

论 著

基于NIHSS评分和多模MRI构建急性卒中机械取栓后预后预测模型*

杨小庆¹ 周星帆² 殷信道²
陈国中² 吴 刚^{2,*}1.南京市中西医结合医院放射科
(江苏 南京 210000)

2.南京医科大学附属南京医院(南京市第一医院)医学影像科 (江苏 南京 210006)

【摘要】目的 本文旨在基于入院NIHSS评分和多模MRI构建急性卒中机械取栓后预后预测模型。方法 收集2017年1月至2020年06月在本院就诊的急性卒中患者79例。收集所有患者机械取栓治疗前多模态MRI(DWI和PWI)数据和一般临床资料。应用mRS评分评估患者3个月预后。应用多元逻辑回归分析并构建卒中预后预测模型,采用受试者操作曲线(receiver operating characteristic, ROC)分析其对卒中预后的预测效能。结果 与预后不良组(n=43)相比,预后良好组(n=36)的入院NIHSS评分较低(10.22 ± 5.13 vs 15.02 ± 4.98 ; $t=4.211$, $P<0.001$)、入院DWI梗死体积较小(19.29 ± 22.60 vs 55.63 ± 48.48 ; $t=-4.134$, $P<0.001$)、 $T_{max}>6s$ 体积较小(80.29 ± 42.42 vs 130.69 ± 62.60 ; $t=-4.104$, $P<0.001$)、低灌注强度比值(hypoperfusion intensity ratio, HIR)较高(0.32 ± 0.10 vs 0.53 ± 0.17 ; $t=-6.454$, $P<0.001$)。多元逻辑回归分析显示入院NIHSS评分(OR 1.176; 95% CI: 1.019~1.359; $P=0.027$)、HIR(OR 4.687; 95% CI: 5.647~38.892; $P=0.002$)为预测卒中预后的独立预测因子。ROC分析显示临床联合MRI模型预测急性卒中预后的效能明显高于其他单因素模型, AUC达0.914(95% CI: 0.845~0.983), 其敏感性为95.3%, 特异度为86.1%。结论 入院NIHSS评分联合多模MRI的预测模型可准确预测急性卒中机械取栓治疗后预后。

【关键词】卒中; 扩散加权成像; 灌注加权成像; 预后

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】国家自然科学基金(82001811)
南京市卫计委医药卫生科研项目
(YKK18101)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.02.006

The Study of Functional Outcome Prediction Model in Acute Stroke after Mechanical Thrombectomy by Combining NIHSS Score and Multimode MRI*

YANG Xiao-qing¹, ZHOU Xing-fan², YIN Xin-dao², CHEN Guo-zhong², WU Gang^{2,*}.

1.Department of Radiology, Nanjing Integrated Traditional Chinese And Western Medicine Hospital, Nanjing 210000, Jiangsu Province, China

2.Department of Radiology, Nanjing First Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing 210006, Jiangsu Province, China

ABSTRACT

Objective We studied to establish the outcome prediction model in acute stroke after mechanical thrombectomy by combining NIHSS score and multimode MRI. **Methods** 79 acute stroke patients from January 2017 to June 2020 in our hospital were enrolled. Multimodal MRI data (DWI and PWI) before mechanical thrombectomy therapy and clinical data were collected. The functional outcome was evaluated using mRS at 3 months. Multivariate logistic regression analysis was used to establish the model for predicting the outcome, and receiver operating characteristic (ROC) was used to analyze its predictive effect on the outcome in acute stroke. **Results** Compared with the poor outcome group (n=43), the good outcome group (n=36) had lower NIHSS score (10.22 ± 5.13 vs 15.02 ± 4.98 ; $t=4.211$, $P<0.001$), smaller DWI infarct volume (19.29 ± 22.60 vs 55.63 ± 48.48 ; $t=-4.134$, $P<0.001$), smaller $T_{max}>6s$ volume (80.29 ± 42.42 vs 130.69 ± 62.60 ; $t=-4.104$, $P<0.001$) and higher hypoperfusion intensity ratio (HIR) (0.32 ± 0.10 vs 0.53 ± 0.17 ; $t=-6.454$, $P<0.001$). Multivariable logistic analysis demonstrated that NIHSS score (OR, 1.176; 95% CI, 1.019~1.359; $P=0.027$) and HIR (OR, 4.687; 95% CI, 5.647~38.892; $P=0.002$) were independently associated with functional outcome. Receiver operating characteristic (ROC) analysis demonstrated that combining clinical and MRI model was better than the other univariate models, with the AUC of 0.914 (95% CI: 0.845~0.983), a sensitivity of 95.3% and a specificity of 86.1%. **Conclusions** The prediction model of combining NIHSS score and multimode MRI can accurately predict the outcome of acute stroke after mechanical thrombectomy.

Keywords: Stroke; Diffusion Weighted Imaging; Perfusion-weighted Imaging; Outcome

急性缺血性脑卒中不仅具有高发病率, 其致残率和死亡率也较高, 给患者个人、家庭及社会造成沉重的负担^[1]。近年来随着血管内机械取栓治疗技术不断发展, 急性卒中患者的预后明显改善^[2]。然而, 急性卒中机械取栓治疗受医疗条件、医生技术水平等限制, 需经严格的临床和影像学评估后才可进行治疗, 导致患者预后差异较大。以往的研究显示年龄、基线NIHSS评分等临床因素及扩散加权成像(diffusion-weighted imaging, DWI)梗死体积、侧枝循环等影像因素均可影响急性卒中预后^[3-5], 但是目前基于这些因素预测急性卒中机械取栓治疗后预后仍存在争议, 给临床治疗方案制定带来了困难。本研究旨在探讨NIHSS评分联合多模MRI在预测急性卒中机械取栓治疗后预后预测中的价值, 为临床治疗方案制定提供指导。

1 资料与方法

1.1 研究对象 本研究为回顾性研究, 收集2017年1月至2020年6月在南京市第一医院神经内科就诊并行血管内机械取栓切除治疗的急性缺血性脑卒中患者。

纳入标准: 首次发生卒中; 治疗前行多模MRI(DWI、PWI)检查; 急性前循环卒中患者; 有3个月预后评估(mRS评分)。排除标准: 存在外伤、脱髓鞘病变及出血等可能严重影响神经功能预后的疾病; 影像图像存在运动伪影影响评估结果。最终共有79例患者纳入研究, 其中男性49例, 女性30例, 平均年龄(71.37 ± 10.71)岁。

同时在患者入院后收集其一般临床数据、入院NIHSS评分及与卒中发病相关的既往病史。采用3个月的mRS评分评估患者的临床预后(0~2为预后良好; 3~6为预后不良)^[6]。本研究经南京市第一医院委员会批准, 所有患者在MRI检查前及机械取栓治疗前均签署知情同意书。

1.2 检查方法 治疗前MRI检查采用Philips 3.0T MR成像仪(Ingenia, Netherlands)扫描。扫描序列及参数如下: (1)DWI采用自旋回波序列, 重复时间=2501ms, 回波时间=98ms, FA=90°, FOV=230mm×230mm, MATRIX=152×122, 层厚6mm, 18层, 层间距1.3mm, b=0、1000s/mm²; (2)DSC-PWI: 选用平面回波序列, 重复时间=2000ms, 回波时间=30ms, FA=90°, FOV=224mm×224mm, MATRIX=96×93, 层厚4mm, 持续时间88s。

1.3 影像分析 应用RAPID软件自动生成DWI梗死体积、 $T_{max}>6s$ 体积及低灌注强度比值(hypoperfusion intensity ratio, HIR)。血管内机械取栓治疗后血管再通由2名经验丰

【第一作者】杨小庆, 女, 住院医师, 主要研究方向: 神经影像方面。E-mail: 794405567@qq.com

【通讯作者】吴 刚, 男, 副主任医师, 主要研究方向: 神经影像方面。E-mail: 94405567@qq.com

富的神经放射学诊断医师采用mTICI分级方法共同评估^[6]: mTICI 2b-3级为血管完全再通, mTICI 0-2a级为不全血管再通。

1.4 统计学分析 采用SPSS 26.0统计学软件处理数据。计量资料采用平均数±标准差表示, 计数资料采用例(%)表示。两组间比较采用独立t检或卡方检验进行分析。P<0.05为差异有统计学意义。应用多元逻辑回归具有统计学意义的参数筛选出预后的最佳独立预测因子, 基于以上独立预测因子构建急性脑卒中预后预测模型。应用受试者操作曲线(receiver operating characteristic, ROC)评估单因素及多因素模型的预测效能。

2 结果

2.1 急性脑卒中预后良好与预后不良组临床和影像参数比较

表1 不同预后卒中患者间各参数比较

变量	预后良好(n=36)	预后不良(n=43)	t/ χ^2	P
性别,男	25(49.15%)	24(58.54%)	1.546	0.250
年龄,岁	68.11±10.36	73.53±10.11	-2.347	0.021*
入院NIHSS	10.22±5.13	15.02±4.98	-4.211	<0.001*
发病至MRI扫描时间,小时	3.39±2.15	4.46±7.80	-0.803	0.424
发病至血管再通时间,小时	4.17±3.08	5.19±7.76	-1.397	0.316
吸烟	7(19.44%)	13(30.23%)	1.206	0.309
饮酒	6(16.67%)	13(30.23%)	1.974	0.193
糖尿病	5(13.89%)	12(27.91%)	2.280	0.173
高血压	28(77.78%)	39(90.70%)	2.539	0.129
房颤	12(33.33%)	15(34.88%)	0.021	1.000
高脂血症	7(19.44%)	12(14.63%)	0.768	0.437
高同型半胱氨酸	6(11.02%)	13(30.23%)	1.206	0.309
治疗前DWI梗死体积, mL	19.29±22.60	55.63±48.48	-4.134	<0.001*
T _{max} >6s体积, mL	80.29±42.42	130.69±62.60	-4.104	<0.001*
DWI-PWI不匹配体积, mL	61.00±34.49	75.06±47.26	-1.484	0.142
HIR	0.32±0.10	0.53±0.17	-6.454	<0.001*
血管完全再通(mTICI 2b-3)	25(69.44%)	21(48.84%)	3.421	0.072
3个月mRS评分	1.17±0.88	4.51±1.22	-3.114	<0.001*

2.2 卒中预后预测因子的多元逻辑回归分析 将表1的参数(P<0.05)纳入多元逻辑回归分析, 结果显示入院NIHSS评分(OR 1.176; 95% CI: 1.019-1.359; P=0.027)、HIR(OR 4.687; 95% CI: 5.647-38.892; P=0.002)为预测卒中预后的独立预测因子, 表2。

表2 卒中预后预测因子的多元逻辑回归分析结果

	b	Sb	Wald χ^2	OR	95%CI	P
年龄	0.058	0.035	2.795	1.060	0.990-1.134	0.095
入院NIHSS评分	0.162	0.074	4.882	1.176	1.019-1.359	0.027*
DWI梗死体积	0.004	0.018	0.065	1.005	0.970-1.040	0.798
T _{max} >6s	0.004	0.007	0.271	1.004	0.989-1.018	0.603
HIR	10.755	3.429	9.836	4.687	5.647-38.892	0.002*

2.3 卒中预后的ROC分析 ROC分析显示入院NIHSS评分联合多模MRI模型预测急性卒中预后的AUC明显高于其他单因素模型, 达0.914(0.845-0.983), 其敏感性为95.3%, 特异度为86.1%, 表3、图3。

表3 卒中预后的ROC分析结果

	AUC	95%CI	临界值	敏感性	特异性
年龄	0.653	0.532-0.774	64.5	83.7%	41.7%
入院NIHSS评分	0.749	0.635-0.863	12.5	69.8%	77.8%
DWI梗死体积	0.787	0.688-0.886	13.5	83.7%	63.9%
T _{max} >6s	0.749	0.640-0.858	79.35	76.7%	66.7%
HIR	0.870	0.786-0.953	0.395	88.4%	80.6%
入院NIHSS评分联合MRI	0.914	0.845-0.983	-	95.3%	86.1%

共79例患者纳入本研究, 其中, 男性49例, 女性30例, 平均年龄为(69.37±10.14)岁, 预后良好组为36例, 预后不良组为43例。预后良好组的入院NIHSS评分明显低于预后不良组(10.22±5.13 vs 15.02±4.98; t=4.211, P<0.001)。与预后不良组相比, 预后良好组入院DWI梗死体积较小(19.29±22.60 vs 55.63±48.48)、T_{max}>6s体积较小(80.29±42.42 vs 130.69±62.60)、HIR值较高(0.32±0.10 vs 0.53±0.17)(图1~图2), 具有统计学差异(t=-4.134, P<0.001; t=-4.104, P<0.001; t=-6.454, P<0.001), 然而两组间DWI-PWI不匹配体积无明显差异(P>0.05)。经机械取栓切除术后, 两组间血管完全再通率无明显意义(69.44% vs 48.84%; $\chi^2=3.421$, P=0.072)。两组间其余参数比较无统计学差异(P>0.05), 表1。

3 讨论

近年来, 急性缺血性脑卒中治疗技术快速发展, 其中血管内机械取栓治疗最重要的进展, 可显著改善卒中患者预后^[7]。然而, 影响血管内机械取栓治疗后预后的因素较多, 以往的研究认为发病时间和神经功能缺损(NIHSS评分)对预后影响较大^[5,8]。随着先进影像技术的发展, 更多的影像因素可影响预后并可通过影像技术更恰当地选择患者进行干预。其中, DWI和PWI技术是用于评估急性卒中梗死体积及缺血半暗带最敏感且最常用的影像技术, DWI的参数表观弥散系数可反映水分子弥散运动的程度。由于ADC可定量评估缺血程度, 因此, DWI较其他常规MRI检查可更敏感的评估急性卒中梗死体积。PWI可反映组织血流灌注情况, 其参数可量化血脑屏障微循环灌注状态及判断血脑屏障损伤程度, 可用于选择再灌注治疗并预测临床神经功能预后^[9-11]。尽管目前关于急性卒中血管内机械取栓治疗后预后评估的研究较多, 但由于急性卒中发病机制复杂, 目前关于急性卒中血管内机械取栓治疗后预后的研究结果仍存在分歧。

目前, 基于DWI和PWI不匹配的影像学方法是临床最被认可的筛选符合血管内机械取栓治疗的评估方法^[12], 当存在DWI-PWI不匹配时, 即使超过取栓时间窗, 患者也可能从机械取栓中获益。但有研究发现该评估方法并不能很好的预测急性脑卒中的治疗反应。本研究通过评估MRI数据结果显示, 与预后良好组相比, 预后不良组的入院DWI梗死体积及T_{max}>6s体积明显较大, 而DWI-PWI不匹配体积虽较大, 但两组间比较无明显统计学差异, 这与以往的研究一致^[13-14]。Raoult等^[15]研究显示DWI梗死体积>80mL时常预后不良。DWI上高信号区域通常被认为

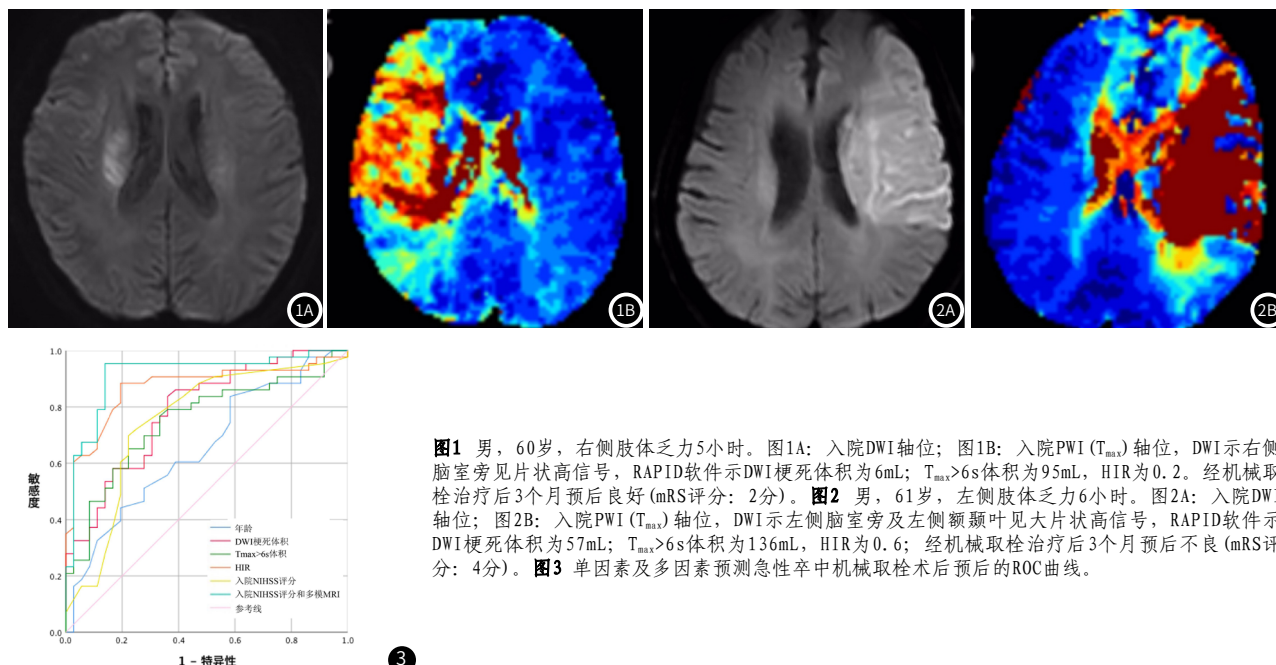


图1 男, 60岁, 右侧肢体乏力5小时。图1A: 入院DWI轴位; 图1B: 入院PWI (T_{max}) 轴位, DWI示右侧脑室旁见片状高信号, RAPID软件示DWI梗死体积为6mL; $T_{max}>6s$ 体积为95mL, HIR为0.2。经机械取栓治疗后3个月预后良好(mRS评分: 2分)。图2 男, 61岁, 左侧肢体乏力6小时。图2A: 入院DWI轴位; 图2B: 入院PWI (T_{max}) 轴位, DWI示左侧脑室旁及左侧额颞叶见大片状高信号, RAPID软件示DWI梗死体积为57mL; $T_{max}>6s$ 体积为136mL, HIR为0.6; 经机械取栓治疗后3个月预后不良(mRS评分: 4分)。图3 单因素及多因素预测急性卒中机械取栓术后预后的ROC曲线。

是不可挽救的核心梗死区, PWI异常区域中包含了不可挽救的核心梗死区和经过及时有效的治疗可恢复的缺血半暗带组织。Mundiyapurath等^[16]发现PWI的参数 $T_{max} \geq 8s$ 和 $TTP \geq 6s$ 可用于预测颈内动脉狭窄导致的AIS患者的预后。但是DWI-PWI不匹配不能解释核心梗死区与异常灌注区的绝对大小。在EPITHET试验中, 绝对 T_{max} 和DWI病变体积、而不是DWI-PWI不匹配体积影响再灌注治疗反应^[17]。此外, 不同PWI评估参数其预测卒中预后的价值也不同。Shin等^[18]研究发现机械取栓治疗后的PWI参数达峰时间(time-to-peak, TTP)体积和治疗前后TTP体积变化是卒中预后的独立预测因素, 可能是预后的标志物。Pistocchi等^[19]研究显示不同的DWI-PWI不匹配分析软件可能会影响患者在血管内治疗前的选择和临床预后结果评估。以上这些研究多单独考虑影像因素, 临床因素对预后的影响也至关重要。本研究结果显示除了MRI数据可影响卒中预后外, 年龄、入院NIHSS评分在预后良好组与预后不良组间也有差异。这些参数均可能是预测预后的指标。

通过多元逻辑回归分析显示入院NIHSS评分、HIR是预测急性脑卒中预后的相关因子。以往已有较多研究表明入院NIHSS评分预测卒中预后^[5,18-19]。Olivot等^[20]发现较高的HIR通常功能预后较差。本研究通过对与卒中密切相关的参数进行ROC分析发现, 在单因素预测中, HIR预测卒中预后的AUC最高, 当HIR临界值达0.395时, 其敏感性和特异性达88.4%和80.6%。在缺血性卒中患者中, 当血管闭塞时, 会形成新生吻合血管, 用于代偿, 侧枝循环的形成取决于新生血管的生成, 丰富的侧支循环可保护缺血组织, 从而使患者具有更好的功能恢复^[21]。由此可见HIR作为侧枝循环的指标, 在预测卒中预后中具有重要的价值。然而, 本研究通过联合入院NIHSS评分及多模MRI参数进行ROC分析时发现, 其预测卒中预后的AUC明显优于单因素, 敏感性及特异性达95.3%和86.1%。本研究结果表明, 联合入院NIHSS评分及多模MRI参数可更准确的预测卒中预后。

本研究仍存在局限性。首先, 未将与急性脑卒中预后相关的影响因素如取栓次数、侧支循环等纳入研究; 其次, 本研究为小样本、单中心研究, 需进一步进行多中心、大样本的研究; 最后, 需进一步进行前瞻性分析来验证结果。

综上所述, 入院NIHSS评分及HIR与急性脑卒中机械取栓治疗后预后密切相关。基于入院NIHSS评分联合多模MRI构建的急性脑卒中预后预测模型, 具有较高的准确率, 可指导临床治疗方案决策和早期干预, 改善患者的生活质量。

参考文献

- [1] Boursin P, Paternotte S, Dercy B, et al. Semantics, epidemiology and semiology of stroke[J]. Soins, 2018, 63 (828): 24-27.
- [2] Munich S A, Vakharia K, Levy E I. Overview of Mechanical Thrombectomy Techniques[J]. Neuro surgery, 2019, 85 (suppl.1): S60-S67.
- [3] Raoult H, Lassalle M V, Parat B, et al. Dwi-based algorithm to predict disability in patients treated with thrombectomy for acute stroke[J]. AJNR. American journal of neuroradiology, 2020, 41 (2): 274-279.
- [4] Jiang L, Peng M, Chen H, 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.
- [5] Wouters A, Nysten C, Thijs V, et al. Prediction of Outcome in Patients With Acute Ischemic Stroke Based on Initial Severity and Improvement in the First 24h[J]. Front Neurol, 2018, 9: 308.
- [6] Jahan R, Saver J L, Schwamm L H, et al. Association Between Time to Treatment With Endovascular Reperfusion Therapy and Outcomes in Patients With Acute Ischemic Stroke Treated in Clinical Practice[J]. JAMA, 2019, 322 (3): 252-263.
- [7] 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.
- [8] Jahan R, Saver J L, Schwamm L H, et al. Association Between Time to Treatment With Endovascular Reperfusion Therapy and Outcomes in Patients With Acute Ischemic Stroke Treated in Clinical Practice[J]. JAMA, 2019, 322 (3): 252-263.
- [9] 张艳波, 宋志成, 史丽杰, 等. 多模态MR在急性缺血性脑卒中中的应用研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18 (5): 66-68, 78.
- [10] 金可鑫, 丁佳悦, 孟然. 磁共振灌注成像在预警和预后缺血性脑卒中的应用[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2020, 22 (2): 110-112.
- [11] Mundiyapurath S, Diatschuk S, Loebel S, et al. Outcome of patients with proximal vessel occlusion of the anterior circulation and DWI-PWI mismatch is time-dependent[J]. Eur J Radiol, 2017, 91: 82-87.
- [12] Wolman D N, Iv M, Wintermark M, et al. Can diffusion- and perfusion-weighted imaging alone accurately triage anterior circulation acute ischemic stroke patients to endovascular therapy[J]. J Neurointerv Surg, 2018, 10 (12): 1132-1136.
- [13] Zhou S B, Zhang X M, Gao Y, et al. Diffusion-weighted imaging volume and diffusion-weighted imaging volume growth in acute stroke: associations with fluid-attenuated inversion recovery hyperintensities-diffusion-weighted imaging mismatch and functional outcome[J]. Neuroreport, 2019, 30 (13): 875-881.
- [14] 郭群, 吴含, 彭明洋, 等. 基于DWI的影像组学和机器学习预测急性脑卒中机械取栓后预后[J]. 磁共振成像, 2021, 12 (10): 32-35, 48.
- [15] Raoult H, Lassalle M V, Parat B, et al. Dwi-based algorithm to predict disability in patients treated with thrombectomy for acute stroke. AJNR[J]. American journal of neuroradiology, 2020, 41 (2): 274-279.
- [16] Mundiyapurath S, Ringleb P A, Diatschuk S, et al. Time-dependent parameter of perfusion imaging as independent predictor of clinical outcome in symptomatic carotid artery stenosis[J]. BMC neurology, 2016, 16: 50.
- [17] Parsons M W, Christensen S, McElduff P, et al. Pretreatment diffusion- and perfusion-MR lesion volumes have a crucial influence on clinical response to stroke thrombolysis[J]. J Cereb Blood Flow Metab, 2010, 30 (6): 1214-1225.
- [18] Pistocchi S, Strambo D, Bartolini B, et al. MRI software for diffusion-perfusion mismatch analysis may impact on patients' selection and clinical outcome[J]. Eur Radiol, 2022, 32 (2): 1144-1153.
- [19] Shin J, Kim Y S, Jang H S, et al. Perfusion recovery on TTP maps after endovascular stroke treatment might predict favorable neurological outcomes[J]. Eur Radiol, 2020, 30 (12): 6421-6431.
- [20] Olivot J M, Mlynash M, Inoue M, et al. Hypoperfusion intensity ratio predicts infarct progression and functional outcome in the DEFUSE 2 Cohort[J]. Stroke, 2014, 45 (4): 1018-1023.
- [21] Alves H C, Pacheco F T, Rocha A J. Collateral blood vessels in acute ischemic stroke: A physiological window to predict future outcomes[J]. Arquivos de neuro-psiquiatria, 2016, 74 (8): 662-670.

(收稿日期: 2021-09-04) (校对编辑: 姚丽娜)