. **Methods** 96 suspected diffuse axonal injury patients admitted to our hospital from February 2020 to February 2022 were selected, MRI was performed on the subjects. Serum MBP and FGL2 levels were detected by enzyme-linked immunosorbent assay, the diagnostic value of serum MBP and FGL2 in diffuse craniocerebral axonal injury was analyzed by ROC curve, the diagnostic efficacy of MRI combined with serum MBP and FGL2 in diffuse craniocerebral axonal injury was evaluated. **Results** MRI examination showed that 57 cases of diffuse craniocerebral axonal injury and 39 cases of non diffuse craniocerebral axonal injury were included in 96 subjects. The sensitivity, specificity, accuracy, misdiagnosis rate and missed diagnosis rate of MRI for diffuse craniocerebral axonal injury were 80.95% (51/63), 81.82% (27/33), 81.25% (78/96), 18.18% (6/33) and 19.05% (12/63) respectively. Compared with patients with non diffuse craniocerebral axonal injury, the expression levels of MBP and FGL2 in serum of patients with diffuse craniocerebral axonal injury were significantly higher ($P<0.05$). The area under the curve of serum MBP in diagnosing diffuse craniocerebral axonal injury was 0.866 (95%CI: 0.782-0.927), the sensitivity was 71.43%, the specificity was 93.94%, and the cut-off value was 1.43 ng/mL; the area under the curve of serum FGL2 in diagnosing diffuse craniocerebral axonal injury was 0.820 (95%CI: 0.728-0.891), the sensitivity was 73.02%, the specificity was 87.88%, and the cut-off value was 82.29 ng/mL. The sensitivity, specificity and accuracy of the combination of MRI, serum MBP and FGL2 in the diagnosis of diffuse craniocerebral axonal injury were 84.13%, 81.82% and 83.33% respectively. **Conclusion** MRI combined with serum MBP and FGL2 has high diagnostic efficacy and clinical value for diffuse cranial axonal injury.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging; Myelin Basic Protein; Prothrombin; Diffuse Craniocerebral Axonal Injury; Diagnosis

弥漫性颅脑轴索损伤以轴索损伤为主的疾病,是导致脑部创伤患者死亡的主要原因^[1],占创伤死亡人数的30~40%。弥漫性颅脑轴索损伤的致病机制复杂多样,救治难度大,病情进展迅速^[2]。患者在治疗后的康复阶段每年仍需消耗巨额费用,给家庭及社会带来较大的压力^[3]。弥漫性颅脑轴索损伤常并发急性硬膜下血肿、脑室内出血、脑池出血及基底节区出血,极易导致死亡,因此早期诊断弥漫性颅脑轴索损伤对于患者预后生存率至关重要^[4]。目前常使用CT检查、磁共振成像(MRI)等方式对其进行诊断。CT检查由于操作方便、价格低廉,是临床上的常用诊断手段,但存在检出率不高等局限性^[5]。而研究证实MRI对弥漫性颅脑轴索损伤的诊断具有优势^[6]。碱性髓鞘蛋白(Myelin basic protein, MBP)是一种特异性蛋白质,可以反映神经系统功能,当脑组织受损后表达水平异常^[7]。纤维蛋白原样蛋白2(fibrinogen-like protein 2, FGL2)在血栓形成过程中发挥重要作用,参与了微循环障碍的发生进程^[8-9]。目前,MRI联合血清MBP、FGL2诊断弥漫性颅脑轴索损伤方面的研究鲜有报道。因此,本研究采用MRI联合血清MBP、FGL2检测,提供三者联合对弥漫性颅脑轴索损伤诊断效能的基础数据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2020年2月至2022年2月96例本院接收的疑似弥漫性颅脑轴索损伤的患者,其中男49例,女47例,年龄30~74岁,平均年龄(45.60±9.50)岁。

纳入标准:受伤至入院治疗在24 h内;外伤病史明确;外伤后出现昏迷,病情较为稳定;行MRI检查;临床资料完整;患者知情同意,依从性好。排除标准:存在既往脑血管意外、颅脑外伤、颅脑手术史的患者;合并重要脏器(心、肝、肾等)功能存在严重障碍者;妊娠期或哺乳期的女性患者;合并精神疾病者。本研究经本院伦理委员会批准。弥漫性颅脑轴索损伤诊断金标准^[10]为:颅脑轴索处存在2.0mm以上出血病灶,存在出血性损伤、弥漫性脑肿胀,脑干、脑白质周围及交界处存在出血病灶,灰白质分界不清。根据诊断金标准将研究对象分为弥漫性颅脑轴索损伤63例(阳性),非弥漫性颅脑轴索损伤33例(阴性)。

1.2 方法

1.2.1 血清MBP、FGL2水平检测 采集入组者空腹静脉血(5mL),3500r/min离心10min后取血清备用。酶联免疫吸附法检测血清MBP、FGL2水平,试剂盒均购自武汉华美生物工程有限公司。

1.2.2 MRI检查 选择3.0 T磁共振扫描仪(德国西门子公司, MAGNETOM Aera)对所有受试者进行MRI检查,平面扫描颅脑位置,参数设定为:头部线圈6mm,层距1.0mm。之后选择T₁WI、T₂WI序列扫描方式,矩阵设定为256×170, T₁WI参数中TE为12ms,

【第一作者】王 琨,女,主管护师,主要研究方向:核磁多模态分析脑弥漫性轴索损伤。E-mail: kintms@163.com

【通讯作者】于文东,男,副主任医师,主要研究方向:结直肠癌变的CT、MR影像学诊断。E-mail: ywd19812022@163.com

TR为4400ms；之后进行DWI扫描，设置参数TE 80ms，TR 4000 ms。扫描所获图像数据由专业影像科医生分析处理。

1.3 指标观察 ROC曲线分析血清MBP、FGL2诊断弥漫性颅脑轴索损伤的价值，以截断值为界判定是否为弥漫性颅脑轴索损伤。MRI联合血清MBP、FGL2诊断弥漫性颅脑轴索损伤时采用并联方式。

1.4 统计学分析 采用SPSS 22.0对数据进行整理分析。计量资料(均符合正态分布)用($\bar{x} \pm s$)表示，组间比较行独立样本t检验；计数资料用n(%)表示，组间比较行检验；ROC曲线对血清MBP、FGL2诊断弥漫性颅脑轴索损伤的效能进行评估。若 $P<0.05$ ，差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 MRI诊断结果 MRI检查结果显示，96例研究对象中弥漫性颅脑轴索损伤57例、非弥漫性颅脑轴索损伤39例，MRI诊断弥漫性颅脑轴索损伤的灵敏度为80.95%(51/63)，特异度为81.82%(27/33)，准确度为81.25%(78/96)，误诊率为18.18(6/33)，漏诊率19.05%(12/63)。见表1。

表1 MRI诊断结果(例)

金标准	MRI		合计
	非弥漫性颅脑轴索损伤 (阴性)	弥漫性颅脑轴索损伤 (阳性)	
非弥漫性颅脑轴索损伤(阴性)	27	6	33
弥漫性颅脑轴索损伤(阳性)	12	51	63
合计	39	57	96

表3 MRI、血清MBP、FGL2单独及联合诊断弥漫性颅脑轴索损伤的结果

金标准	例数	MRI		MBP		FGL2		三者联合	
		阴性	阳性	阴性	阳性	阴性	阳性	阴性	阳性
阴性	33	27	6	31	2	29	4	27	6
阳性	63	12	51	18	45	17	46	10	53

表2 血清MBP、FGL2水平比较

组别	例数	MBP(ng/mL)	FGL2(ng/mL)
弥漫性颅脑轴索损伤	63	1.56±0.31	93.48±18.92
非弥漫性颅脑轴索损伤	33	1.14±0.24	75.64±12.64
t值	-	6.785	4.871
P值	-	0.000	0.000

表4 MRI、血清MBP、FGL2单独及联合诊断弥漫性颅脑轴索损伤的效能分析

诊断方式	灵敏度	特异度	准确度	误诊率	漏诊率
MRI	80.95% [*]	81.82%	81.25% [*]	18.18%	19.05% [*]
MBP	71.43% [*]	93.94%	79.17% [*]	6.06%	28.57% [*]
FGL2	73.02% [*]	87.88%	79.25% [*]	12.12%	26.98% [*]
联合诊断	84.13%	81.82%	83.33%	18.18%	15.87%

注：与联合诊断比较，^{*} $P<0.05$ 。

3 讨 论

脑弥漫性轴索损伤是由头部外伤引起的脑实质损伤疾病，在影像学检查中可发现脑组织内存在多处灶性出血，致残、致死率较高^[11-12]。目前，临床上诊断弥漫性颅脑轴索损伤的常用方式为MRI和CT等影像学检查。CT诊断弥漫性颅脑轴索损伤操作方便、费用较低，患者接受度高^[13]。但由于诊断灵敏度和特异度较低，轴索损伤难以准确判断，仅显示病灶的形态和大小，对于微小出血点和非出血病灶检出率较低^[14]。MRI通过多序列、多参数成像的特点准确定位损伤部位，对软组织分辨率高，提高弥漫性颅脑轴索损伤的检出率^[15]。本研究结果显示，MRI诊断弥漫性颅脑轴索损伤的灵敏度为80.95%，特异度为81.82%，准确度为81.25%，误诊率为18.18%，漏诊率19.05%，提示MRI对弥漫性颅脑轴索损伤具有一定的诊断效能。王小微^[16]研究发现MRI检查较CT检查出血病灶检出率及脑深部区域病灶检出率有很大程度的提升，MRI检查可识别病灶的数目与位置，漏诊率与误诊率大幅度降低，为后续治疗提供依据。

MBP是神经髓鞘的重要组成部分，具有维持神经髓鞘结构以及功能稳定的作用，被作为中枢神经受损的敏感标志物^[17]。其表达水平与脱髓鞘性病变、脑瘫障碍等病情程度有关^[18]。王学慧等^[19]研究发现脑白质疏松症患者的血清MBP表达水平升高，监测血清MBP水平有助于早期判断脑白质疏松症病变的形成。本研究发现弥漫性颅脑轴索损伤患者血清MBP水平显著升高，说明MBP参与弥漫性颅脑轴索损伤的发生。FGL2属于纤维蛋白原相关蛋白超家族，被发现在受损组织或器官的微囊内皮细胞中大量表达，它涉及各种疾病的微血管功能障碍^[20]。本研究发现弥漫性

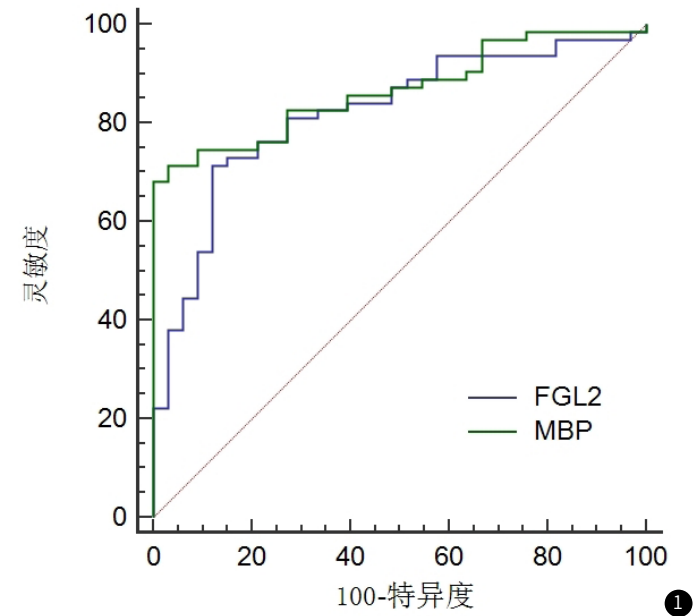


图1 ROC曲线分析血清MBP、FGL2对弥漫性颅脑轴索损伤的诊断价值

颅脑轴索损伤患者血清FGL2水平显著升高,说明FGL2参与弥漫性颅脑轴索损伤的发生。本研究绘制ROC曲线确定血清MBP、FGL2诊断弥漫性颅脑轴索损伤的截断值,显示其截断值分别为1.43ng/mL、82.29ng/mL,曲线下面积分别为0.866、0.820,表明血清MBP、FGL2对弥漫性颅脑轴索损伤均有一定诊断价值。MRI、血清MBP、FGL2联合诊断弥漫性颅脑轴索损伤的灵敏度为84.13%、特异度为81.82%,准确度为83.33%,误诊率为18.18%,漏诊率为15.87%,三者联合诊断的灵敏度以及准确度优于各单独检测,漏诊率低于各自单独检测,提示联合诊断的效能更高,有一定临床应用价值。

综上所述,弥漫性颅脑轴索损伤患者血清中MBP、FGL2高表达,且MRI联合血清MBP、FGL2对弥漫性颅脑轴索损伤有一定诊断价值,临床应用价值大。

参考文献

- [1] 顾翠英, 冯春雨, 范玉岩, 等. 1368例60岁以上脑卒中恢复期患者抑郁患病率及相关因素分析[J]. 预防医学情报杂志, 2018, 34(8): 1019-1022.
- [2] Rosario BL, Horvat CM, Wisniewski SR, et al. Presenting Characteristics Associated With Outcome in Children With Severe Traumatic Brain Injury: A Secondary Analysis From a Randomized, Controlled Trial of Therapeutic Hypothermia [J]. *Pediatr Crit Care Med*. 2018, 19(10): 957-964.
- [3] 杨钧勇, 陈俊, 郭松涛, 等. 慢性病管理模式在脑卒中患者康复中的应用价值[J]. 职业卫生与伤病, 2017, 32(1): 53-55.
- [4] 刘汉英, 刘天慧, 董家君. 米易县户籍居民2016年心脑血管事件监测分析[J]. 职业卫生与伤病, 2017, 32(4): 232-235.
- [5] 刘文祥. 弥漫性轴索损伤患者颅脑CT表现与病情严重程度及预后的相关性分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(7): 59-61.

(上接第32页)

3 讨论

脑白质是中枢神经系统的重要组成部分，也是神经纤维聚集处。脑白质中枢神经细胞髓鞘损害可引起脑白质病变，进而使得患者出现功能障碍。MRI成像是脑白质病变诊断的主要方法，也是脑小血管病鉴别诊断的主要依据。但是在不同谱的MRI图像上脑白质病变的表现、信号强度各有不同，另一方面同一谱的MRI图像对正常脑组织、脑白质组织、脑白质病变组织的对比度高，也是诊断脑白质病变的理论基础^[7-8]。然而对脑白质病变的诊断往往需要逐层手动分割，费时费力，且带有一定的主观性。故而探讨基于图像自动分割算法的MRI成像方法及其对脑小血管病脑白质病变的诊断价值具有重要意义。

本研究构建基于自动分割算法的MRI成像方法诊断脑白质病变情况,可基于此准确诊断脑小血管病。目前主要是通过2种方式诊断MRI图像中的脑白质病变,其一是将脑白质病变作为一类而正常的脑组织作为另一类采用分割算法聚类分析,其二是将脑白质病变作为离群点根据脑组织的结构特征设置相应的准则分类,但是二者均有不足,前者对微小的脑白质病变容易漏诊,后者是对于脑白质病变量很大的情况容易误分^[9-11]。本研究中基于自动分割算法的MRI成像可对非脑组织、正常脑组织、脑白质组织及脑白质病变组织进行准确区分,选用T₁WI和FLAIR图像的原因是:T₁WI上脑组织结构清晰、便于区分,因此适合去除非脑组织^[12];FLAIR上脑白质组织及病变组织非常明显,尤其是脑白质病变组织与正常脑组织的灰度差异显著,因此便于判断脑白质组织及病变组织^[13]。另外每一类FLAIR-Tissuej的脑白质病变均是最大灰度值对应的像素点,并且其发生概率小,将其设为阈值可以更精准定位脑白质病变。因此该方法诊断脑小血管病脑白质病变具有可行性。

本研究还发现,基于自动分割算法的MRI成像诊断脑白质病变判断脑小血管病的灵敏度、特异度、准确度均高于常规MRI诊断,且其与“金标准”诊断的一致性系数——Kappa值也高于常规MRI,证实可利用基于自动分割算法的MRI成像对脑白质病变进行诊断,进而判断脑小血管病的发生情况。脑白质病变主要表现为白质高信号、腔隙性脑梗塞、血管周围间隙等,在不同MRI谱上的信号强度及表现不同^[14-15]。因此本研究结合T₁WI、T₂WI和FLAIR图像对脑白质病变进行诊断。本研究首先在T₁WI图像上得到脑组织,并根据各类脑组织在FLAIR图像上的均值和方差设置阈值对图像进行二类分割获取脑白质病变区域。本研究自动分割

- [6] 张倩, 谢一男, 于洋. MRI 在诊断弥漫性颅脑轴索损伤中的临床应用价值[J]. 转化医学电子杂志, 2015, 2(7): 62+64.
- [7] 寇欣. 脑弥漫性轴索损伤的CT、MRI及MRS影像特征分析[J]. 广西医科大学学报, 2016, 33(4): 723-725.
- [8] Tang M, Cao X, Li P, et al. Increased expression of Fibrinogen-Like Protein 2 is associated with poor prognosis in patients with clear cell renal cell carcinoma[J]. Sci Rep. 2017, 7(1): 12676.
- [9] Yuan B, Fu F, Huang S, et al. C5a/C5aR Pathway Plays a Vital Role in Brain Inflammatory Injury via Initiating Fgl-2 in Intracerebral Hemorrhage[J]. Mol Neurobiol. 2017, 54(8): 6187-6197.
- [10] 张慧. 磁共振成像在弥漫性颅脑轴索损伤鉴别诊断中的应用研究[J]. 中国药物与临床, 2019, 19(6): 906-908.
- [11] 易亚辉, 周海航, 陆忠烈, 等. 磁共振弥散张量成像对早期弥漫性轴索损伤的诊断价值[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2015, 21(3): 224-227.
- [12] 牛德营, 高康, 王志成, 等. 弥漫性轴索损伤的诊断和治疗进展[J]. 山东医药, 2015, 55(28): 102-104.
- [13] 王福转, 张孟荣, 葛涛, 等. CT MRI 对脑弥漫性轴索损伤的诊断价值[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2014, 17(16): 108-109.
- [14] 袁陆涛, 魏小二, 徐晨, 等. 3.0T磁共振成像在重型颅脑外伤诊断及预后评估中的价值[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2013, 33(4): 454-458.
- [15] 张乃胜. MRI 在诊断弥漫性颅脑轴索损伤应用价值分析[J]. 现代医用影像学, 2016, 25(6): 1032-1034.
- [16] 王小微. 弥漫性颅脑轴索损伤的MRI诊断分析[J]. 当代医学, 2021, 27(36): 143-144.
- [17] 林波, 张更, 邱荣晖, 等. 新生期缺血缺氧大鼠脑白质损伤及脑内Fyn、p-ERK和MBP下调[J]. 中国组织化学与细胞化学杂志, 2017, 26(4): 336-341.
- [18] 刘冬梅, 钱晖, 吕艳关, 等. 脑瘫患儿血清神经元特异性烯醇化酶及髓鞘碱性蛋白浓度的变化及其临床意义[J]. 江苏大学学报(医学版), 2019, 29(1): 49-53.
- [19] 王学慧, 梦楚佳, 毛旭强. 血清MBP、MMP-9水平与脑白质疏松症的相关性[J]. 脑与神经疾病杂志, 2022, 30(11): 684-687.
- [20] 何贺禄, 王鹏宇, 何孟如, 等. NLRP12对小鼠病毒性肝炎的保护作用及机制探讨[J]. 现代预防医学, 2022, 49(12): 2247-2253+2286.

(收稿日期: 2022-12-05) (校对编辑: 姚丽娜)

算法包括T1seg和FLAIRseg步骤，能够逐步、精准分离出脑白质病变组织，对脑小血管病的临床诊断、治疗方案的选择均具有指导作用。此外，本研究中基于自动分割算法的MRI成像诊断脑小血管病也有漏诊和误诊情况，分析可能是因为极少部分脑小血管病患者无脑白质病变所致。

综上, 建议将本研究构建基于自动分割算法的MRI成像方法推广应用, 可通过去除非脑组织、再次去除非脑组织、设置阈值获得脑白质病变区域, 有助于观察脑白质病变情况并据此诊断脑小血管病的发生情况, 较常规MRI显著提高了诊断的灵敏度、特异度和准确度, 且与“金标准”诊断结果的一致性高。

参考文献

- [1] 郭彦俊, 温昌明. 神经介入治疗缺血性脑血管病的临床效果分析[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(2): 19-20.
- [2] 熊静, 李馨蕊, 田红, 等. 青年缺血性脑小血管病血管影像特点和危险因素分析[J]. 中国慢性病预防与控制, 2014, 22(3): 257-259.
- [3] Frantellizzi V, Conte M, De Vincentis G. Hybrid imaging of vascular cognitive impairment [J]. Semin Nucl Med, 2021, 51(3): 286-295.
- [4] 郑伟, 王洁, 郝钰蓉, 等. 改进BIRCH算法的MRI脑图像分割[J]. 激光杂志, 2022, 43(1): 184-191.
- [5] Perrain V, Bihan K, Bompaire F, et al. Leukoencephalopathy with transient splenial lesions related to 5-fluorouracil or capecitabine[J]. Eur J Neurol, 2021, 28(7): 2396-2402.
- [6] 李鑫鑫, 汪绪先, 程健, 等. 基于多网络集成的脑白质高信号分割方法[J]. 中国卒中杂志, 2020, 15(3): 234-242.
- [7] 刘旺, 李明秀, 张赣, 等. 基于颅内MRI检查分析抑郁程度与老年脑白质病变部位的关系[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(4): 1-3, 15.
- [8] 王艳菊, 卓丽华, 李经国, 等. 基于3.0T磁共振DTI的首发青少年精神分裂症患者脑白质纤维束结构变化研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(6): 12-14.
- [9] Peñasco Y, González-Castro A, Rodríguez-Borrégán JC, et al. Posterior reversible leukoencephalopathy after cyanamide overdose[J]. Neurologia (Engl Ed), 2020, 35(1): 67-68.
- [10] 赵欣, 石德来, 王洪凯. 基于3D全卷积深度神经网络的脑白质病变分割方法[J]. 计算机与现代化, 2020, 36(10): 44-57.
- [11] Pirola JP, Baenas DF, Haye Salinas MJ, et al. Posterior reversible leukoencephalopathy syndrome: Case series and review of the literature [J]. Reumatol Clin (Engl Ed), 2020, 16(2 Pt 2): 169-173.
- [12] Berciano J. Progressive multifocal leukoencephalopathy in an immunocompetent patient [J]. Neurologia (Engl Ed), 2020, 35(1): 58.
- [13] Ros Forteza FJ. Alzheimer disease triggered by reversible posterior leukoencephalopathy syndrome [J]. Neurologia (Engl Ed), 2020, 35(4): 279-282.
- [14] Sanjo N, Nose Y, Miyamoto S, et al. Early Pathological JC Virus Lesions in a Patient without Any MRI-based Indications [J]. Intern Med, 2021, 60(8): 1279-1282.
- [15] 李静, 吴桂芳, 黄宝生, 等. MRI误诊进行性多灶性脑白质病(PML)一例并文献复习[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(6): 5-6.

(收稿日期: 2022-11-30) (校对编辑: 姚丽娜)