

论 著

急性缺血性脑卒中患者DCE-MRI、血清NPAS4水平对预后的预测价值

邹双骏^{1,*} 安红贤² 胡凤英³
骆艳伟¹

1.唐山中心医院神经内科

2.唐山中心医院2内科

3.唐山中心医院心内科(河北唐山063000)

【摘要】目的 探讨急性缺血性脑卒中(AIS)患者动态对比增强磁共振成像(DCE-MRI)参数、血清神经元PAS结构域蛋白4(NPAS4)水平对预后的预测价值。**方法** 选取2021年8月至2023年8月于本院诊治的136例AIS患者为研究对象,予以溶栓等常规治疗,依据治疗后3个月预后情况分为预后不良组、预后良好组,比较其临床资料及DCE-MRI参数、血清NPAS4水平。分析DCE-MRI参数、血清NPAS4水平对预后的影响。评价DCE-MRI参数、血清NPAS4水平对预后的预测价值。**结果** 预后不良组 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 及血清NPAS4水平高于预后良好组($P<0.05$);多因素Logistic回归分析显示 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、血清NPAS4水平为预后不良的独立危险因素($P<0.05$); K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、血清NPAS4水平联合预测预后的AUC值大于单项指标预测($P<0.05$)。**结论** AIS患者 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 及血清NPAS4水平升高, K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、血清NPAS4水平为预后不良的独立相关危险因素,联合检测其水平对预后具有一定预测价值。

【关键词】 急性缺血性脑卒中;
动态对比增强磁共振成像;
神经元PAS结构域蛋白4;病情程度;
预后;预测

【中图分类号】R651.1

【文献标识码】A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.02.005

Predictive Value of DCE-MRI and Serum NPAS4 Levels for Prognosis in Patients with Acute Ischaemic Stroke

ZOU Shuang-jun^{1,*}, AN Hong-xian², HU Feng-ying³, LUO Yan-wei¹.

1.Department of Neurology, Tangshan Cencral Hospital, Tangshan 063000, Hebei Province, China

2.Department of Internal Medicine, Tangshan Cencral Hospital, Tangshan 063000, Hebei Province, China

3.Department of Cardiology, Tangshan Cencral Hospital, Tangshan 063000, Hebei Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the prognostic value of dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (DCE-MRI) parameters and serum levels of neuronal PAS domain protein 4 (NPAS4) in patients with acute ischemic stroke (AIS). **Methods** A total of 136 patients with AIS who were treated in our hospital from August 2021 to August 2023 were selected as the research subjects. All were given conventional treatment such as thrombolysis. They were divided into poor prognosis group and good prognosis group according to the prognosis 3 months after treatment. The clinical data, DCE-MRI parameters, and serum NPAS4 levels were compared. The impact of DCE-MRI parameters and serum NPAS4 levels on prognosis was analyzed. The prognostic predictive value of DCE-MRI parameters and serum NPAS4 levels was evaluated. **Results** The levels of K^{trans} , K_{ep} , V_e , and serum NPAS4 in the poor prognosis group were higher than those in the good prognosis group ($P<0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that K^{trans} , K_{ep} , V_e , and serum NPAS4 levels were independent risk factors for poor prognosis ($P<0.05$). The AUC value of the combined prediction of K^{trans} , K_{ep} , V_e , and serum NPAS4 levels for prognosis was greater than that of single indicators ($P<0.05$). **Conclusion** The levels of K^{trans} , K_{ep} , V_e , and serum NPAS4 in AIS patients are elevated, and the levels of K^{trans} , K_{ep} , V_e , and serum NPAS4 are independent risk factors for poor prognosis. Combined detection of their levels has certain predictive value for prognosis.

Keywords: Acute ischemic stroke; Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging; Neuronal PAS domain protein 4; Degree of illness; Prognosis; Predictive

急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)是一种常见的脑血管疾病,发病率一直居高不下,且预后往往不佳^[1]。据调查^[2]显示,AIS的致残率和死亡率约为30%和15%。在AIS发病早期及时了解病情及预后情况,给予有效干预,对于降低致残率和死亡率有重要意义。目前,临床常根据患者就诊时美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)评分及影像学证据等预测患者预后,但预测效能欠佳^[3-4]。因此,探寻新的预测指标有重要意义。

动态对比增强磁共振成像(dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging, DCE-MRI)在评估血脑屏障通透性方面有较高价值^[5-6],但在预后评估方面的价值还有待商榷。目前,有少数学者用DCE-MRI评价AIS预后。DCE-MRI可检测出病灶微小变化,判断患者出血转化可能性^[7-8]。神经元PAS结构域蛋白4(neuronal PAS domain protein 4, NPAS4)可调节炎症反应,引起血管内皮损伤,诱导神经细胞凋亡,参与AIS发生过程,且对AIS有一定预测价值^[9]。现阶段,少有研究分析DCE-MRI和NPAS4在AIS预后评估方面的价值。本研究主要分析DCE-MRI参数和血清NPAS4与AIS患者预后的关系,以及预测预后的价值,以期对AIS预后评估提供帮助。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取本院2021年8月至2023年8月救治的136例AIS患者为研究对象,其中男性89例,女性47例;年龄53~70岁,平均年龄(61.35±4.03)岁;体重指数(body mass index, BMI)为(23.35±2.67)kg/m²。

纳入标准:符合AIS诊断标准^[10];首次发生AIS;既往无颅内感染史;符合溶栓治疗指征;既往无脑出血病史;所有患者均签署知情同意书。排除标准:沟通交流障碍;既往有脑卒中病史、脑部外伤史者;伴有其他颅内血管狭窄者;心源性栓塞所致脑梗死者;严重认知功能障碍者。本研究经本院医学伦理委员会批准,患者均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 检测DCE-MRI参数 研究对象治疗前进行DCE-MRI检查^[11]:采用3.0T 750W MRI扫描仪32通道头线圈(美国GE公司)检测,主要扫描序列与参数:头部轴位T2加权快速回波序列:重复时间(TR)4360 ms、回波时间(TE)120 ms、视野(FOV)24 cm×24 cm,轴位液体抑制反转恢复(FLAIR)序列:TR=9000 ms、TE=150 ms、FOV=24 cm×24 cm,扩散加权成像(DWI)序列:TR=6000 ms、TE=75 ms、FOV=24 cm×24 cm, b值=1000 s/mm²,磁敏感加权成像(SWI)序列:TR=42.6 ms、TE=3.2 ms、翻转角12°、层厚4

【第一作者】邹双骏,女,主治医师,主要研究方向:神经相关常见疾病诊疗。E-mail: zousj1981@126.com

【通讯作者】邹双骏

mm、层间距2 mm、矩阵256×256、FOV=22 cm×22 cm、扫描时间267 s。DCE序列：TR=3.3 ms、TE=1.3 ms、翻转角15°、层厚2 mm、层间距0、FOV=24 cm×24 cm、矩阵256×160、像素带宽62.50 kHz，扫描定位同上述序列，层数132层，40期动态扫描，间隔17 s，第3个动态扫描开始时采用高压注射器，肘静脉

注射0.1 mmol/kg钆造影剂(钆喷酸葡胺15 mL)，注射速率为1.5 mL/s、扫描时间664 s。采用图像应用软件MISStar visualization进行处理图像，应用Extended Tofts线性模型计算药代动力学参数：容量转移常数(K^{trans})、速率常数(K_{ep})、血管外细胞外间隙容积分数(V_e)。典型病例图像见图1。

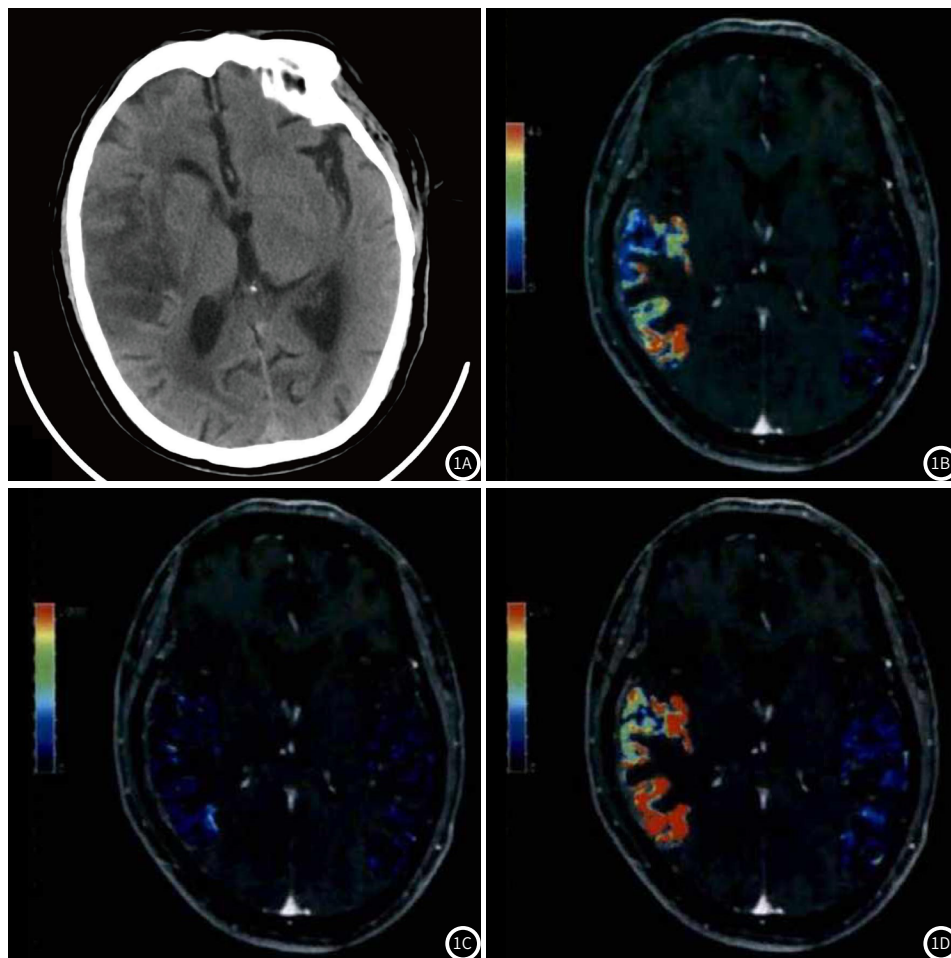


图1 AIS患者女性，73岁。1A: CT显示右侧颞顶叶片状低密度影；1B: K^{trans} 参数的伪彩图；1C: K_{ep} 参数的伪彩图；1D: V_e 参数的伪彩图。

1.2.2 检测血清NPAS4水平 分别采集研究对象治疗前空腹外周静脉血5 mL离心10 min分离血清(3500 r/min、 $r=13.5$ cm)，NPAS4检测试剂盒(ELISA法)购自武汉艾美捷科技有限公司。

1.2.3 治疗方案与预后 研究对象予以溶栓等常规治疗，静脉溶栓采用重组组织型纤溶酶原激活剂(rt-PA)，剂量为0.9 mg/kg，针对脑动脉闭塞段进行Solitaire支架机械取栓。依据治疗后3个月预后情况分为预后不良组、预后良好组，采用改良Rankin量表(mRS)评估预后^[12]：mRS评分 ≤ 2 分者纳入预后良好组，mRS评分 > 2 分者纳入预后不良组。

1.3 统计学分析 采用SPSS 25.0软件进行统计学分析，计量资料采用表示，两组间比较采用独立样本t检验，多组间比较采用单因素方差分析(两两间比较采用LSD-t检验)；计数资料采用n(%)表示，采用 χ^2 检验；多因素Logistic回归分析预后影响因素；受试者工作特征曲线(ROC)分析各指标对预后的预测价值。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组临床资料比较 预后不良组年龄、发病至溶栓时间、基线NIHSS评分高于预后良好组($P<0.05$)，见表1。

2.2 两组DCE-MRI参数、血清NPAS4水平比较 与预后良好

组比较，预后不良组 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、血清NPAS4水平升高($P<0.05$)，见表2、图1。

2.3 DCE-MRI参数、血清NPAS4水平对预后的影响 以预后情况为因变量(预后良好=0、预后不良=1)，以年龄、发病至溶栓时间、基线NIHSS评分、 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、血清NPAS4水平为自变量，多因素Logistic回归分析显示 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、血清NPAS4水平为预后不良的独立危险因素($P<0.05$)，见表3。

2.4 ROC分析DCE-MRI参数、血清NPAS4水平对预后的预测价值 ROC分析显示治疗前 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、血清NPAS4水平联合预测预后的AUC值大于单项指标预测($P<0.05$)，见表4、表5、图2。

表2 不同预后亚组DCE-MRI参数、血清NPAS4水平比较

组别	n	$K^{trans}(\text{min}^{-1})$	$K_{ep}(\text{min}^{-1})$	V_e	NPAS4(mg/L)
预后良好组	64	0.53±0.08	0.81±0.16	0.60±0.12	4.47±0.76
预后不良组	72	0.70±0.12	0.98±0.14	0.77±0.16	6.28±1.13
t		9.594	6.609	6.939	10.820
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表1 不同预后亚组临床资料比较[n(%)]

临床资料	预后不良组 (n=72)	预后良好组 (n=64)	t/χ ²	P
性别			0.326	0.568
男	45(62.50)	43(67.19)		
女	27(37.50)	21(32.81)		
年龄(岁)	69.35±4.03	58.62±3.09	17.260	<0.001
发病至溶栓时间(h)	3.52±0.24	2.06±0.19	38.997	<0.001
基线NIHSS评分(分)	11.32±2.17	7.65±1.55	11.221	<0.001
空腹血糖水平(mmol/L)	10.02±2.77	9.96±1.85	0.147	0.884
总胆固醇(mmol/L)	5.13±1.33	4.98±1.19	0.690	0.492
FT3(pmol/L)	4.41±0.43	4.57±0.52	1.963	0.052
FT4(pmol/L)	11.26±1.18	11.35±1.25	0.432	0.667
TSH(μU/mL)	1.06±0.25	1.02±0.21	1.003	0.317
出血性转化			1.531	0.216
有	9(12.50)	4(6.25)		
无	63(87.50)	60(93.75)		
基础疾病				
高血压	48(66.67)	33(51.56)	3.209	0.073
冠心病	24(33.33)	14(21.88)	2.209	0.137
心房颤动	17(23.61)	15(23.44)	0.001	0.981
高脂血症	42(58.33)	31(48.44)	1.334	0.248
糖尿病	28(38.89)	27(42.19)	0.153	0.696
梗死位置			3.221	0.359
大脑前动脉	15(20.83)	16(25.00)		
大脑中动脉	28(38.89)	24(37.50)		
椎动脉	9(12.50)	13(20.31)		
基底动脉	20(27.78)	11(17.19)		
TOAST分型			1.629	0.653
大动脉粥样硬化性卒中	27(37.50)	26(40.63)		
小动脉闭塞性卒中	19(26.39)	14(21.88)		
不明原因的缺血性卒中	16(22.22)	11(17.19)		
心源性脑栓塞	10(13.89)	13(20.31)		
溶栓方案			0.004	0.951
静脉溶栓	33(45.83)	29(45.31)		
静脉溶栓+机械取栓	39(54.17)	35(54.69)		

表3 多因素Logistic回归分析预后的影响因素

影响因素	β	S.E.	Wald χ ²	P	OR	95%CI
K ^{trans}	0.450	0.205	4.822	<0.05	1.569	1.125~2.187
K _{ep}	0.678	0.311	4.753	<0.05	1.970	1.203~3.226
V _e	0.567	0.236	5.771	<0.05	1.763	1.171~2.654
NPAS4	0.870	0.329	6.989	<0.05	2.386	1.452~3.922
年龄	-0.098	0.415	0.056	>0.05	0.906	0.811~1.013
发病至溶栓时间	0.027	0.018	2.231	>0.05	1.027	0.920~1.147
基线NIHSS评分	-0.066	0.048	1.888	>0.05	0.936	0.810~1.082

表4 ROC分析DCE-MRI参数、血清NPAS4水平对预后的预测价值

指标	AUC	95%CI	cut-off值	敏感度(%)	特异度(%)	P
K ^{trans}	0.800	0.723~0.863	0.59 min ⁻¹	66.67	85.94	<0.001
K _{ep}	0.800	0.723~0.863	0.82 min ⁻¹	80.56	68.75	<0.001
V _e	0.772	0.692~0.886	0.36	66.67	77.27	<0.001
NPAS4	0.827	0.753~0.886	4.62 mg/L	72.22	81.25	<0.001
联合检测	0.938	0.883~0.972		87.50	84.37	<0.001

表5 AUC对比结果

成对对比	AUC差异	标准误差	95%CI	Z值	P值
联合 vs K ^{trans}	0.116	0.038	0.030~0.182	2.985	0.004
联合 vs K _{ep}	0.138	0.041	0.058~0.218	3.390	0.001
联合 vs V _e	0.166	0.044	0.080~0.251	3.802	0.000
联合 vs NPAS4	0.111	0.037	0.038~0.184	2.990	0.003

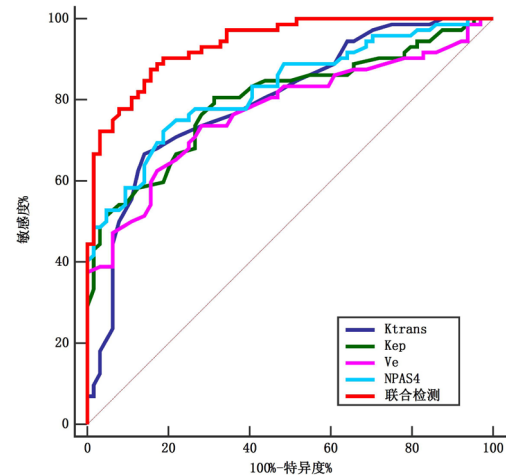


图2 DCE-MRI参数、血清NPAS4水平预测预后的ROC图。

3 讨论

AIS发病机制可能与炎症-氧化应激反应、血管内皮功能障碍、血脑屏障破坏、神经细胞凋亡等有关，随着病情进展，血管周围间隙扩大，脑组织缺血缺氧加重，导致预后不良^[13]。临床常采用NIHSS评分、血小板平均体积等预测患者预后，但这些指标敏感性、特异性较差，因而寻找积极有效的预测方法已成为临床研究热点。

DCE-MRI检查可反映组织微循环灌注情况，通过药代动力学获取血流灌注图，提取通透性、血供参数，评估血脑屏障通透性、炎症反应程度等，其中K^{trans}可反映从血管空间渗漏至血管外

细胞外空间的对比剂剂量，可定量测量微血管通透性，评估病灶血流灌注水平；

K_{ep}可反映病灶毛细血管生成能力；V_e是指血管外细胞外空间的单位体积，可反映血脑屏障通透性，脑组织缺血发生后血脑屏障出现损害，可促使DCE-MRI参数改变^[14-15]。吴雅蔚等^[16]研究表明DCE-MRI参数可评价病灶区域微血管通透程度，梗死患者K^{trans}升高与预后不良发生相关，可预测患者不良预后，有助于评价患者临床预后。丁辉等^[17]研究表明DCE-MRI参数与急性脑梗死患者预后不良有关，并可能作为预测预后的指标，但单纯应用影像学

检查手段, 仅可评估微血管情况, 间接反映出病灶性质, 显示病灶区域微循环状况。既往研究表明DCE-MRI参数对疗效评估/预测具有临床应用价值^[18]。目前DCE-MRI参数与AIS患者预后相关性研究尚未见报道, 本研究显示预后不良组 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 高于预后良好组。推测其原因可能为AIS发生后脑组织呈现阻塞、供血障碍, 可影响脑区血流灌注水平, 增加血脑屏障通透性, 从而促使 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 升高; AIS预后不良者神经损伤较为严重, 凝血/纤溶途径紊乱, 脑组织血管内皮间隙较大, 血管渗透性增高, 可影响血管再通, 引起弥漫性微小血管病变, 诱发可逆性血管源性水肿, 加重血脑屏障受损程度, 导致 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 升高。

NPAS4可调节基因转录、神经发育, 诱导抑制性神经元兴奋, 抑制海马组织损伤, 并可通过钙离子内流而启动抑制性突触形成, 调控功能依赖性基因表达, 促进新生血管生成, 其水平升高与血脑屏障破坏、脑损伤程度呈正相关^[19-20]。既往研究表明AIS患者血清NPAS4水平升高, 可激活炎症反应, 加剧氧化应激反应, 调节线粒体途径, 引起神经细胞凋亡, 诱导脑组织损伤, 加重脑组织缺血缺氧状态^[21]。血清NPAS4水平异常与AIS患者预后密切相关, 但其对AIS患者预后的预测价值尚未可知^[22]。NPAS4可维持内皮细胞完整性, 阻碍泡沫细胞形成, 调节炎症信号通路, 抑制氧化应激反应, 促进脑组织修复^[23]。王旭生等^[24]研究表明NPAS4水平变化与认知功能障碍有关, 可作为评估认知功能的潜在指标。本研究中预后不良组血清NPAS4水平高于预后良好组。推测其原因可能为预后不良者血清NPAS4水平升高可能是机体代偿反应。分析其原因可能为AIS发生后脑组织缺血缺氧, 可释放高浓度兴奋性氨基酸, 促使离子内流进入神经元, 引起神经元损害, 促使NPAS4水平升高, 其可干扰机体生理平衡, 影响神经元生成, 进而参与AIS发生发展过程。本研究发现 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、血清NPAS4水平为预后不良的独立相关危险因素, 且 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、血清NPAS4水平联合预测预后的AUC值大于单项指标预测。原因在于联合治疗可分别从影像学层面、血清学层面更加客观评价患者病情状况, 有助于更好预测患者预后, 因而可获得更高的预测效能。

综上所述, AIS预后不良者 K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 及血清NPAS4水平升高, K^{trans} 、 K_{ep} 、 V_e 、血清NPAS4水平为预后不良的独立相关危险因素, 联合检测其水平可作为预测患者预后的可靠手段。

参考文献

- [1] 黄清平, 王波, 林芳崇, 等. 急性缺血性脑卒中患者血清NSE、HMGB1动态变化及意义[J]. 脑与神经疾病杂志, 2023, 31(8): 477-481.
- [2] 姚嘉嘉, 卢祖能. 急性缺血性脑卒中患者rt-PA静脉溶栓治疗新进展[J]. 卒中与神经疾病, 2021, 28(3): 355-358.
- [3] 钟事宏, 罗泳惠, 郭盛. 头颈CT血管造影及NIHSS评分与急性缺血性脑卒中患者侧支循环及预后的关系[J]. 中国医学创新, 2024, 21(14): 138-142.
- [4] 梁儒钦, 陈成志, 韦海生, 等. NIHSS评分结合CT血管成像对超早期急性缺血性脑卒中临床预后的预测作用分析[J]. 中国实用医药, 2024, 19(9): 12-16.
- [5] Lee K, Yoo RE, Cho WS, et al. Blood-brain barrier disruption imaging in postoperative cerebral hyperperfusion syndrome using DCE-MRI[J]. J Cerebr Blood Flow Metab, 2024, 44(3): 345-354.

- [6] Shang B, Wang T, Zhao S, et al. Higher blood-brain barrier permeability in patients with major depressive disorder identified by DCE-MRI imaging[J]. Psychiatry Res Neuroimaging, 2024, 337(1): 111761-111771.
- [7] 王晓娜, 韩冰. DCE-MRI联合hs-CRP对急性缺血性脑梗死预后的预测价值[J]. 中华养生保健, 2023, 41(24): 51-54.
- [8] Huang R, Zhang L, Deng L, et al. Diagnostic and prediction value of synthetic magnetic resonance imaging in acute ischemic stroke patients[J]. Adv Clin Exp Med, 2024, 9(1): 1-8.
- [9] Leong WK, Klaric TS, Lin Y, et al. Upregulation of the neuronal Per-Arnt-Sim domain protein 4 (Npas4) in the rat corticolimbic system following focal cerebral ischemia[J]. Eur J Neurosci, 2013, 37(11): 1875-84.
- [10] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018[J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9): 666-682.
- [11] 海江, 张海莲, 杨慧. 肺癌肿瘤血管生成DCE-MRI参数与IGF1表达的相关性[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(2): 61-63.
- [12] 张磊, 刘建民. 改良Rankin量表[J]. 中华神经外科杂志, 2012, 28(5): 512-513.
- [13] 王建宇, 高倩, 王勇朝, 等. 阿替普酶治疗急性缺血性脑卒中患者预后的影响因素[J]. 河北医药, 2022, 44(7): 1056-1059.
- [14] 徐炎, 赵福香, 时园园, 等. DCE-MRI定量参数对子宫内膜癌诊断、肌层浸润程度的评估价值分析[J]. 实用癌症杂志, 2021, 36(10): 1711-1714.
- [15] 沙思宇, 许祖闪, 侯红军, 等. DCE-MRI评估早期股骨头缺血性坏死介入治疗疗效的研究[J]. 医学影像学杂志, 2021, 31(2): 322-326.
- [16] 吴雅蔚, 叶靖, 征锦, 等. 动态对比增强磁共振成像联合NLR对急性缺血性脑梗死预后的预测价值[J]. 实用放射学杂志, 2020, 36(7): 1027-1030.
- [17] 丁辉, 邹维, 张良, 等. 动态对比增强磁共振成像联合PLR、NLR预测急性脑梗死短期预后的回顾性研究[J]. 现代生物医学进展, 2021, 21(22): 4363-4367.
- [18] 崔金涛, 田霞, 王建生, 等. 动态增强磁共振成像参数联合CEA、NLR、PLR对宫颈癌患者新辅助化疗疗效的预测价值[J]. 现代生物医学进展, 2024, 24(11): 2169-2172.
- [19] Kim S, Park D, Kim J, et al. Npas4 regulates IQSEC3 expression in hippocampal somatostatin interneurons to mediate anxiety-like behavior[J]. Cell Rep, 2021, 36(3): 109417-109427.
- [20] Zhang TY, Ji DF, Sun JY, et al. NPAS4 suppresses propofol-induced neurotoxicity by inhibiting autophagy in hippocampal neuronal cells[J]. Arch Biochem Biophys, 2021, 711(20): 109018-109028.
- [21] Takahashi H, Asahina R, Fujioka M, et al. Ras-like Gem GTPase induced by Npas4 promotes activity-dependent neuronal tolerance for ischemic stroke[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2021, 118(32): e2018850118-e2018850128.
- [22] Takahashi H, Yamamoto T, Tsuboi A. Molecular mechanisms underlying activity-dependent ischemic tolerance in the brain[J]. Neurosci Res, 2023, 186(1): 3-9.
- [23] 郭万申, 李志方. miRNAs及血清神经PAS结构域蛋白4、神经元特异性烯醇化酶、S100 β 蛋白水平与急性脑卒中患者认知障碍严重程度的关系研究[J]. 实用心脑血管病杂志, 2019, 27(3): 25-30.
- [24] 王旭生, 朱欣茹, 穆俊林, 等. 事件相关电位P300和血清神经PAS结构域蛋白4水平与脑小血管病患者认知障碍的相关性[J]. 新乡医学院学报, 2020, 37(4): 351-354.

(收稿日期: 2024-11-14)

(校对编辑: 韩敏求)