

· 中枢神经影像学 ·

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

陈妙玲, 梁满球, 邹玉坚, 袁灼彬, 刘勇林, 黄翔, 王芳, 范宪森

【摘要】 目的:探讨扩散加权成像阿尔伯塔卒中项目早期 CT 评分(DWI-ASPECTS)对大脑中动脉(MCA)供血区急性脑梗死患者发生早期神经功能恶化(END)的预测价值。**方法:**回顾性分析本院神经内科收治的 93 例 MCA 供血区急性脑梗死患者病例资料,根据是否发生 END 分为非 END 组和 END 组,对两组患者的临床和影像数据行差异与回归分析,采用受试者操作特征(ROC)曲线评价 DWI-ASPECTS 对 MCA 供血区急性脑梗死患者 END 的预测价值。**结果:**93 例患者中,发生 END 者 27 例(END 组),非 END 组 66 例。两组比较,END 组的 DWI-ASPECTS、血管狭窄部位、入院 NIHSS 评分、入院空腹血糖、糖尿病史与非 END 组的差异有统计学意义($P < 0.05$)。二元 Logistic 回归分析显示,DWI-ASPECTS 与 END 风险相关,差异具有统计学意义($OR = 0.736, 95\%CI: 0.564 \sim 0.961, P = 0.024$)。ROC 曲线分析显示当 DWI-ASPECTS ≤ 4 时,DWI-ASPECTS 对预测 MCA 供血区急性脑梗死患者 END 的敏感度为 74.07%,特异度为 69.70%,曲线下面积(AUC)为 0.745(95%CI: 0.644 ~ 0.829)。**结论:**DWI-ASPECTS 对大脑中动脉供血区急性脑梗死患者 END 的发生有一定的预测价值。

【关键词】 脑梗死; 扩散加权成像; 疾病严重程度指数; 早期神经功能恶化; 阿尔伯塔卒中项目早期 CT 评分

【中图分类号】 R445.2; R743.33 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2022)07-0813-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2022.07.003

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The predictive value of DWI-ASPECTS for early neurological deterioration in patients with acute middle cerebral artery territory infarction CHEN Miao-ling, LIANG Man-qiu, ZOU Yu-jian, et al. Department of Radiology, Dongguan People's Hospital, Guangdong 523000, China

【Abstract】 Objective: To evaluate the value of diffusion-weighted imaging-Alberta stroke program early computed tomography score (DWI-ASPECTS) for predicting early neurological deterioration (END) in patients with acute middle cerebral artery (MCA) territory infarction. **Methods:** Ninety-three patients with acute ischemic stroke in the territory of MCA admitted to the department of neurology of our hospital were retrospectively enrolled. These patients were divided into non-END and END groups according to the occurrence of END. The clinical and imaging data were analyzed by the single factor and binary logistic regression analysis. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to evaluate the predictive value of DWI-ASPECTS in patients with acute MCA territory infarction. **Results:** Of the 93 patients, twenty-seven patients developed END (END group), whereas 66 patients without END (non-END group). DWI-ASPECTS, the distribution of stenosis location, the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) scores at admission, fasting blood glucose and the history of diabetes were statically significant differences between groups ($P < 0.05$). Binary Logistic regressions indicated that DWI-ASPECTS [odds ratio (OR): 0.736; 95% confidence interval (CI): 0.564 ~ 0.961, $P = 0.024$] was significantly correlated with END. ROC curve analysis showed that the sensitivity, specificity, and the area under the curve were 74.07%, 69.70%, and 0.745 (95%CI: 0.644 ~ 0.829) in predicting END when DWI-ASPECTS was ≤ 4 . **Conclusion:** DWI-ASPECTS has certain predictive value for the occurrence of END in patients with acute MCA territory infarction.

作者单位: 523000 广东, 东莞市人民医院放射科(陈妙玲、梁满球、邹玉坚、袁灼彬、黄翔、王芳、范宪森), 神经内科(刘勇林)
作者简介: 陈妙玲(1984-), 女, 广东东莞人, 硕士研究生, 主治医师, 主要从事磁共振影像诊断工作。
通讯作者: 邹玉坚, E-mail: zouyujian@sohu.com
基金项目: 广东省东莞市社会发展(一般)项目(201950715001845)

【Key words】 Brain infarction; Diffusion weighted imaging; Severity of illness index; Early neurological deterioration; Alberta stroke program early computed tomography score

急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)是常见的脑血管疾病,其中大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)供血区是脑卒中高发区,涉及多个重要神经中枢,故 MCA 供血区急性脑梗死可严重影响患者的神经功能。早期神经功能恶化(early neurological deterioration, END)是 AIS 的一个特殊类型,主要表现为神经功能缺损在发病后的数小时至数天内呈持续或阶梯式加重^[1-2]。如能找到快速可靠实用的评估方法来预测 END 的发生风险,并早期干预治疗,对提高患者预后、减轻家庭和社会负担具有重要意义。

阿尔伯特卒中项目早期 CT 评分(Alberta stroke program early computed tomography score, ASPECTS)^[3]是一种简单、可靠评估 MCA 供血区早期缺血性变化的评分系统,基于扩散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)的 ASPECTS 称为 DWI-ASPECTS,能快速半定量评价脑梗死大小,可反映脑生理状态及其变化的信息。目前使用 DWI-ASPECTS 评估早期神经功能恶化的研究较少,本研究旨在探讨 DWI-ASPECTS 是否可以用作 MCA 供血区急性脑梗死患者 END 的有效评估指标。

材料与方法

1. 研究对象

收集 2019 年 1 月—2021 年 7 月本院神经内科收治并符合纳入和排除标准的 MCA 供血区急性脑梗死患者。纳入标准:①首次发病且在 2 天内收治入院并完成 MRI 检查;②符合 2018 年《中国急性缺血性脑卒中诊治指南》诊断标准^[4],且 TOAST 分型为大动脉粥样硬化型;③年龄 <80 岁;④临床数据完整,影像图像清晰。排除标准:①对侧颈内动脉或 MCA 狭窄(狭窄率 $\geq 50\%$)或闭塞;②累及后循环或双侧大脑半球的急性脑梗死;③已溶栓或血管内治疗;④有出血转化、脑肿瘤、脑外伤等其他神经系统疾病。本研究为回顾性研究,已获得本院医学研究伦理委员会批准。

2. 资料采集及相关评价标准

资料收集:收集患者年龄、性别、美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)评分、实验室检查(入院时血脂、空腹血糖、糖化血红蛋白等)、脑血管病危险因素(高血压、糖尿病、高脂血症等)。

END 诊断标准:入院后 72 小时内 NIHSS 评分较前增加 ≥ 2 分。根据是否发生 END 分为非 END 和 END 组。

DWI-ASPECTS 评分标准:将大脑中动脉供血区共分 10 个区域^[3],分别是核团层面的尾状核(C)、豆状核(L)、内囊(IC)、岛叶(I)、大脑中动脉前皮质区(M1)、大脑中动脉岛叶外侧皮质区(M2)、大脑中动脉后皮质区(M3);核团上方层面大脑中动脉 M4、M5、M6,分别为 M1、M2、M3 相对应上方的大脑中动脉皮质区。每个区域各 1 分,正常总分为 10 分。在 DWI 图像上,每区域出现高信号则减 1 分,最后总得分分为 DWI-ASPECTS。

DWI 脑梗死面积:手动勾勒 DWI 图像上每层每个病灶范围,相加得到每层脑梗死面积,再将每层脑梗死面积相加则计算脑梗死总面积,取两名测量者测量数值的平均值为测量结果。

血管狭窄程度:基于 3D-TOF-MRA 原始图及 MIP 图像,参照指南^[5],再结合本研究具体情况进行血管狭窄程度分级。0 级,无狭窄;1 级,轻度狭窄,狭窄率 $<50\%$;2 级,中-重度狭窄,狭窄率为 $50\% \sim 99\%$,远端血管分支明显稀疏减少;3 级,闭塞,远端血管未显影。

血管狭窄部位:将脑梗死侧大血管狭窄部位分为:①颈内动脉颅内段;②大脑中动脉水平段 M1 段;③大脑中动脉脑岛段 M2 段;④大脑中动脉 M3 段;岛盖段及其以后血管分支。

以上所有 MR 图像数据评价均由两名高年资神经影像诊断医生在不知患者临床资料的前提下独立完成,若结果不一致时讨论后得出统一结论。

3. MRI 检查

采用 3.0T MR 成像仪器(Siemens Magnetom Skyra)、20 通道头颈联合线圈。扫描序列和参数:①横轴面 T_1 WI: TR 1500 ms, TE 11 ms, FOV 220 mm $\times$ 220 mm,层厚 4 mm,层间距 1.2 mm,矩阵 320 $\times$ 320。②横轴面 T_2 WI: TR 4720 ms, TE 96 ms, FOV 220 mm $\times$ 220 mm,层厚 4 mm,层间距 1.2 mm,矩阵 512 $\times$ 512。③横轴面 EPI DWI: TR 4640 ms, TE 67 ms, FOV 230 mm $\times$ 230 mm,层厚 4 mm,层间距 1.2 mm,矩阵 192 $\times$ 192。④冠状面 T_2 FLAIR: TR 9000 ms, TE 84 ms, FOV 230 mm $\times$ 230 mm,层厚 5 mm,层间距 1.5 mm,矩阵 320 $\times$ 320。⑤横轴面三维时间飞跃法磁共振血管成像(3 dimensional time of flight magnetic resonance angiography, 3D-TOF-MRA): TR 21 ms, TE 3.42 ms, FOV 200 mm $\times$ 200 mm,层厚 0.7 mm,层间距 0.14 mm,矩阵 384 $\times$ 384。

4. 统计学分析

采用 SPSS 22.0 统计软件,正态性计量资料以均数±标准差表示,非正态分布的计量资料以中位数和四分位间距(M,IQR)表示,计数资料以例数(构成比)表示,上述各组间比较分别采用独立样本 *t* 检验、Mann-Whitney *U* 检验、卡方检验。以 END 为因变量,将两组比较有统计学意义的变量纳入二元 Logistic 回归。绘制受试者操作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线评价 DWI-ASPECTS 对大脑中动脉供血区急性脑梗死患者 END 的诊断效能。按照约登指数(敏感度+特异度-1)最大值确定最佳分割点。 $P<0.05$ (双侧)表示差异有统计学意义。

结 果

1.两组一般资料比较

本研究共收集 MCA 供血区急性脑梗死患者 93 例,男 76 例,女 17 例,符合 END 的患者 27 例(END 组)。两组比较,END 组的 DWI-ASPECTS、血管狭窄部位、入院 NIHSS 评分、入院空腹血糖、糖尿病史与非 END 组的差异有统计学意义($P<0.05$)。两组患

者的年龄、性别、高血压、高脂血症、高半胱氨酸血症、缺血性心脏病、吸烟史、饮酒史、入院时收缩压和舒张压、入院时糖化血红蛋白、总胆固醇、甘油三脂、高密度胆固醇、低密度胆固醇、同型半胱氨酸、脑梗死面积、血管狭窄程度差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 1、图 1、2。

2.END 影响因素分析

对非 END 组与 END 组患者间差异有统计学意义的指标(包括 DWI-ASPECTS、血管狭窄部位、入院 NIHSS 评分、入院空腹血糖和糖尿病史)进行二元 Logistic 回归分析,结果显示,DWI-ASPECTS(OR=0.736,95%CI:0.564~0.961)与 END 相关,差异有统计学意义($P=0.024$,表 2)。

3.ROC 曲线

DWI-ASPECTS 预测 MCA 供血区急性脑梗死患者发生 END 的最佳分割点为 4,敏感度为 74.07%,特异度为 69.70%,ROC 曲线下面积(area under curve,AUC)为 0.745(95%CI:0.644~0.829),见图 3。

表 1 非 END 组与 END 组基线资料比较

变量	所有病例 (n=93)	非 END (n=66)	END 组 (n=27)	<i>t</i> 值、 <i>Z</i> 值 或 χ^2 值	<i>P</i> 值
人口统计学					
年龄(岁)	54.53±11.44	54.65±11.44	54.22±11.64	0.16	0.871
男性(n,%)	76(81.72%)	55(83.33%)	21(77.78%)	0.11	0.739
血管危险因素					
高血压(n,%)	72(77.42%)	48(72.73%)	24(88.89%)	2.86	0.091
糖尿病(n,%)	23(24.73%)	12(18.18%)	11(40.74%)	5.24	0.022
高脂血症(n,%)	49(52.69%)	38(57.58%)	11(40.74%)	2.18	0.140
高半胱氨酸血症(n,%)	37(39.78%)	26(39.39%)	11(40.74%)	0.02	0.904
缺血性心脏病(n,%)	7(7.53%)	5(7.58%)	2(7.41%)	<0.001	1.000
吸烟史(n,%)	52(55.91%)	41(62.12%)	11(40.74%)	3.55	0.059
饮酒史(n,%)	20(21.51%)	16(24.24%)	4(14.81%)	1.01	0.315
血压					
收缩压(mmHg)	148.85±22.31	146.55±22.56	154.48±21.04	-1.57	0.120
舒张压(mmHg)	91.88±14.80	89.97±14.96	95.56±13.55	-1.98	0.051
实验室检查					
空腹血糖(mmol/L)	5.38(1.54)	5.37(0.92)	5.96(1.83)	-2.24	0.025
糖化血红蛋白(%)	5.90(0.65)	5.90(0.60)	5.90(1.50)	-1.03	0.304
总胆固醇(mmol/L)	5.17±1.17	5.14±1.32	5.22±0.72	-0.36	0.717
甘油三脂(mmol/L)	1.48(0.90)	1.53(1.00)	1.43(0.86)	-0.23	0.816
高密度胆固醇(mmol/L)	1.07(0.33)	1.05(0.30)	1.09(0.33)	-1.25	0.210
低密度胆固醇(mmol/L)	3.43±0.85	3.43±0.95	3.45±0.57	-0.14	0.893
同型半胱氨酸(μmol/L)	14.10(4.95)	14.00(4.98)	14.30(5.00)	-0.05	0.963
入院 NIHSS 评分(分)	4.00(5.00)	3.00(4.25)	5.00(6.00)	-3.19	0.001
脑梗死面积(cm ²)	25.57(79.46)	25.10(87.24)	39.36(68.10)	-0.59	0.554
DWI-ASPECTS(分)	5.00(3.5)	6.00(3.00)	3.00(4.00)	-3.72	<0.001
血管狭窄部位				11.44	0.010
颈内动脉(n,%)	16(17.20%)	8(12.12%)	8(29.63%)		
大脑中动脉 M1 段(n,%)	48(51.61%)	31(46.97%)	17(62.96%)		
大脑中动脉 M2 段(n,%)	23(24.73%)	21(31.82%)	2(7.41%)		
大脑中动脉 M3 段(n,%)	6(6.45%)	6(9.09%)	0(0.00%)		
血管狭窄程度				3.24	0.198
1 级(n,%)	12(12.90%)	11(16.67%)	1(3.70%)		
2 级(n,%)	35(37.63%)	25(37.88%)	10(37.04%)		
3 级(n,%)	46(49.46%)	30(45.45%)	16(59.26%)		

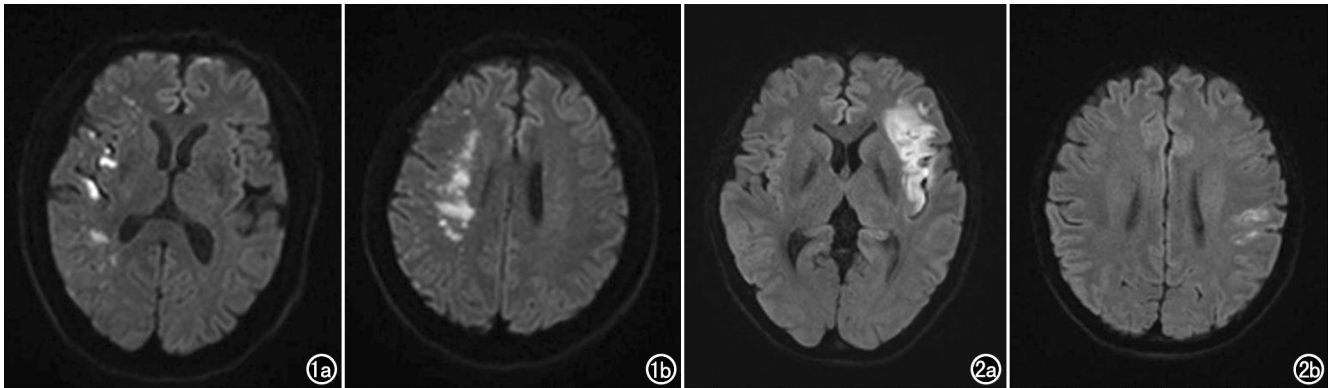


图 1 男,55 岁,因左侧肢体乏力伴言语欠清 5 小时余入院。a、b)入院时 NIHSS 评分 7 分,DWI-ASPECTS 为 3 分;入院 72 小时内神经功能缺损症状加重,NIHSS 评分 11 分。 图 2 女,51 岁,因反应迟钝伴言语混乱 7 小时入院。a、b)入院时 NIHSS 评分 3 分,DWI-ASPECTS 为 6 分;入院 72 小时内神经功能缺损症状无加重,NIHSS 评分 3 分。

表 2 二元 Logistic 回归分析

变量	B	Wald 值	P 值	OR 值(95%CI)
DWI-ASPECTS	-0.306	5.083	0.024	0.736(0.564~0.961)
基线 NIHSS 评分	0.002	0.001	0.974	1.002(0.884~1.136)
空腹血糖	0.257	2.881	0.090	1.292(0.961~1.738)
糖尿病史	-0.226	0.080	0.777	0.798(0.167~3.804)
血管狭窄部位	—	3.218	0.359	—

讨 论

早期神经功能恶化(END)的概念和定义尚无统一标准,发生率约 5%~40%^[1-2]。鉴于急性脑梗死后入院 72 小时内发生 END 较多,受系统性因素的影响较少,应早期发现 END 并及时治疗,因此,本研究将急性脑梗死患者入院 72 个小时内 NIHSS 评分增加≥2 定义为 END 阳性。本研究收集 MCA 供血区急性

脑梗死病例 93 例,其中早期神经功能恶化 27 例,发生率 29.03%,与以往研究结果相近^[1-2]。

DWI 能够无创检测活体组织内水分子扩散运动,反映组织微观结构特点及其变化,而且 DWI 敏感度高、可靠性强、评价者间一致性好,目前广泛用于超急性性脑梗死的诊断^[6]。在 DWI 图像上手动测量病灶体积的方法繁琐、费时,DWI-ASPECTS 评分可半定量、便捷地评估脑梗死大小更有利于提高临床治疗的时效性。本研究结果显示,两组患者的脑梗死面积差异无统计学意义,不是大脑中动脉供血区急性脑梗死患者早期神经功能恶化独立预测因子,与以往部分研究相仿^[7]。另外,本研究显示 END 组的 DWI-ASPECTS 低于非 END 组,二元 Logistic 回归结果提示 DWI-ASPECTS 与大脑中动脉急性脑梗死患者早期神经功能恶化相关。因此,笔者推测,相对于脑梗死灶面积,梗死灶的分布差异对 END 的影响更为重要。以往研究^[8-9]显示不同部位梗死灶对预后有一定的预测价值。最近研究^[10]显示 DWI-ASPECTS 与 DWI 脑梗死体积具有较强的相关性,但脑梗死部位可影响 DWI-ASPECTS 与脑梗死体积评估的相关性。另外,部分研究^[11-12]对 DWI-ASPECTS 分布区域进行亚组分析,结果显示 DWI-ASPECTS 分布模式可预测软脑膜侧枝的范围,而侧枝循环与患者预后密切相关。因此,不仅要关注梗死灶面积、生化指标对 END 的影响,更要关注梗死灶影像学分布模式的差异。DWI-ASPECTS 是一个兼顾评价大脑中动脉供血区脑梗塞体积和部位的评分系统,因此对早期神经功能恶化的预测具有一定的价值。本研究未对 DWI-ASPECTS 分布区域亚分组进行分析,仍需在今后的研究中进一步论证。

DWI-ASPECTS 越来越多地被用来评估患者情况^[13],DWI-ASPECTS 的最佳分割点多用于评价急性

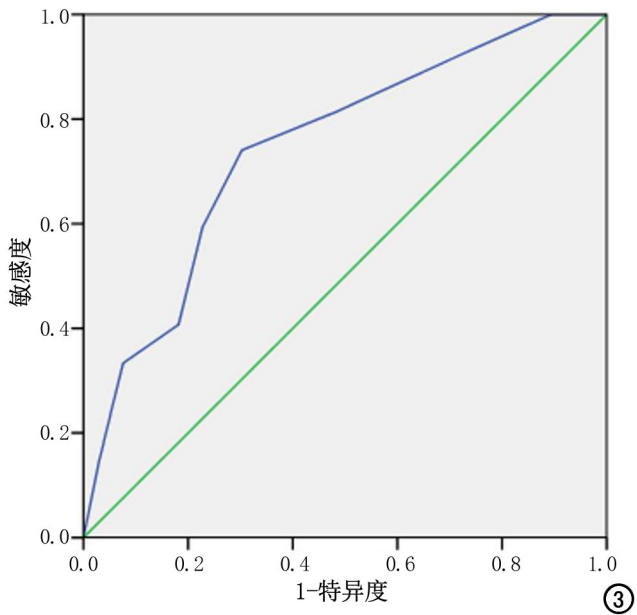


图 3 DWI-ASPECTS 预测大脑中动脉供血区急性脑梗死患者早期神经功能恶化 ROC 曲线。

脑梗死患者的临床预后,其最佳分割点目前没有统一论。陈宇等^[14]提出 DWI-ASPECTS 评分以 7 为分割点时,对急性前循环脑梗死患者 END 有较好的预测价值。Kimura 等^[15]研究显示 DWI-ASPECTS ≤ 5 为急性前循环患者临床预后不良的独立预测因素。本研究 ROC 曲线分析显示 DWI-ASPECTS 最佳分割点为 4 时,预测大脑中动脉供血区急性脑梗死患者的敏感度为 74.07%,特异度 69.70%。本研究 DWI-ASPECTS 最佳分割点与以往研究结果不一致,可能由于研究对象及纳入标准不一致有关。因此,DWI-ASPECTS 作为评估 END 的最佳分割点仍需要更多的数据支持、深入分析和总结。

本研究存在一些局限性,这是一项回顾性、单中心研究,样本量较少,可能存在选择偏倚。另外,未对患者进行随访观察。因此,需要大样本、随机双盲、多中心的进一步临床研究。

综上所述,DWI-ASPECTS 评分对大脑中动脉脑梗死患者发生 END 具有一定的预测价值。该方法简单易行、可重复性高,与预后的相关性较好,为临床治疗提供参考依据。

参考文献:

- [1] Birschel P, Ellul J, Barer D. Progressing stroke: towards an internationally agreed definition[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2004, 17(2-3): 242-252.
- [2] 方传勤, 王娟娟, 戴鸣, 等. 症状性颅内动脉狭窄所致脑梗死早期神经功能恶化危险因素分析[J]. *中华神经医学杂志*, 2019, 18(8): 797-800.
- [3] Barber PA, Demchuk AM, Zhang J, et al. Validity and reliability of a quantitative computed tomography score in predicting outcome of hyperacute stroke before thrombolytic therapy. ASPECTS Study Group. Alberta Stroke Programme Early CT Score[J]. *Lancet*, 2000, 355(9216): 1670-1674.
- [4] 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.

- [5] 国家卫生健康委员会卒中防治工程委员会神经影像专业委员会, 中华医学会放射学分会神经学组. 脑血管病影像规范化应用中国指南[J]. *中华放射学杂志*, 2019, 53(11): 916-940.
- [6] 李院华, 康红祥, 胡爱生, 等. 低场磁共振扩散加权成像在超急性期脑梗死的应用[J]. *放射学实践*, 2014, 29(10): 1155-1157.
- [7] Kalowska E, Rostrup E, Rosenbaum S, et al. Acute MRI changes in progressive ischemic stroke[J]. *Eur Neurol*, 2008, 59(5): 229-236.
- [8] Bang OY, Lee PH, Heo KG, Joo US, et al. Specific DWI lesion patterns predict prognosis after acute ischaemic stroke within the MCA territory[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2005, 76(9): 1222-1228.
- [9] Yassi N, Churilov L, Campbell BC, et al. The association between lesion location and functional outcome after ischemic stroke[J]. *Int J Stroke*, 2015, 10(8): 1270-1276.
- [10] 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.
- [11] Verma RK, Hsieh K, Gratz PP, et al. Leptomeningeal collateralization in acute ischemic stroke: impact on prominent cortical veins in susceptibility-weighted imaging[J]. *Eur J Radiol*, 2014, 83(8): 1448-1454.
- [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.
- [13] 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.
- [14] 陈宇, 徐依成, 温宏峰, 等. 弥散加权成像-阿尔伯特卒中项目早期 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.
- [15] Kimura K, Iguchi Y, Shibasaki K, et al. Large ischemic lesions on diffusion-weighted imaging done before intravenous tissue plasminogen activator thrombolysis predicts a poor outcome in patients with acute stroke[J]. *Stroke*, 2008, 39(8): 2388-2391.

(收稿日期: 2021-10-04 修回日期: 2021-12-24)