

急性缺血性脑卒中静脉溶栓预后不良预警模型构建

林志超¹, 潘思金¹, 谢玉龙¹, 黄立安²

1. 暨南大学附属第一医院影像中心, 广东 广州 510630; 2. 暨南大学附属第一医院神经内科, 广东 广州 510630

【摘要】目的:对急性缺血性脑卒中(AIS)静脉溶栓的预后不良影响因素进行分析,构建其不良预警模型为其并发症防治提供依据。**方法:**收集256例AIS患者,4.5 h内均行静脉溶栓及用药后1 h内进行DWI检查,治疗3个月后按MRS评分结果分为82例预后不良组(>2分)和174例预后良好组(≤2分),采用Logistic回归分析预后不良影响因素,构建其预警模型及使用ROC曲线分析模型预测效能。**结果:**低DWI-ASPECTS和高NIHSS评分均是预后不良的危险因素($P=0.01$)。ROC曲线显示,当NIHSS≥5分、DWI-ASPECTS<8分、NIHSS≥5分且DWI-ASPECTS<8分时,对静脉溶栓预后不良预测灵敏度、特异度、阳性率及阴性率分别为92%、47%、45%、92%、79%、80%、65%、89%、93%、73%、69%、94%,差别有统计学意义($P<0.01$)。**结论:**AIS静脉溶栓预后不良危险因素是高基线NIHSS评分和低基线DWI-ASPECTS评分,联合构建其预后不良预警模型有助于防治静脉溶栓后并发症。

【关键词】急性缺血性脑卒中;静脉溶栓;NIHSS;DWI-ASPECTS;预警模型

【中图分类号】R743.3;R816.1

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2024)04-0421-05

Construction of warning model for bleak prognosis of acute ischemic stroke treated with intravenous thrombolysis

LIN Zhichao¹, PAN Sijin¹, XIE Yulong¹, HUANG Li'an²

1. Imaging Center, the First Affiliated Hospital of Ji'nan University, Guangzhou 510630, China; 2. Department of Neurology, the First Affiliated Hospital of Ji'nan University, Guangzhou 510630, China

Abstract: Objective To analyze the adverse prognostic factors for acute ischemic stroke (AIS) treated with intravenous thrombolysis, and construct a warning model to provide a basis for the prevention and treatment of complications. **Methods** A total of 256 AIS patients were collected and treated with intravenous thrombolysis within 4.5 h after cerebral hemorrhage and underwent DWI examination within 1 h after medication. Three months after treatment, they were divided into poor prognosis group ($n=82$, MRS score > 2) and good prognosis group ($n=174$, MRS score ≤ 2). Logistic regression analysis was used to analyze the adverse prognostic factors for constructing the warning model whose predictive efficacy was evaluated with ROC curve. **Results** Low DWI-ASPECTS and high NIHSS score were both risk factors for poor prognosis ($P=0.01$). The ROC curve analysis showed that for predicting poor prognosis, the model had sensitivity, specificity, positive and negative rates of 92%, 47%, 45%, 92% in NIHSS score ≥ 5, 79%, 80%, 65%, 89% in DWI-ASPECTS score < 8, and 93%, 73%, 69%, 94% in NIHSS score ≥ 5 and DWI-ASPECTS score < 8, with significant differences ($P<0.01$). **Conclusion** High baseline NIHSS score and low baseline DWI-ASPECTS score are the risk factors for poor prognosis in AIS, and the combined construction of a warning model is helpful to prevent and treat complications after intravenous thrombolysis.

Keywords: acute ischemic stroke; intravenous thrombolysis; NIHSS; DWI-ASPECTS; warning model

【收稿日期】2023-10-13

【基金项目】国家自然科学基金(81971120);高校人文社会科学重点研究基地重大项目(16JJD190003);广州市天河区科技计划项目卫生重点项目(2018YZ003);暨南大学附属第一医院教改项目(SPJG202301)

【作者简介】林志超,副主任技师,研究方向:卒中影像及影像技师人力资源管理,E-mail: lzcjn@126.com

前言

急性缺血性脑卒中(Acute Ischemic Stroke, AIS)是严重影响人民健康的疾病之一,及时诊断及早期进行溶栓治疗,可使死亡和致残率降低,从而改善预后^[1-2]。在发病4.5 h内给予rt-PA静脉溶栓是最有效的治疗手段之一,但有更多的预后影响因素,其中缺血灶大小及美国国家卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分是其预后评估最主要的独立影响因素。目前

NIHSS评分是对AIS患者临床症状评估的主要方法。磁共振弥散加权成像(DWI)上高信号是缺血灶敏感体现,但手工测量体积需要较长的时间,会影响脑卒中患者到院至开始静脉溶栓时间(DNT)延长,从而造成院内AIS患者救治延误。据相关文献报道我国AIS患者到医院3 h内有效溶栓率(2%)、DNT(1 h内)达标率均较低^[3]。如何缩短测量缺血灶体积耗时将直接缩短DNT时间,从而提高AIS救治率。基线与基于Alberta卒中项目的早期CT弥散加权成像(DWI-ASPECTS)评分可快速半定量评估缺血灶大小^[3-4],联合临床神经损伤程度NIHSS评分在AIS预后应用报道较少。本研究旨在探讨AIS患者基于NIHSS下联合DWI-ASPECTS评分构建的静脉溶栓预后不良预警模型,有助于临床观察并为静脉溶栓后并发症的防治提供可循依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

研究对象为2014年12月至2021年12月在暨南大学附属第一医院神经内科行静脉溶栓治疗的256例AIS患者。男性177例,女性79例;按神经损伤程度可分为重度30例,中重度31例,中度107例,轻度88例;根据溶栓治疗3个月后的预后MRS评分,分别6分26例、5分9例、4分17例、3分30例、2分35例、1分49例、0分90例,预后不好率为32%,其中死亡率为10%,好率为68%。入组标准:①符合中国AIS诊治标准^[4];②发病4.5 h之内给予静脉溶栓;③年龄大于21岁;④去除有禁忌证或者拒绝溶栓治疗或者资料有缺失者;⑤本研究通过本院医学伦理委员会的审核(伦理审批号:[2014]伦审批科09号),患者或家属均有签署知情同意书。

1.2 检查方法

256名AIS患者全部采用东芝320排CT全脑平扫,螺旋扫描,层厚1 mm,电压120 kV,电流300 mA。在排除脑出血后,经患者或者家属同意进行rt-PA静脉溶栓,使用GE HDxt 1.5T MR设备及头部线圈在溶栓用药后1 h内行DWI及3D-TOF检查。

1.3 分析指标

患者临床症状是在治疗前由两名神经内科医师在不知患者影像信息情况下采用NIHSS评价标准评估临床神经功能损伤,5分以上为溶栓预后不好预测值;影像方面评价是在患者静脉溶栓后1 h之内进行DWI检查,图像上传后台工作站由两名影像科资深医师采用DWI-ASPECTS评分标准在不知病人临床资料的情况下独自评分,8分以下为溶栓预后不好预测值,若评分不一致时经商榷统一。

临床治疗效果主要评估两组溶栓有效率(治疗前为 q 分,溶栓治疗7 d后为 h 分。如果 $q-h \geq 8$ 分或者 $q \leq 1$ 分为明显有效,3分 $\leq q-h \leq 8$ 分为有效, $q-h \leq 2$ 分为无效, $h-q \geq 3$ 为恶化)和预后好率(出院3个月MRS评分 ≤ 2 分);溶栓安全性主要评估溶栓治疗后出现症状性脑出血及病死率(7 d及3个月)。

1.4 统计学分析

应用SPSS 25.0统计软件分析,其中年龄、空腹血糖、糖尿病、高血压病、DWI-ASPECTS、治疗前及治疗后7 d的NIHSS评分、溶栓有效率、溶栓无效率、恶化率、出血率及死亡率等差异分析采用卡方检验,预后的影响因素采用Logistic回归分析;预测效能使用ROC曲线分析。 $P < 0.05$ 表示有统计学差异。

2 结果

2.1 一般基线资料比较

预后好与不好分别为174例和82例。两组患者年龄、DWI-ASPECTS得分、入院及治疗7 d后NIHSS评分、空腹血糖、溶栓有效率、恶化率及死亡率差异有统计学意义($P < 0.05$),溶栓无效率、糖尿病及高血压病等差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表1。

2.2 预后不好影响因素分析

采用Logistic回归分析预后好与不好组患者间差异,得出DWI-ASPECTS及治疗前NIHSS评分均为静脉溶栓预后不良影响因素($P = 0.001$),与患者入院NIHSS意识评分呈正相关($P = 0.011$),与DWI-ASPECTS评分呈负相关($P = 0.001$)。见表2。

2.3 分割点及预测效能分析

通过ROC曲线分析显示,当NIHSS ≥ 5 分、DWI-ASPECTS < 8 分、NIHSS ≥ 5 分且DWI-ASPECTS < 8 分时,对患者静脉溶栓预后不好预测灵敏度、特异度、阳性率及阴性率分别为92%、47%、45%、92%,79%、80%、65%、89%,93%、73%、69%、94%,差异有统计学意义($P < 0.01$)。

3 讨论

3.1 DWI-ASPECT及NIHSS评分与AIS静脉溶栓预后之间关系分析

临床上常用NIHSS评分评价脑卒中病人神经功能受损程度^[4-5],其评分关系到AIS治疗后效果评估,是选择治疗方案重要依据之一。本研究显示NIHSS评分与其预后不良成正比,是影响AIS患者静脉溶栓预后的独立危险因素。可是其评分阈值选择对AIS患者溶栓治疗预后预测相关性方面探讨还存在争议。有学者研究表明NIHSS评分 ≥ 13 、 > 10 、 ≥ 8 分可分别预测AIS患者大血管闭塞、预示大面积梗死及神经

表1 预后好与不好两组患者基线资料比较

Table 1 Comparison of the baseline data between the groups with good and poor prognoses

变量	预后不好(n=82)	预后好(n=174)	t/ χ^2 值	P值
年龄/岁	73.42±3.16	65.18±2.44	8.364	0.000 1
出血率	43%(35/82)	8%(15/174)	7.146	0.008 0
死亡率	32%(26/82)	0	22.704	0.000 1
溶栓有效率	33%(27/82)	76%(133/174)	4.092	0.043 0
溶栓无效率	29%(24/82)	24%(41/174)	1.019	0.313 0
溶栓恶化	37%(30/82)	2%(4/174)	22.027	0.000 1
入院NIHSS评分	14.02±6.66	8.01±4.33	33.111	0.000 1
DWI-SPECTS得分	4.84±2.77	7.81±1.73	22.002	0.000 1
治疗7 d后NIHSS	14.02±5.47	3.01±2.46	13.453	0.000 1
糖尿病	24%(20/82)	16%(28/174)	2.781	0.095 0
高血压	63%(52/82)	62%(108/174)	0.067	0.795 0
空腹血糖>6 mmol/L	78%(64/82)	54%(94/174)	9.016	0.003 0

表2 基于NIHSS下联合DWI-ASPECTS评分对AIS静脉溶栓预后评估价值

Table 2 Prognostic value of the combination of NIHSS and DWI-ASPECTS scores for acute ischemic stroke treated with intravenous thrombolysis

DWI-ASPECTS	NIHSS 评分	n	MRS>2	MRS≤2	预后好率/%
3.90	$d \geq 20$	30	20	10	33.3
4.26	$15 \leq d < 20$	31	17	14	45.2
6.71	$5 \leq d < 15$	107	38	69	64.5
8.45	$1 \leq d < 5$	88	7	81	92.0

经配对t检验,以上组别之间差异均有统计学意义(P=0.000 1)

功能早期恶化,会对AIS患者溶栓预后转归造成严重影响^[5-6]。正如本次分析结果显示入院NIHSS评分按神经损伤程度分为重度、中重度、中度及轻度患者经DWI检查后DWI-ASPCTS评分分别为3、4、7、8分,预后好率分别为33%、45%、64%、92%。从这一结果来看,这类患者预后不良发生率与神经损伤程度成正比,即与NIHSS评分成线性关系,与DWI-ASPECTS评分成反比。与预后好组相比,其基线与DWI-ASPECTS评分呈负相关,与NIHSS评分呈正相关。Logistic回归显示,低DWI-ASPECTS评分及高NIHSS评分均是预后不好的危险因素。

3.2 AIS患者静脉溶栓预后不良预警模型创建及临床应用

相关文献报道AIS发病4.5 h内行rt-PA静脉溶栓,可降低致死和致残率,有利提高患者生活质量,其治疗后3个月内是患者康复治疗的关键阶段^[5-6]。明确其预后不良的影响因素,可及早评估病情转归,

及时调整治疗方案。单纯临床意识评分NIHSS或者影像DWI-ASPECTS评分难以全面评估患者临床特征,如何快速准确评估AIS静脉溶栓前预后是关键环节。当NIHSS评分超过5分时,都属于神经功能损伤中度以上卒中,说明有血管闭塞的可能,为了得到满意治疗效果,一定要及时调整治疗方案^[7-9]。也考虑到NIHSS评分预测随着时间变化,可能会导致AIS血管闭塞预测准确度下降。因此,本研究影响AIS患者静脉溶栓预后不佳入院NIHSS分割点选择为5分,其灵敏性度92%、特异度47%、阳性率45%,阴性率92%。本次入组NIHSS评分超过5分共168例,其预后好与不好分别为93、75例。入院NIHSS分割点选择为5分,这对于AIS病人血管闭塞预测有价值,为急诊血管内治疗是否启用提供重要科学依据。另本次回顾分析显示两组患者年龄、DWI-ASPECTS、空腹血糖、溶栓有效率、恶化率、死亡率、入院及治疗7 d后NIHSS评分之间差异有统计学意义,溶栓无效率、

高血压病及糖尿病之间差异无统计学意义。这与以往研究结果^[10-11]相近。还有文献报道DWI-ASPECTS评分可以对脑缺血范围进行快捷半定量评估,同时反映出脑部生理病理变化信息,与DWI序列上显示缺血灶体积评估一致性较好,还与AIS溶栓治疗预后相关,评分越低暗示脑缺血区域越多,神经功能受损越严重,预后不好发生率就越高^[12-14]。本次研究显示影响AIS患者静脉溶栓预后独立危险因素的DWI-ASPECTS评分与其预后不良成反比,但其截断值的取舍存在一定争议。陈妙玲等^[8]提出DWI-ASPECTS小于5分时,预测AIS早期神经功能出现恶化的敏感性为74%,特异性为70%(大脑中动脉供血)。本次回顾分析结果DWI-ASPECTS<8分时,静脉溶栓预后不好占35%(35/100),预后好占65%(65/100)。这与Jiang等^[14]研究结果相似。当NIHSS≥5分且DWI-ASPECTS<8分时,本次资料符合共91例,预后不好率为69%(63/91),预后好率为31%(28/91),其中有27例缺血灶体积小于25 mL。这与邱建博等^[15]的研究结果相似。还有不匹配情况,如当NIHSS<5分且DWI-ASPECTS≥8分共80例,其中预后好率为94%(75/80),这也许是DWI-ASPECTS≥8分表明缺血区域不多预后较好。当NIHSS≥5分且DWI-ASPECTS≥8分时预后好率85%(66/78),当NIHSS<5分且DWI-ASPECTS<8分时预后好率80%(6/8),这可能是由于NIHSS意识评分反应脑缺血核心区和非核心低血流区域脑组织受损而导致临床症状神经功能损害程度^[16-17]。DWI-ASPECTS评分仅针对DWI序列中高信号区域评分,能灵敏显示出缺血核心灶大小,因此DWI-ASPECTS与NIHSS不匹配可能是核心低灌注区和非核心低灌注区域问题,两者之间差异区域即是缺血半影区,及时重新灌注,避免这一半影区脑组织缺血加重导致坏死,对改善预后有一定帮助^[18-19],这与方传勤等^[20]和陈宇等^[21]的研究结果相似。由于缺血半暗带区域一般在AIS患者发病后未及时治疗导致3 h逐渐缩小且6 h后消失^[21-23],因此本次患者DWI-ASPECTS评分数据是在CT排除脑出血后静脉溶栓用药后1 h内行DWI检查,为静脉溶栓预后不良预警模型构建确保了缺血半影区存在影像资料。

综上所述,基于NIHSS意识评分下DWI-ASPECTS得分综合评价系统,对AIS静脉溶栓预后预测价值较高,不仅有临床症状评估,也有客观影像信息评价,且与预后相关性较好^[24-26]。AIS静脉溶栓预后不良危险因素是高基线NIHSS评分和低基线DWI-ASPECTS评分,联合构建其预后不良预警模型有助于防治静脉溶栓后并发症。

【参考文献】

- [1] 禹小杜,程道友. ASPECT及NIHSS评分对早期血管内介入治疗急性缺血性脑卒中疗效的评估价值[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(72): 107.
Yu XD, Cheng DY. Evaluation value of ASPECT and NIHSS score on the efficacy of early intravascular intervention for acute ischemic stroke[J]. World Latest Medicine Information, 2019, 19(72): 107.
- [2] GBD 2019 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990-2019: a systematic analysis for the global burden of disease study 2019[J]. Lancet Neurol, 2021, 20(10): 795-820.
- [3] 田卫平,刘颖. 卒中专科护士救护模式在急性缺血性脑卒中患者中的应用[J]. 中华现代护理杂志, 2020, 26(3): 390-393.
Tian WP, Liu Y. Effects of stroke-specialized nurses' rescue model on patients with acute ischemic stroke[J]. Chinese Journal of Modern Nursing, 2020, 26(3): 390-393.
- [4] 余青龙,刘玉鹏,任娟. ASPECTS评分联合D-二聚体、Hcy对急性缺血性脑卒中患者溶栓近期预后的预测价值分析[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(13): 1-7.
Yu QL, Liu YP, Ren J. Analysis of the predictive value of ASPECTS score combined with D-dimer and Hcy in the short-term prognosis of patients with acute ischemic stroke[J]. China Journal of Modern Medicine, 2022, 32(13): 1-7.
- [5] 方婧,杨一风,贾守强,等. 人工智能在急性缺血性脑卒中早期ASPECTS评估中的研究进展[J]. 中国医学物理学杂志, 2023, 40(8): 1045-1050.
Fang T, Yang YF, Jia SQ, et al. Artificial intelligence in ASPECTS assessment of acute ischemic stroke: a review[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2023, 40(8): 1045-1050.
- [6] 郑国将,卓子良,聂志余. 急性缺血性卒中血管再通治疗不良预后的预测研究进展[J]. 中国卒中杂志, 2019, 14(6): 586-593.
Zheng GJ, Zhuo ZL, Nie ZY. Advances in predicting adverse prognosis after vascular recanalization in acute ischemic stroke[J]. Chinese Journal of Stroke, 2019, 14(6): 586-593.
- [7] 解霖霖,张萌,王琨,等. 发病后24 h NIHSS评分预测急性缺血性卒中患者血管内机械血栓切除术后转归[J]. 国际脑血管病杂志, 2022, 30(10): 732-737.
Xie LL, Zhang M, Wang K, et al. Prediction of outcomes after endovascular mechanical thrombectomy in patients with acute ischemic stroke by NIHSS score at 24 h after onset[J]. International Journal of Cerebrovascular Diseases, 2022, 30(10): 732-737.
- [8] 陈妙玲,梁满球,邹玉坚,等. DWI-ASPECTS对大脑中动脉供血区急性脑梗死患者早期神经功能恶化的预测价值[J]. 放射学实践, 2022, 37(7): 813-817.
Chen ML, Liang MQ, Zou YJ, et al. The predictive value of DWI-ASPECTS for early neurological deterioration in patients with acute middle cerebral artery territory infarction[J]. Radiologic Practice, 2022, 37(7): 813-817.
- [9] Yoshimoto T, Inoue M, Yamagami H, et al. Use of diffusion-weighted imaging-Alberta stroke program early computed tomography score (DWI-ASPECTS) and ischemic core volume to determine the malignant profile in acute stroke[J]. J Am Heart Assoc, 2019, 8(22): e012558.
- [10] 张重阳,王耀辉,刘宇鹏,等. 溶栓模式对急性缺血性脑卒中静脉溶栓DNT的影响及效果分析[J]. 中华急诊医学杂志, 2019, 28(6): 755-759.
Zhang ZY, Wang YH, Liu YP, et al. Effect of thrombolytic therapy on intravenous thrombolytic therapy of DNT in acute ischemic stroke and its effect analysis[J]. Chinese Journal of Emergency Medicine, 2019, 28(6): 755-759.
- [11] Simonsen CZ, Madsen MH, Schmitz ML, et al. Sensitivity of diffusion- and perfusion-weighted imaging for diagnosing acute ischemic stroke is 97.5%[J]. Stroke, 2015, 46(1): 98-101.
- [12] 孟媛媛,吴德云,刘迎春,等. DWI-ASPECTS预测急性期大脑中动脉供血区梗死静脉溶栓患者侧支循环代偿的价值[J]. 实用医学杂志, 2018, 34(6): 912-916.
Meng YY, Wu DY, Liu YC, et al. DWI-ASPECTS predicts collateral circulation compensation in patients with acute middle cerebral artery infarction after intravenous thrombolysis[J]. The Journal of Practical Medicine, 2018, 34(6): 912-916.
- [13] Ospel JM, Jaffray A, Schulze-Zachau V, et al. Spatial resolution and the magnitude of infarct volume measurement error in DWI in acute

- ischemic stroke[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2020, 41(5): 792-797.
- [14] Jiang L, Peng MY, Chen HY, et al. Diffusion-weighted imaging (DWI) ischemic volume is related to FLAIR hyperintensity-DWI mismatch and functional outcome after endovascular therapy[J]. Quant Imaging Med Surg, 2020, 10(2): 356-367.
- [15] 邱建博, 陈广浩, 黄红涛, 等. DWI梗死体积与体积增长在评估卒中血管再通术后预后中的价值[J]. 中国医疗设备, 2020, 35(4): 55-59.
- Qiu JB, Chen GH, Huang HT, et al. The predict value of DWI infarct volume and volume growth in the functional outcome of stroke after endovascular therapy[J]. China Medical Devices, 2020, 35(4): 55-59.
- [16] 程晓青, 苏晓芹, 董铮, 等. 急性缺血性卒中DWI-ASPECTS与梗死体积相关性及其影响因素研究[J]. 临床放射学杂志, 2021, 40(6): 1050-1055.
- Cheng XQ, Su XQ, Dong Z, et al. Correlation and influencing factor of DWI-ASPECTS and ischemic volume in acute stroke[J]. Journal of Clinical Radiology, 2021, 40(6): 1050-1055.
- [17] 张宁, 张金平, 姚宜斌, 等. MR扩散加权成像信号特征在急性缺血性脑卒中中的应用研究[J]. 现代医用影像学, 2023, 32(1): 45-52.
- Zhang N, Zhang JP, Yao YB, et al. Application study on MR DWI signal characteristic in acute ischemic stroke[J]. Modern Medical Imageology, 2023, 32(1): 45-52.
- [18] Alawneh JA, Jones PS, Mikkelsen IK, et al. Infarction of 'non-core-non-penumbra' tissue after stroke: multivariate modelling of clinical impact[J]. Brain, 2011, 134(Pt 6): 1765-1776.
- [19] Haerberlin MI, Held U, Baumgartner RW, et al. Impact of intravenous thrombolysis on functional outcome in patients with mild ischemic stroke without large vessel occlusion or rapidly improving symptoms[J]. Int J Stroke, 2020, 15(4): 429-437.
- [20] 方传勤, 王娟娟, 杜艳群, 等. NIHSS/DWI-ASPECTS不匹配预测大脑中动脉供血区脑梗死早期神经功能恶化[J]. 中风与神经疾病杂志, 2019, 36(7): 628-631.
- Fang CQ, Wang JJ, Du YQ, et al. NIHSS/DWI-ASPECTS mismatch predicts early neurological deterioration in patients with middle cerebral artery cerebral infarction[J]. Journal of Apoplexy and Nervous Diseases, 2019, 36(7): 628-631.
- [21] 陈宇, 徐依成, 温宏峰, 等. 弥散加权成像-阿尔伯塔卒中项目早期CT评分对急性前循环脑梗死患者早期神经功能恶化的预测价值[J]. 中风与神经疾病杂志, 2021, 38(2): 109-112.
- Chen Y, Xu YC, Wen HF, et al. The value of diffusion weighted imaging-Alberta stroke project early CT score in predicting early neurological deterioration in patients with acute anterior circulation cerebral infarction[J]. Journal of Apoplexy and Nervous Diseases, 2021, 38(2): 109-112.
- [22] Hamann J, Herzog L, Wehrli C, et al. Machine-learning-based outcome prediction in stroke patients with middle cerebral artery-M1 occlusions and early thrombectomy[J]. Eur J Neurol, 2021, 28(4): 1234-1243.
- [23] 江宇, 崔惠勤. 一站式多模态平扫MR动态成像在急性脑卒中的应用及对缺血半暗带的早期干预效果[J]. 中国医学物理学杂志, 2020, 37(3): 307-310.
- Jiang Y, Cui HQ. Application of one-stop multimodal dynamic magnetic resonance imaging in acute stroke and effects of early intervention on ischemic penumbra[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2020, 37(3): 307-310.
- [24] 荆利娜, 高培毅, 杜万良, 等. 自动ASPECTS评分法在急性缺血性卒中早期影像评估中的应用价值[J]. 中国卒中杂志, 2021, 16(5): 463-469.
- Jing LN, Gao PY, Du WL, et al. The value of automated ASPECTS scoring in imaging assessment of early ischemic changes in acute ischemic stroke[J]. Chinese Journal of Stroke, 2021, 16(5): 463-469.
- [25] 於帆, Sha A, 张苗, 等. 人工智能在急性缺血性脑卒中影像的研究进展[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2023, 25(3): 334-336.
- Yu F, Sha A, Zhang M, et al. Research progress of artificial intelligence in acute ischemic stroke imaging[J]. Chinese Journal of Geriatric Heart Brain and Vessel Diseases, 2023, 25(3): 334-336.
- [26] 陈慧铀, 姜亮, 孙军, 等. DWI-ASPECTS在评估急性脑梗死患者静脉溶栓预后中的应用[J]. 中华神经医学杂志, 2016, 15(1): 6-10.
- Chen HY, Jiang L, Sun J, et al. Role of DWI-ASPECTS in assessing prognosis of patients with acute cerebral infarction after intravenous thrombolysis[J]. Chinese Journal of Neuromedicine, 2016, 15(1): 6-10.

(编辑:黄开颜)