

中图分类号: R969.4; R971 文献标志码: A 文章编号: 1006-4931(2026)15-0106-04  
doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2026.15.018



# 基于 CircOGDH 与 CircHECTD1 探讨丁苯酞联合依达拉奉右莰醇对急性缺血性脑卒中患者短期预后的影响\*

范晓春, 成强<sup>△</sup>

(江苏省无锡市第二人民医院, 江苏 无锡 214002)

**摘要:**目的 探讨丁苯酞联合依达拉奉右莰醇对急性缺血性脑卒中(AIS)患者短期预后的影响。方法 选取医院2020年1月至2023年12月收治的AIS患者148例,按随机数字表法分为对照组和研究组,各74例。对照组患者予常规治疗及阿替普酶静脉溶栓,研究组患者在对照组治疗基础上加用丁苯酞与依达拉奉右莰醇。两组患者均连续治疗14 d。结果 研究组患者用药后7,14 d的美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、改良Rankin量表(mRS)评分及用药后7 d的血浆环状酮戊二酸脱氢酶(CircOGDH)和环状HECTD1蛋白(CircHECTD1)表达水平均显著低于对照组( $P < 0.05$ );研究组患者的预后良好率显著高于对照组(77.03%比55.41%,  $P < 0.05$ );研究组和对照组不良反应发生率相当(14.86%比9.46%,  $P > 0.05$ )。研究组预后不良患者入院时血浆CircOGDH和CircHECTD1表达水平均显著高于预后良好患者( $P < 0.05$ )。受试者工作特征(ROC)曲线分析结果显示,血浆CircOGDH和CircHECTD1联合检测的灵敏度为81.45,特异度为88.92,  $AUC(95\%CI)$ 为0.897(0.831, 0.966)。结论 丁苯酞联合依达拉奉右莰醇有助于改善AIS患者的短期预后,其作用机制可能与下调CircOGDH和CircHECTD1的表达有关。

**关键词:**环状酮戊二酸脱氢酶;环状HECTD1蛋白;丁苯酞;依达拉奉右莰醇;急性缺血性脑卒中;短期预后

## Effect of Butadiene Phthalide Combined with Edaravone Dexmedetomidine on the Short - Term Prognosis of Acute Ischemic Stroke Based on CircOGDH and CircHECTD1

Fan Xiaochun, Cheng Qiang<sup>△</sup>

(Wuxi Second People's Hospital, Wuxi, Jiangsu 214002, China)

**Abstract: Objective** To investigate the effect of butylphthalide combined with edaravone and dexborneol on the short - term prognosis of patients with acute ischemic stroke (AIS). **Methods** A total of 148 patients with AIS admitted to the hospital from January 2020 to December 2023 were selected and divided into the control group and the study group by the random number table method, with 74 cases in each group. The patients in the control group received conventional treatment and intravenous thrombolysis with alteplase, while the patients in the study group were treated with butylphthalide combined with edaravone and dexborneol on the basis of the control group. Both groups were treated continuously for 14 d. **Results** The National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) scores, modified Rankin Scale (mRS) scores on the 7th day and 14th day of medication, and the expression levels of plasma CircOGDH and CircHECTD1 on the 7th day of medication in the study group were significantly lower than those in the control group ( $P < 0.05$ ). The good prognosis rate in the study group was significantly higher than that in the control group (77.03% vs. 55.41%,  $P < 0.05$ ). The incidence of adverse reactions in the study group was comparable to that in the control group (14.86% vs. 9.46%,  $P > 0.05$ ). The expression levels of plasma CircOGDH and CircHECTD1 of patients with poor prognosis were significantly higher than those of patients with good prognosis at admission ( $P < 0.05$ ). The receiver operating characteristic (ROC) analysis results showed that the sensitivity, specificity, and  $AUC(95\%CI)$  of the combined detection of plasma CircOGDH and CircHECTD1 were 81.45, 88.92, and 0.897 (0.831, 0.966), respectively. **Conclusion** Butylphthalide combined with edaravone and dexborneol can improve the short - term prognosis of patients with AIS, and its mechanism may be related to the downregulation of CircOGDH and CircHECTD1 DE expression.

**Key words:** CircOGDH; CircHECTD1; butylphthalide; edaravone and dexborneol; acute ischemic stroke; short - term prognosis

急性缺血性脑卒中(AIS)多由脑血管堵塞或狭窄所致,占脑卒中的69.6%~70.8%<sup>[1]</sup>,具有起病急骤、病情凶险、进展快、预后差等特点。静脉溶栓是治疗AIS的

重要手段,能快速再通闭塞血管,促进血流灌注恢复,临床获益明显,但受限于脑组织缺血不耐受、脑缺血再灌注损伤等,部分患者预后不佳。可见,单一静脉溶栓

\*基金项目:江苏省优势学科建设工程项目[YSHL2020-1241];江苏省无锡市卫生健康委员会科研项目[M202204]。

第一作者:范晓春,男,硕士,副主任医师,研究方向为急重症的诊治,(电子信箱)sjxvjaij7@163.com。

<sup>△</sup>通信作者:成强,男,硕士,副主任医师,研究方向为急重症与创伤的诊治,(电子信箱)934940755@qq.com。

治疗 AIS 的效果有限<sup>[2]</sup>。丁苯酞具有改善脑微循环、保护神经细胞、抗血小板聚集、抗脑缺血、减轻脑水肿等作用,主要用于改善 AIS 所致神经功能缺损<sup>[3]</sup>。依达拉奉右莰醇为新上市的国产 1 类新药,在依达拉奉基础上增加了右莰醇,可进一步改善脑微循环,协同发挥依达拉奉消除自由基的效果<sup>[4]</sup>。环状核糖核酸(CircRNA)是由共价键形成的不含聚腺苷酸(polyA)尾且无 5' - 3' 极性的闭合环状核糖核酸(RNA),具有来源丰富、序列保守、结构稳定、组织特异性表达等特点,可调节转录,并参与蛋白翻译。研究发现,CircRNA 可参与动脉粥样硬化、脑组织缺血、血栓形成、脑组织损伤与坏死等病理学过程。环状酮戊二酸脱氢酶(CircOGDH)、环状 HECTD1 蛋白(CircHECTD1)均为 CircRNA 家族成员,在 AIS 的发生、发展过程中呈高表达,且与神经功能损伤程度显著相关<sup>[5-7]</sup>。为此,本研究中基于 CircOGDH 和 CircHECTD1 探讨了丁苯酞联合依达拉奉右莰醇对 AIS 患者短期预后的影响。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入标准:符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》中 AIS 相关诊断标准<sup>[8]</sup>;首次发病;年龄 > 18 岁;依从性良好,可配合完成相关量表评定;配合随访;凝血功能、认知功能及肝肾功能均正常;无颅外伤、颅内肿瘤史。本研究方案经我院医学伦理委员会批准[审批编号:(2019)伦审第(0077)号)],患者签署知情同意书。

排除标准:病历资料不完整;有癫痫病、精神疾病、药物滥用史;伴硬膜下/硬膜外血肿、脑室出血;伴视听功能障碍、肢体活动障碍;妊娠期或哺乳期;合并良性或恶性肿瘤;对本研究中所用药物过敏。

病例选择与分组:选取我院 2020 年 1 月至 2023 年 12 月收治的 AIS 患者 148 例,按随机数字表法分为对照组和研究组,各 74 例。两组患者一般资料比较,差异无统计学意义,具有可比性( $P > 0.05$ )。详见表 1。

1.2 方法

对照组患者予以下常规干预措施。1)抗血小板聚集。予阿司匹林肠溶片(Bayer HealthCare Manufacturing S. r. l., 国药准字 HJ20160685,规格为每片 100 mg)口

服,首剂 300 mg。2)控制颅内压。予复方甘露醇注射液(山东齐都药业有限公司,国药准字 H20094169,规格为每瓶 100 mL:15 g)125 mL,静脉滴注,每 8 h 1 次。3)维持电解质平衡。根据血电解质检测结果,予适量复方氯化钠注射液(石家庄四药有限公司,国药准字 H13023036,规格为每瓶 500 mL)及氯化钾注射液(津药和平 < 天津 > 制药有限公司,国药准字 H12020518,规格为每瓶 10 mL:1 g)。4)稳定血压。予硝苯地平控释片(Bayer HealthCare Manufacturing S. r. l., 国药准字 HJ20171341,规格为每片 30 mg)口服,每日 1 次,每次 300 mg。5)指导饮食。予注射用阿替普酶(Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co. KG,国药准字 SJ20160055,规格为每支 50 mg)0.9 mg/kg,其中 10% 在 1 min 内静脉推注,剩余 90% 在 1 h 内静脉泵注。连续治疗 14 d。

研究组患者在对照组治疗基础上加用丁苯酞氯化钠注射液(石药集团恩必普药业有限公司,国药准字 H20100041,规格为每瓶 100 mL:丁苯酞 25 mg:氯化钠 0.9 g)静脉滴注,每日 2 次,每次 100 mL,以及依达拉奉右莰醇注射用浓溶液(先声药业有限公司,国药准字 H20200007,规格为每支 5 mL:依达拉奉 10 mg 与石坎醇 2.5 mg)15 mL,用 100 mL 0.9% 氯化钠注射液稀释后静脉滴注,每日 2 次,每次 15 mL,两药均在溶栓后即刻使用,并在 30 min 内滴完。连续治疗 14 d。

1.3 观察指标

1)神经功能缺损情况。采用美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评估患者用药前及用药后 7,14 d 的神经功能缺损情况,包括意识、感觉、共济运动、语言、运动、眼球运动、视野等 15 个维度,评分范围 0 ~ 42 分,评分越高表明神经功能缺损越严重<sup>[9]</sup>。2)神经功能预后。采用改良 Rankin 量表(mRS)评估患者用药前及用药后 7,14 d 的神经功能,评分范围 0 ~ 6 分,评分越高表明神经功能预后越差<sup>[10]</sup>。0 ~ 2 分为预后良好,> 2 分为预后不良。3)血浆 CircOGDH 与 CircHECTD1 表达水平。分别采集患者用药前、用药后 7 d 的外周静脉血各 5 mL,置 EDTA 抗凝管中,离心(转速为 3 500 r/min)5 min,取血浆,采用反转聚合酶链式反应(RT-PCR)法检测血浆 CircOGDH 与 CircHECTD1 表达水平。4)安全性。记录

表 1 两组患者一般资料比较( $n = 74$ )

Tab. 1 Comparison of the patients' general data between the two groups ( $n = 74$ )

| 组别           | 性别<br>(男/女,例) | 年龄<br>( $\bar{X} \pm s$ , 岁) | 体质量指数<br>( $\bar{X} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> ) | 发病时间<br>( $\bar{X} \pm s$ , h) | 高血压<br>(否/是,例) | 糖尿病<br>(否/是,例) | 吸烟史<br>(无/有,例) | 饮酒史<br>(无/有,例) | 梗死部位(基底节区/<br>额叶/颞叶,例) |
|--------------|---------------|------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------------|
| 对照组          | 47/27         | 62.93 ± 5.74                 | 22.81 ± 2.66                                     | 3.65 ± 0.49                    | 37/37          | 36/38          | 51/23          | 48/26          | 33/20/21               |
| 研究组          | 51/23         | 63.13 ± 6.38                 | 23.64 ± 2.82                                     | 3.59 ± 0.53                    | 39/35          | 43/31          | 44/30          | 50/24          | 35/17/22               |
| $\chi^2/t$ 值 | 0.483         | 0.200                        | 1.841                                            | 0.715                          | 0.108          | 1.330          | 1.440          | 0.120          | 0.325                  |
| $P$ 值        | 0.486         | 0.841                        | 0.067                                            | 0.475                          | 0.742          | 0.248          | 0.230          | 0.728          | 0.849                  |

两组患者治疗期间消化道出血、牙龈出血、恶心呕吐、头晕等不良反应的发生情况。

1.4 统计学处理

采用SPSS 25.0统计学软件分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{X} \pm s$ 表示,行 $t$ 检验;计数资料以率(%)表示,行 $\chi^2$ 检验;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析入院时血浆CircOGDH与CircHECTD1表达水平对预后的预测效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

结果见表2至表5。ROC曲线分析显示,在预测AIS患者预后不良时,血浆CircOGDH检测的灵敏度为60.48,特异度为81.40, $AUC(95\%CI)$ 为0.730(0.625,0.830);血浆CircHECTD1检测的灵敏度为67.37,特异度为74.59, $AUC(95\%CI)$ 为0.897(0.831,0.966);血浆CircOGDH和CircHECTD1联合检测的灵敏度为81.45,特异度为88.92, $AUC(95\%CI)$ 为0.897(0.831,0.966)。详见图1。

表2 两组患者NIHSS与mRS评分比较( $\bar{X} \pm s$ ,分, $n = 74$ )  
Tab.2 Comparison of NIHSS and mRS scores between the two groups ( $\bar{X} \pm s$ , point,  $n = 74$ )

| 组别    | NIHSS评分    |             |            | mRS评分     |            |            |
|-------|------------|-------------|------------|-----------|------------|------------|
|       | 用药前        | 用药后7d       | 用药后14d     | 用药前       | 用药后7d      | 用药后14d     |
| 对照组   | 17.93±3.66 | 10.47±2.42* | 6.46±0.98* | 4.08±0.51 | 2.65±0.43* | 1.97±0.48* |
| 研究组   | 18.12±3.59 | 8.28±1.64*  | 5.13±0.75* | 4.05±0.48 | 2.23±0.35* | 1.73±0.39* |
| $t$ 值 | 0.318      | 6.481       | 9.271      | 0.368     | 6.516      | 3.338      |
| $P$ 值 | 0.750      | <0.001      | <0.001     | 0.713     | <0.001     | <0.001     |

注:与本组用药前比较,\* $P < 0.05$ 。表3同。  
Note: Compared with those before medication, \* $P < 0.05$  (for Tab.2 - 3).

表3 两组患者血浆CircOGDH与CircHECTD1表达水平比较( $\bar{X} \pm s$ , $n = 74$ )  
Tab.3 Comparison of expression levels of plasma CircOGDH and CircHECTD1 between the two groups ( $\bar{X} \pm s$ ,  $n = 74$ )

| 组别    | CircOGDH  |            | CircHECTD1 |            |
|-------|-----------|------------|------------|------------|
|       | 用药前       | 用药后7d      | 用药前        | 用药后7d      |
| 对照组   | 2.93±0.72 | 1.71±0.38* | 2.81±0.66  | 1.63±0.40* |
| 研究组   | 2.94±0.69 | 1.15±0.27* | 2.78±0.65  | 1.24±0.29* |
| $t$ 值 | 1.976     | 10.334     | 0.279      | 6.790      |
| $P$ 值 | 0.931     | <0.001     | 0.781      | <0.001     |

表4 两组患者不良反应与预后情况比较[例(%), $n = 74$ ]  
Tab.4 Comparison of the incidence of adverse reactions and prognosis between the two groups [case (%),  $n = 74$ ]

| 组别         | 不良反应    |         |         |         |           | 预后        |           |
|------------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
|            | 消化道出血   | 牙龈出血    | 恶心呕吐    | 头晕      | 合计        | 良好        | 不良        |
| 对照组        | 1(1.35) | 2(2.70) | 3(4.05) | 1(1.35) | 7(9.46)   | 41(55.41) | 33(44.59) |
| 研究组        | 2(2.70) | 2(2.70) | 4(5.41) | 3(4.05) | 11(14.86) | 57(77.03) | 17(22.97) |
| $\chi^2$ 值 |         |         |         |         | 1.012     | 7.732     |           |
| $P$ 值      |         |         |         |         | 0.314     | 0.005     |           |

表5 研究组不同预后患者入院时血浆CircOGDH与CircHECTD1表达水平比较( $\bar{X} \pm s$ )  
Tab.5 Comparison of expression levels of plasma CircOGDH and CircHECTD1 in patients with different prognoses in the study group on admission ( $\bar{X} \pm s$ )

| 预后             | CircOGDH  | CircHECTD1 |
|----------------|-----------|------------|
| 良好( $n = 57$ ) | 2.68±0.55 | 2.44±0.59  |
| 不良( $n = 17$ ) | 3.26±0.76 | 3.30±0.74  |
| $t$ 值          | 3.480     | 4.967      |
| $P$ 值          | <0.001    | <0.001     |

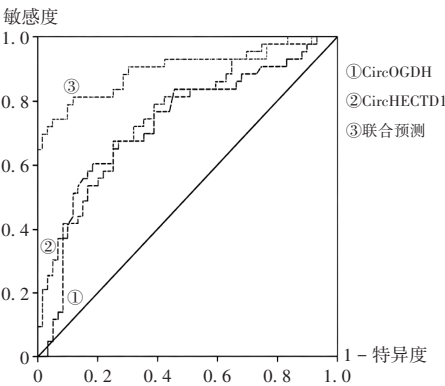


图1 研究组患者入院时血浆CircOGDH与CircHECTD1表达水平预测预后不良的ROC曲线  
Fig.1 ROC curves of predicting poor prognosis based on the expression levels of plasma CircOGDH and CircHECTD1 in the study group on admission

图1 ROC curves of predicting poor prognosis based on the expression levels of plasma CircOGDH and CircHECTD1 in the study group on admission

3 讨论

依达拉奉右莰醇是一种用于治疗AIS和神经退行性疾病的药物,主要通过抗氧化、抗炎、改善微循环、保护线粒体功能和促进神经修复发挥作用<sup>[11]</sup>。自由基是细胞代谢过程中产生的有害物质,过量的自由基会导致细胞氧化损伤。依达拉奉右莰醇能有效清除自由基,保护脑细胞,减轻AIS引起的损伤。炎症反应会加重脑损伤,依达拉奉右莰醇能抑制炎症介质释放,减轻炎症反应,保护脑组织,减轻脑组织的继发性损伤,促进脑功能恢复。脑供氧不足是脑卒中后的常见问题,可能加剧脑细胞损伤。依达拉奉右莰醇能扩张脑血管,改善脑部血液循环,增加脑部供氧,促进受损神经细胞恢复。线粒体是细胞的能量工厂,其功能稳定对细胞的生存和功能均至关重要,AIS常致线粒体功能受损,依达拉奉右莰醇能稳定线粒体膜,保护线粒体功能,减少细胞凋亡,帮助神经细胞维持正常功能。AIS后,神经细胞的修复和再生是康复的关键,依达拉奉右莰醇可促进神经细胞的再生和修复,帮助受损神经功能恢复。丁苯酞氯化钠注射液能改善AIS患者中枢神经功能损害,并改善神经功能缺损。陈瑀<sup>[12]</sup>的研究发现,丁苯酞能阻断AIS所致脑损伤的多个病理学环节,且抗缺血作用强,能明显缩小脑缺血梗死范围,减轻脑水肿,改善脑能量

代谢及缺血区的微循环、血流量,抑制神经细胞凋亡,还具有抗脑血栓和抗血小板聚集作用。本研究结果显示,两组患者用药后7,14 d的NIHSS和mRS评分均较用药前显著降低( $P < 0.05$ ),且研究组的预后良好率显著高于对照组( $P < 0.05$ ),表明丁苯酞联合依达拉奉右莰醇有助于改善AIS患者的神经功能及短期预后,这与既往的研究<sup>[13]</sup>结果一致。

李宇晴等<sup>[14]</sup>发现,大脑动脉闭塞模型大鼠梗死区脑组织内CircRNA表达谱出现了明显异常,且对脑损伤后的功能康复不利,是潜在的AIS生物标志物。此外,CircRNA家族成员CircOGDH和CircHECTD1,CircOGDH和CircHECTD1可调节缺血半暗带区域细胞的生存和凋亡水平,AIS发病后在缺血缺氧的神经元中呈高表达,认为二者是AIS后神经元凋亡的潜在干预靶点<sup>[15]</sup>。AIS患者血浆中CircOGDH的表达水平呈上调趋势,且受低氧诱导因子-1(HIF-1)表达的调控,即脑组织缺血/缺氧能提高HIF-1的表达水平,HIF-1与缺氧反应元件结合后可上调甘露糖结合凝集素(MBL)的表达水平,诱导OGDH基因内含子序列桥接环化,进而促使CircOGDH表达水平升高<sup>[16]</sup>。同时,CircHECTD1表达水平与缺血性脑卒中患者急性生理和慢性健康评价II(APACHE II)评分、脑梗死面积均呈正相关,表明该分子参与了缺血性脑卒中的进展过程。在脑缺血再灌注损伤模型大鼠中,CircHECTD1与mir-27a-3p有效结合后可促进卵泡抑素样蛋白1(FSTL-1)表达,诱导神经元凋亡,使神经功能障碍程度加重<sup>[17]</sup>。本研究结果显示,两组患者用药后7 d的血浆CircOGDH和CircHECTD1表达水平均较用药前显著降低( $P < 0.05$ ),且研究组预后不良患者入院时的血浆CircOGDH和CircHECTD1表达水平均显著高于预后良好患者( $P < 0.05$ ),表明血浆CircOGDH与CircHECTD1表达水平可能与AIS病情变化、疾病转归及预后有关。此外,血浆CircOGDH和CircHECTD1表达水平可协助临床预测AIS预后不良(灵敏度为81.45,特异度为88.92,AUC为0.897),与李艳等<sup>[18]</sup>的研究结果相似。即AIS患者血浆CircHECTD1和CircOGDH表达水平升高与神经功能障碍程度显著相关,二者联合检测有助于预测AIS的不良预后。

综上所述,丁苯酞联合依达拉奉右莰醇有助于改善AIS患者的短期预后,其作用机制可能与下调血浆CircOGDH和CircHECTD1表达有关。

## 参考文献

- [1] Heitkamp C, Winkelmeier L, Heit J J, et al. Early neurological deterioration in patients with acute ischemic stroke is linked to unfavorable cerebral venous outflow [J]. *Eur Stroke J*, 2024, 9(1):162-171.
- [2] 胡樑臣,李可静,于学会,等.依达拉奉右莰醇联合丁苯酞对急性脑梗死患者静脉溶栓后神经功能缺损程度及神经元

保护作用[J]. *微循环学杂志*, 2023, 33(1):33-37.

- [3] 王建宇,张莉,高倩,等.丁苯酞注射液治疗急性进展性脑梗死病人的临床疗效及机制研究[J]. *安徽医药*, 2022, 26(1):5-11.
- [4] 杨华英,崔娅晖,郑连红,等.依达拉奉右莰醇联合丁苯酞氯化钠注射液对急性脑梗死患者血清单核细胞趋化蛋白-1,内皮素-1表达的影响[J]. *中国药业*, 2024, 33(9):135-138.
- [5] Dong Z F, Deng L N, Peng Q X, et al. CircRNA expression profiles and function prediction in peripheral blood mononuclear cells of patients with acute ischemic stroke [J]. *J Cell Physiol*, 2020, 235(3):96-98.
- [6] Liu Y F, Li Y F, Zang J K, et al. CircOGDH Is a Penumbral Bio-marker and Therapeutic Target in Acute Ischemic Stroke [J]. *Circ Res*, 2022, 130(6):907-924.
- [7] Han B, Zhang Y, Zhang Y H, et al. Novel insight into circular RNA HECTD1 in astrocyte activation via autophagy by targeting MIR142-TIPARP: implications for cerebral ischemic stroke [J]. *Autophagy*, 2018, 14(7):1164-1170.
- [8] 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):17-23.
- [9] 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.
- [10] 易成根,傅爱红,曾俊峰.银杏叶提取物联合罂粟碱注射液对急性缺血性脑卒中患者NIHSS,mRS评分的变化分析[J]. *江西医药*, 2024, 59(1):18-20.
- [11] 吴正欢,史俊,周梦奇,等.依达拉奉右莰醇注射用浓溶液联合己酮可可碱治疗急性脑梗死的临床研究[J]. *现代药物与临床*, 2023, 38(3):591-595.
- [12] 陈瑀.丁苯酞氯化钠注射液对脑梗死患者脑血管功能的影响分析[J]. *中国实用医药*, 2024, 19(1):116-118.
- [13] 林雅明,吴云虹,肖林婷,等.依达拉奉右莰醇联合丁苯酞治疗急性脑梗死患者的临床研究[J]. *中国临床药理学杂志*, 2023, 39(18):2602-2606.
- [14] 李宇晴,徐添.环状RNA与缺血性脑卒中关系的研究进展[J]. *南通大学学报(医学版)*, 2023, 43(1):50-54.
- [15] 廖洁凤. circHECTD1促进SPIO标记的hMSCs分化及其对缺血性脑卒中的治疗作用研究[D]. 南京:东南大学, 2019:1-7.
- [16] Liu Y F, Zhang T Y, Zou X, et al. Penumbral-targeted CircOGDH siRNA-loaded nanoparticles alleviate neuronal apoptosis in focal brain ischaemia [J]. *Stroke Vasc Neurol*, 2024, 9(2):134-144.
- [17] 张微,侯晓强,杨娜,等.急性脑梗死病人血清circ\_HECTD1表达与病情严重程度的关系[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2024, 22(6):1139-1142.
- [18] 李艳,王瑶,王冬梅.急性缺血性脑卒中患者血浆CircOGDH, CircHECTD1表达及临床意义[J]. *国际检验医学杂志*, 2024, 45(13):1558-1563.

(收稿日期:2024-10-18;修回日期:2026-05-17)