

急性期脑梗死患者DWI与MRA诊断的一致性及影响因素分析

Diagnosis consistency and influencing factors of DWI and MRA in patients with acute cerebral infarction

Gao Shuang, Wang Sangang

引用本文:

高爽, 王三刚. 急性期脑梗死患者DWI与MRA诊断的一致性及影响因素分析[J]. 国际放射医学核医学杂志, 2024, 48(2): 82–90. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381–202212011–00348

Gao Shuang, Wang Sangang. Diagnosis consistency and influencing factors of DWI and MRA in patients with acute cerebral infarction[J]. *International Journal of Radiation Medicine and Nuclear Medicine*, 2024, 48(2): 82–90. DOI: 10.3760/cma.j.cn121381–202212011–00348

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–202212011–00348>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

儿童急性局灶性细菌性肾炎的DWI诊断价值

DWI diagnosis of acute focal bacterial nephritis in children

国际放射医学核医学杂志. 2018, 42(4): 332–336 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673–4114.2018.04.008>

磁共振弹性成像技术在肿瘤中的应用及研究进展

Application and research progress of magnetic resonance elastography in cancer

国际放射医学核医学杂志. 2019, 43(2): 171–175 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673–4114.2019.01.013>

不同类型CT和MR血管成像诊断颅内动脉瘤准确率的Meta分析

Diagnostic accuracy of different types of computed tomographic angiography and magnetic resonance angiography for intracranial aneurysm: a Meta-analysis

国际放射医学核医学杂志. 2019, 43(6): 552–560 <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673–4114.2019.06.010>

核素心肌显像对急性心肌梗死患者PTCA后左心室收缩功能变化的评估价值

Evaluation value of radionuclide myocardial imaging on left ventricular systolic function changes in patients with acute myocardial infarction after PTCA

国际放射医学核医学杂志. 2020, 44(3): 137–142 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–201812024–00001>

抑郁症相关执行功能障碍的磁共振成像研究进展

Advances in magnetic resonance imaging of depression-related executive dysfunction

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(12): 795–799 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–202012010–00117>

基于骰骨MRI的糖尿病足影像组学特征

Radiomic features of diabetic foot based on cuboid magnetic resonance imaging

国际放射医学核医学杂志. 2021, 45(12): 759–766 <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381–202011036–00122>

·临床研究·

急性期脑梗死患者 DWI 与 MRA 诊断的一致性及其影响因素分析

高爽¹ 王三刚²¹ 来安家宁医院全科医学科, 滁州 239200; ² 滁州市第一人民医院全科医学科, 滁州 239200

通信作者: 王三刚, Email: 67410196@qq.com

【摘要】目的 探究磁共振 DWI 与磁共振血管成像(MRA)诊断急性期脑梗死(ACI)的一致性及其影响因素。**方法** 回顾性分析 2020 年 1 月至 2022 年 2 月于来安家宁医院接受诊治的 98 例疑似 ACI 患者的临床资料并纳入训练集, 其中男性 58 例、女性 40 例, 年龄 45~80(60.5±3.3)岁。按照相同标准选取 2022 年 3 至 10 月于来安家宁医院接受诊治的 33 例疑似 ACI 患者纳入验证集, 其中男性 18 例、女性 15 例, 年龄 42~79(61.1±3.6)岁。以临床综合诊断为“金标准”, 分析 DWI 与 MRA 的诊断效能、影像表现和检查结果的一致性。计量资料的组间比较采用两独立样本 *t* 检验; 计数资料的组间比较采用 χ^2 检验; 采用多分类资料的 Kappa 检验分析 DWI 与 MRA 诊断 ACI 的一致性; 采用多因素 Logistic 回归分析筛选 DWI 与 MRA 检查结果不一致的独立危险因素; 采用 Empower Stats 和统计软件包“R”绘制森林图, 构建风险列线图预测模型, 并对模型进行评价; 采用受试者工作特征(ROC)曲线和霍斯默莱梅肖拟合优度检验风险列线图预测模型的区分度和精准度; 采用决策曲线评价风险列线图预测模型的精准度。**结果** 临床综合诊断为 ACI 的 74 例患者中, DWI 检出 73 例(98.65%), MRA 检出 71 例(95.95%); 患者健侧 [≤ 6 h: $(1.06\pm 0.24)\times 10^{-4}$ cm²/s; 6~24 h: $(1.13\pm 0.26)\times 10^{-4}$ cm²/s; 24~72 h: $(1.05\pm 0.17)\times 10^{-4}$ cm²/s] 和患侧 [≤ 6 h: $(0.59\pm 0.11)\times 10^{-4}$ cm²/s; 6~24 h: $(0.44\pm 0.10)\times 10^{-4}$ cm²/s; 24~72 h: $(0.53\pm 0.09)\times 10^{-4}$ cm²/s] 脑组织 ADC 值的差异均有统计学意义($t=10.227$ 、 12.630 、 7.646 , 均 $P<0.05$)。患者发病后 24 h 内, 患侧 ADC 值 [≤ 6 h: $(0.59\pm 0.11)\times 10^{-4}$ cm²/s; 6~24 h: $(0.44\pm 0.10)\times 10^{-4}$ cm²/s]、rADC [≤ 6 h: (0.53 ± 0.08) ; 6~24 h: (0.43 ± 0.05)] 均明显降低, 且差异均有统计学意义($t=5.410$ 、 5.569 , 均 $P<0.05$); 发病 24~72 h 均明显升高 [24~72 h ADC 值: $(0.53\pm 0.09)\times 10^{-4}$ cm²/s; 24~72 h rADC: (0.49 ± 0.06)], 且差异均有统计学意义($t=2.274$ 、 2.835 , 均 $P<0.05$)。DWI 与 MRA 检查结果一致的患者 68 例(69.39%)、不一致患者 30 例(30.61%), DWI 与 MRA 检查的一致性良好(Kappa 值=0.654, $P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果表明, 发病时间 ≤ 24 h、后循环、梗死病灶长径 <2 cm 均是 DWI 与 MRA 诊断 ACI 患者结果不一致的独立危险因素($OR=1.119$ 、 1.169 、 1.567 , 均 $P<0.05$)。风险列线图预测模型的评价结果显示, 其区分度、准确率和有效性均较高, 训练集和验证集 ROC 的曲线下面积分别为 0.930(95%CI: 0.899~0.961, $P<0.001$) 和 0.855(95%CI: 0.812~0.898, $P<0.001$)。**结论** DWI 可清楚地显示 ACI 病灶的位置和缺血程度, MRA 则可准确地定位梗死血管及其狭窄程度, 两种检查的一致性良好, 均有助于 ACI 的诊断和病情评估。发病时间、后循环和梗死病灶长径是影响二者诊断一致性的独立危险因素。

【关键词】 弥散磁共振成像; 磁共振血管造影术; 急性期脑梗死; 一致性; 影响因素

DOI: 10.3760/cma.j.cn121381-202212011-00348

Diagnosis consistency and influencing factors of DWI and MRA in patients with acute cerebral infarctionGao Shuang¹, Wang Sangang²¹Department of General Medicine, Lai'an Jianing Hospital, Chuzhou 239200, China; ²Department of General Medicine, Chuzhou First People's Hospital, Chuzhou 239200, China

Corresponding author: Wang Sangang, Email: 67410196@qq.com

【Abstract】 Objective To explore the consistency and influencing factors between diffusion-weighted imaging (DWI) and magnetic resonance angiography (MRA) in diagnosing acute cerebral infarct (ACI). **Methods** Ninety-eight suspected ACI patients who received treatment at Lai'an Jianing Hospital from January 2020 to February 2022 were selected as the study subjects and included in the training set. Among them, 58 were males and 40 were females, aged 45–80 (60.5 ± 3.3) years old. Suspected ACI patients (33 cases) diagnosed and treated at Lai'an Jianing Hospital from March to October 2022 were selected for retrospective analysis according to the same criteria and included in the validation set. Among them were 18 males and 15 females, aged 42–79 (61.1 ± 3.6) years old. Using clinical comprehensive diagnosis as the "gold standard", we analyzed the diagnostic efficacy, imaging manifestations, and consistency of examination results of DWI and MRA. Two independent sample *t*-tests were used for intergroup comparison of econometric data. The intergroup comparison of counting data was conducted using χ^2 test. Kappa test with multiple classification data was performed to analyze the consistency between DWI and MRA in diagnosing ACI. Multiple Logistic regression analysis was conducted to screen for independent risk factors with inconsistent results between DWI and MRA examinations. Empower Stats and statistical software package "R" were used to draw a forest map, construct a risk column-chart prediction model, and evaluate the model. The discriminability and calibration of the risk-prediction model were determined using the receiver operating characteristic (ROC) curve and the Hosmer–Lemeshow goodness-of-fit test. Risk nomogram prediction model accuracy was evaluated using decision curve analysis. **Results** Among the 74 patients diagnosed with ACI clinically, 73 (98.65%) were positive for DWI and 71 (95.95%) were positive for MRA. The difference in apparent diffusion coefficient (ADC) values between the healthy (≤ 6 h: $(1.06\pm 0.24)\times 10^{-4}$ cm²/s; 6–24 h: $(1.13\pm 0.26)\times 10^{-4}$ cm²/s; 24–72 h: $(1.05\pm 0.17)\times 10^{-4}$ cm²/s) and affected (≤ 6 h: $(0.59\pm 0.11)\times 10^{-4}$ cm²/s; 6–24 h: $(0.44\pm 0.10)\times 10^{-4}$ cm²/s; 24–72 h: $(0.53\pm 0.09)\times 10^{-4}$ cm²/s) brain tissues of patients were statistically significant ($t=10.227, 12.630, 7.646$; all $P<0.05$). Within 24 h after the onset of the disease, the ADC value and rADC (≤ 6 h: (0.53 ± 0.08) ; 6–24 h: (0.43 ± 0.05)) in the affected side of the brain initially decreased significantly ($t=5.410, 5.569$; both $P<0.05$) and then increased significantly (24–72 h ADC: $(0.53\pm 0.09)\times 10^{-4}$ cm²/s, 24–72 h rADC: (0.49 ± 0.06)) ($t=2.274, 2.835$; both $P<0.05$). A total of 68 patients had consistent results between DWI and MRA (Group A), whereas 30 had inconsistent ones (Group B). The consistency between DWI and MRA was good (Kappa=0.654, $P<0.05$). Results of multivariate Logistic regression analysis showed that onset time ≤ 24 h, posterior circulation, length of infarct lesion < 2 cm were independent risk factors for inconsistent results between the DWI and MRA diagnosis of ACI patients ($OR=1.119, 1.169, 1.567$; all $P<0.05$). Evaluation results of the risk nomogram prediction model showed that its discrimination, accuracy, and effectiveness were all high, and the area under curve of the training and validation sets were 0.930 (95%CI: 0.899–0.961, $P<0.001$) and 0.855 (95% CI: 0.812–0.898, $P<0.001$). **Conclusions** DWI can clearly display the location and degree of ischemia of the lesion, whereas MRA can accurately locate the infarcted blood vessels and their stenosis. The consistency between the two examinations is good, and both can help diagnose and evaluate ACI. The onset time, posterior circulation, and length of infarct lesion are risk factors that affect the consistency of diagnosis between the two.

【Key words】 Diffusion magnetic resonance imaging; Magnetic resonance angiography; Acute cerebral infarction; Consistency; Influencing factors

DOI: [10.3760/cma.j.cn121381-202212011-00348](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121381-202212011-00348)

脑血管疾病是指脑部血管的各种疾病,包括脑动脉粥样硬化、脑梗死等^[1-2],其可引起脑组织缺血或出血性意外的发生,导致患者认知障碍、残疾

甚至死亡。目前,神经系统性疾病住院患者中脑血管疾病的发病率为25%~50%^[3],且仍有继续上升的趋势,其中缺血性脑血管病占有脑血管疾病

的70%~80%，动脉粥样硬化是脑血管疾病发病的最主要病因。快速发现、准确定位病灶并确定责任血管对于脑血管病的诊断和治疗十分重要。

目前，磁共振DWI被认为是诊断急性期脑梗死(acute cerebral infarct, ACI)灵敏度最高的影像检查方法，其可反映脑内病灶局部区域水分子的扩散状态，并可通过表观扩散系数(apparent diffusion coefficient, ADC)直观地反映水分子的状态，ADC值越大，组织内的自由水分子越多。与常规MRI相比，DWI对新旧脑梗死的区分以及对腔隙脑梗死的诊断具有明显优势^[4]。Wang等^[5]的研究结果表明，DWI可以显示脑梗死病灶的部位、分布及其形态。磁共振血管成像(magnetic resonance angiography, MRA)具有操作简单、扫描时间短、灵敏度高、无创、无辐射、无需注射对比剂的优点^[6]，在临床上的应用较为广泛，其图像可辅助医师明确患者责任血管的位置和范围。DWI和MRA对于ACI患者病灶部位的诊断有时会出现差异，目前尚缺乏关于DWI与MRA对ACI患者诊断一致性的研究。本文对ACI患者的DWI和MRA影像资料进行综合分析，探究DWI与MRA对ACI患者的诊断一致性及其影响因素，从而为ACI患者的诊断及预后提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2020年1月至2022年2月于来安家宁医院接受诊治的98例疑似ACI患者的临床资料并纳入训练集，其中男性58例、女性40例，年龄45~80(60.5±3.3)岁，身体质量指数(body mass index, BMI)为(23.30±1.46) kg/m²。按照相同标准选取2022年3至10月于来安家宁医院接受诊治的33例疑似ACI患者纳入验证集，其中男性18例、女性15例，年龄42~79(61.1±3.6)岁，BMI为(23.21±1.23) kg/m²。纳入标准：(1)符合ACI的诊断标准^[7]，经MRI及CT检查确诊为ACI；(2)临床资料完整。排除标准：(1)合并严重心脏、肝脏、肾脏等器官功能障碍；(2)合并恶性肿瘤；(3)患有其他非血管性脑病；(4)有精神类疾病病史。所有患者均行DWI和MRA检查并在检查前签署了知情同意书。本研究经来安家宁医院医学伦理委员会的批准(批准号：20210817)。

1.2 方法

1.2.1 一般资料的收集

收集所有患者的临床资料，包括年龄、性别、BMI、发病时间、吸烟史、饮酒史、高血压病史、糖尿病病史、高血脂病病史、临床表现、临床综合诊断^[8]、美国国立卫生研究院卒中量表(national institute of health stroke scale, NIHSS)评分。

1.2.2 影像检查方法

使用美国GE公司1.5T HDxt MRI，8通道头部线圈对所有患者进行检查。DWI：横断面平扫自旋回波(SE)序列为T1WI、液体衰减反转回复(fluid attenuated inversion recovery, FLAIR)序列和T2WI，b值分别为1 000 s/mm和0 s/mm。扫描参数：回波时间104 ms、重复时间2 701 ms，层数18，矩阵152×113，层间距0 mm，激励1次，层厚5.5 mm，扫描时间34 s，视野射野23 cm。计算ADC和相对表观扩散系数(relative apparent diffusion coefficient, rADC)，rADC=患侧ADC/健侧ADC。

MRA：以三维立体飞行时间法进行扫描。扫描参数：回波时间6.9 ms、重复时间25 ms，层数140，矩阵396×226，层间距10 mm，激励4次，层厚20 mm，扫描时间285 s，视野射野20 cm。

DWI和MRA的扫描范围均包括大脑前动脉，大脑中动脉，大脑后动脉主干、分支和Willis动脉环，观察病灶的位置、大小、狭窄程度(0级为闭塞，远端血管无显影；1级为缺失，远端血管部分显影；2级为狭窄>50%，远端血管完全显影；3级为狭窄≤50%，远端血管完全显影)等。

1.3 统计学方法

应用SPSS 23.0软件对数据进行统计学分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，计数资料以频数(%)表示。符合正态分布的计量资料的组间比较采用两独立样本 t 检验(方差齐)；计数资料的组间比较采用 χ^2 检验；以临床综合诊断为“金标准”，采用多分类资料的Kappa检验分析DWI与MRA诊断ACI的一致性，Kappa值<0.4表示一致性较差，0.4<Kappa值<0.6表示一致性中等，0.6<Kappa值<0.8表示一致性较高；采用多因素Logistic回归分析筛选DWI与MRA检查结果不一致的独立危险因素；采用Empower Stats和统计软件包“R”绘制森林图，构建风险列线图预测模型，并对模型进

行评价；采用 ROC 曲线和霍斯默莱梅肖拟合优度 (Hosmer-Lemeshow goodness-of-fit) 检验风险列线图预测模型的区分度和精准度；采用决策曲线 (decision curve analysis, DCA) 评价风险列线图预测模型的精准度。检验水准 $\alpha=0.05$ 。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 诊断效能

98 例疑似 ACI 的患者中，74 例经临床综合诊断为 ACI 患者，其中 DWI 检出 73 例 (假阴性 7 例，假阳性 6 例) (98.65%)；MRA 检出 71 例 (假阴性 9 例，假阳性 6 例) (95.95%)。DWI 与 MRA 诊断 ACI 的灵敏度、特异度、准确率、阳性预测值和阴性预测值的差异均无统计学意义 (均 $P>0.05$ ，表 1)。

2.2 DWI 与 MRA 的影像表现

74 例确诊 ACI 的患者中，DWI 检查结果为阳性的 67 例 (90.54%)，患者病灶表现为高信号，病灶定位与临床组织病理学检查结果一致。其中发病时间 ≤ 6 h 的患者 33 例，DWI 检出 33 例 (100.00%)，病灶表现为异常高信号；发病时间为 6~24 h 的患者 30 例，DWI 检出 26 例 (86.67%)；发病时间为 24~72 h 的患者 11 例，DWI 检出 8 例 (72.73%)。67 例 ACI 患者健侧与患侧脑组织 ADC 值的差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$)；与发病 ≤ 6 h 相比，发病 6~24 h 的 ACI 患者患侧 ADC 值和 rADC 均明显降低，且差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$)；发病 24~72 h 的 ACI 患者患侧 ADC 值、rADC 较发病 6~24 h 明显升高，且差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$ ，表 2)。74 例 ACI 患者中，MRA 检查结果为阳性的 65 例 (87.84%) 患者病变脑血管的分布情况及其狭窄程度见表 3，病变血管多为大血管狭窄，其中以大脑中动脉狭窄最多，其次为大脑前

动脉、大脑后动脉和颈内动脉、椎-基底动脉和左椎动脉、右椎动脉。典型病例的 DWI 与 MRA 图像见图 1。

2.3 DWI 与 MRA 诊断结果的一致性

98 例疑似 ACI 的患者中，DWI 显示的脑梗死病灶位置与 MRA 病变血管一致的患者 68 例 (69.39%)，不一致的患者 30 例 (30.61%)，DWI 与 MRA 检查结果的一致性良好 (Kappa 值=0.654， $P<0.05$)。DWI 检查结果为阳性的 73 例患者中有 16 例 MRA 检查结果为阴性，DWI 检查结果为阴性的 25 例患者中有 14 例 MRA 检查结果为阳性。DWI 与 MRA 的检查结果均为阳性的患者的例数、病变血管和脑梗死病灶位置的分布情况：MRA 表现为颈内动脉狭窄的患者 6 例，DWI 显示为丘脑梗死灶；MRA 表现为大脑前动脉主干狭窄的患者 9 例，DWI 显示为额叶梗死灶；MRA 表现为大脑中动脉主干狭窄的患者 10 例，其中 DWI 显示为颞叶梗死灶 3 例、基底节区梗死灶 4 例、半卵圆中心梗死灶 3 例；MRA 表现为大脑后动脉主干狭窄的患者 7 例，DWI 显示为枕叶梗死灶；MRA 表现为椎-基底动脉狭窄的患者 8 例，其中 DWI 显示为小脑梗死灶 4 例、脑干梗死灶 4 例；MRA 表现为左椎动脉狭窄的患者 9 例，DWI 显示为枕叶梗死灶；MRA 表现为右椎动脉狭窄的患者 8 例，DWI 显示为枕叶梗死灶。

2.4 两组患者临床资料的比较

DWI 与 MRA 检查结果一致的患者为 A 组 (68 例)，不一致的患者为 B 组 (30 例)，比较两组患者的临床资料。与 A 组相比，B 组中发病时间 ≤ 24 h、多发病灶、后循环、梗死病灶长径 < 2 cm 患者的比例明显增加，NIHSS 评分明显降低，且差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$)。两组患者年龄、性别、BMI、吸烟史、饮酒史、糖尿病病史、高血压病史、高血脂病史以及临床表现的差异均无统计学意义 (均 $P>0.05$ ，表 4)。

表 1 磁共振弥散加权成像与磁共振血管成像对 98 例疑似急性期脑梗死患者诊断效能的比较 (%)

Table 1 Comparison of diagnostic efficacy between diffusion weighted magnetic resonance imaging and magnetic resonance angiography in 98 suspected acute cerebral infarction patients (%)

影像检查方法	灵敏度	特异度	准确率	阳性预测值	阴性预测值
弥散加权成像	90.54(67/74)	75.00(18/24)	86.73(85/98)	91.78(67/73)	72.00(18/25)
磁共振血管成像	87.84(65/74)	75.00(18/24)	84.69(83/98)	91.55(65/71)	66.67(18/27)
χ^2 值	0.280	0.000	0.167	0.003	0.173
P值	0.597	1.000	0.683	0.960	0.677

表 2 67 例急性期脑梗死患者不同发病时间磁共振弥散加权成像 ADC 值、rADC 差异的比较

Table 2 Comparison of apparent diffusion coefficient and relative apparent diffusion coefficient values in diffusion weighted magnetic resonance imaging of 67 patients with acute cerebral infarction at different onset times

发病时间(h)	ADC($\times 10^{-4}$ cm ² /s)		rADC
	患侧	健侧	
≤ 6 ($n=33$)	0.59 \pm 0.11 ^a	1.06 \pm 0.24	0.53 \pm 0.08
6~24($n=26$)	0.44 \pm 0.10 ^{a,b}	1.13 \pm 0.26	0.43 \pm 0.05 ^b
24~72($n=8$)	0.53 \pm 0.09 ^{a,c}	1.05 \pm 0.17	0.49 \pm 0.06 ^c

注: ^a表示与健侧相比, 差异均有统计学意义($t=10.227$ 、 12.630 、 7.646 , 均 $P<0.05$); ^b表示与 ≤ 6 h 相比, 差异均有统计学意义($t=5.410$ 、 5.569 , 均 $P<0.05$); ^c表示与 6~24 h 相比, 差异均有统计学意义($t=2.274$ 、 2.835 , 均 $P<0.05$)。ADC 为表观扩散系数; rADC 为相对表观扩散系数

2.5 多因素 Logistic 回归分析

以 DWI 与 MRA 检查结果是否一致为因变量, 以发病时间、病灶情况、病灶位置、梗死病灶长径、NIHSS 评分为自变量, 进行多因素 Logistic 回归分析, 结果表明, 发病时间 ≤ 24 h、后循环、梗死病灶长径 < 2 cm 均是 DWI 与 MRA 检查结果不一致的独立危险因素(均 $P<0.05$, 图 2、表 5)。

2.6 风险列线图预测模型

根据 ACI 患者 DWI 与 MRA 检查结果不一致的独立危险因素构建风险列线图预测模型, 其中发病时间 ≤ 24 h 赋 20 分、后循环赋 28 分, 梗死病灶

表 3 65 例急性期脑梗死患者磁共振血管成像脑血管病变的分布及其狭窄程度(例)

Table 3 Distribution and stenosis degree of cerebrovascular lesions on magnetic resonance angiography in 65 patients with acute cerebral infarction (case)

病变血管	狭窄程度				合计
	0级	1级	2级	3级	
颈内动脉	0	2	3	4	9
大脑前动脉	1	1	2	6	10
大脑中动脉	1	1	3	6	11
大脑后动脉	0	1	3	5	9
椎-基底动脉	0	2	4	3	9
左椎动脉	1	1	2	5	9
右椎动脉	1	1	2	4	8
合计	4	9	19	33	65

长径 < 2 cm 赋 80 分, 总分为 128 分(图 3)。

2.7 风险列线图预测模型的评价

采用 Bootstrap 法(原始数据重复抽样 1 000 次后)对风险列线图预测模型进行内部验证, 外部验证通过验证集进行验证。训练集和验证集的一致性指数(concordance index, C-index)分别为 0.880(95%CI: 0.844~0.916, $P<0.001$)和 0.812(95%CI: 0.785~0.839, $P<0.001$)。训练集和验证集的校正曲线与理想曲线均拟合良好(图 4)。训练集和验证集 ROC 的 AUC 分别为 0.930(95%CI: 0.899~0.961, $P<0.001$)、0.855(95%CI: 0.812~0.898, $P<0.001$) (图 5)。风险列线图预测模型的 DCA 曲线显示阈

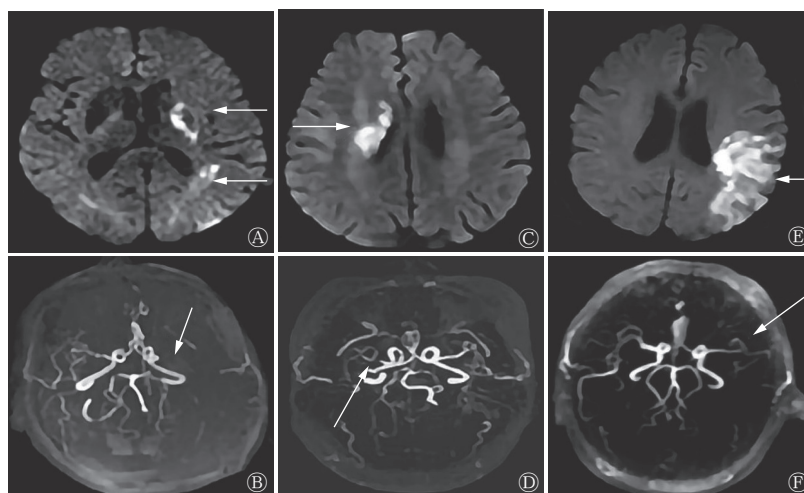


图 1 3 例 ACI 患者的 DWI 与 MRA 图 A、B 分别为 1 例女性 ACI 患者(60 岁)的 DWI 和 MRA 横断面图像, 分别示左侧基底节、颞顶交界区高信号, 左侧大脑中动脉远分支减少(白色箭头所示); C、D 分别为 1 例男性 ACI 患者(52 岁)的 DWI 和 MRA 横断面图像, 分别示右侧脑室旁点片状高信号, 右侧大脑中动脉近端阻塞, 远端显示不全(白色箭头所示); E、F 分别为 1 例男性 ACI 患者(46 岁)的 DWI 和 MRA 横断面图像, 分别示左额、颞叶大片高信号, 左侧大脑中动脉分支明显减少(白色箭头所示)。ACI 为急性期脑梗死; DWI 为弥散加权成像; MRA 为磁共振血管成像

Figure 1 Diffusion weighted imaging and magnetic resonance angiography images of 3 patients with acute cerebral infarction

表4 磁共振弥散加权成像与磁共振血管成像检查结果一致组(A组)和不一致组(B组)急性期脑梗死患者临床资料的比较

Table 4 Comparison of clinical data between diffusion weighted magnetic resonance imaging and magnetic resonance angiography in patients with acute cerebral infarction in the consistent group (Group A) and inconsistent group (Group B)

组别	年龄(岁)	性别[例(%)]		BMI(kg/m ²)	发病时间[例(%)]		吸烟史 [例(%)]	饮酒史 [例(%)]
		男	女		≤24 h	>24 h		
A组(n=68)	60.11±3.17	38(55.88)	30(44.12)	23.14±1.05	45(66.18)	23(33.82)	22(32.35)	22(32.35)
B组(n=30)	60.97±3.39	19(63.33)	11(36.67)	23.55±1.67	27(90.00)	3(10.00)	10(33.33)	9(30.00)
检验值	t=1.212	$\chi^2=0.475$		t=1.473	$\chi^2=6.061$		$\chi^2=0.009$	$\chi^2=0.053$
P值	0.229	0.491		0.144	0.014		0.924	0.817

组别	高血压病史 [例(%)]	糖尿病病史 [例(%)]	高脂血症病史 [例(%)]	临床表现[例(%)]				
				头痛、头晕	偏瘫	感觉功能障碍	失语	其他
A组(n=68)	51(75.00)	24(35.29)	21(30.88)	27(39.71)	35(51.47)	12(17.65)	2(2.94)	4(5.88)
B组(n=30)	20(66.67)	12(40.00)	9(30.00)	9(30.00)	15(50.00)	7(23.33)	1(3.33)	2(6.67)
检验值	$\chi^2=0.724$	$\chi^2=0.198$	$\chi^2=0.008$	$\chi^2=0.844$	$\chi^2=0.018$	$\chi^2=0.431$	$\chi^2=0.011$	$\chi^2=0.022$
P值	0.395	0.656	0.930	0.358	0.893	0.512	0.917	0.881

组别	病灶情况[例(%)]		病灶位置[例(%)]		梗死病灶长径[例(%)]		NIHSS评分(分)
	单发病灶	多发病灶	前循环	后循环	<2 cm	≥2 cm	
A组(n=68)	53(77.94)	15(22.06)	55(80.88)	13(19.12)	5(7.35)	63(92.65)	7.36±2.50
B组(n=30)	17(56.67)	13(43.33)	15(50.00)	15(50.00)	21(70.00)	9(30.00)	6.31±1.93
检验值	$\chi^2=4.617$		$\chi^2=9.728$		$\chi^2=41.913$		t=2.045
P值	0.032		0.002		<0.001		0.044

注: BMI 为身体质量指数; NIHSS 为美国国立卫生研究院卒中量表

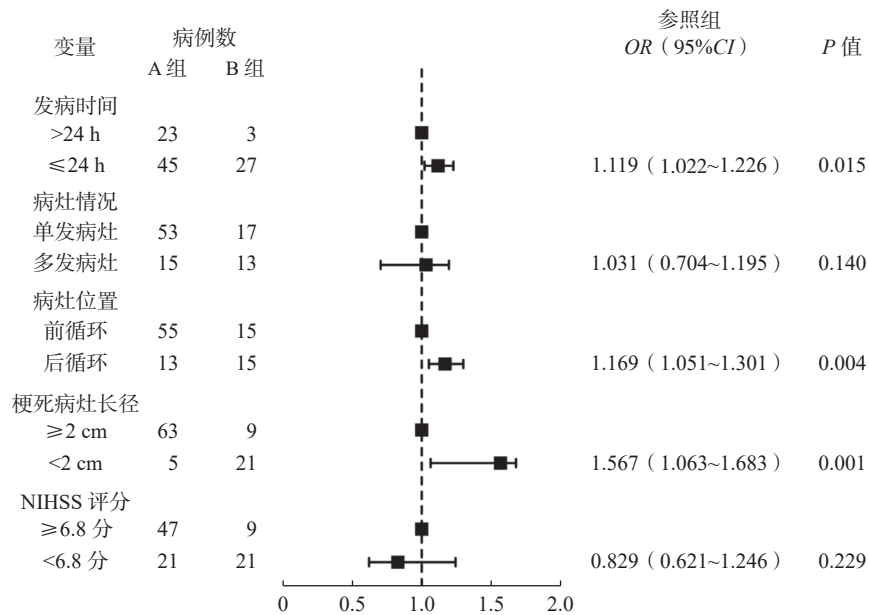


图2 急性期脑梗死患者磁共振弥散加权成像与磁共振血管成像检查结果不一致的危险因素森林图 NIHSS 为美国国立卫生研究院卒中量表; OR 为比值比; CI 为置信区间

Figure 2 Forest map of risk factors for inconsistent results between diffusion weighted magnetic resonance imaging and magnetic resonance angiography in patients with acute cerebral infarction

值概率在 1%~92% 时, 净获益率 >0 (图 6)。以上结果均显示该风险列线图预测模型具有较高的精准度, 且有效性较好, 安全可靠, 实用性强。

3 讨论

ACI 的发病机制较复杂且危险因素较多, 其中以颈动脉粥样硬化最常见^[9]。随着人口老龄化的加剧, ACI 的发病率不断上升, 且其致残、致死率均

较高^[10]。因此, 早期诊断, 及时预防、干预, 改善 ACI 患者的预后是临床工作、研究的重点。

近年来, 影像检查作为 ACI 诊断和辅助治疗的主要方法迅速发展。传统 CT 和常规 MRI 的诊断灵敏度较低, 需要在 ACI 发病较长时间后才能定位病灶, 且难以界定病灶的范围, 因此临床应用的价值较低^[11]。DWI 可早期发现 ACI 病灶, 并准确判断病灶的部位和体积, 对 ACI 患者神经功能

表 5 急性期脑梗死患者 DWI 与 MRA 检查结果不一致的多因素 Logistic 回归分析量化赋值表

Table 5 Multivariate Logistic regression analysis quantitative assignment table for inconsistent results between diffusion weighted magnetic resonance imaging and magnetic resonance angiography in patients with acute cerebral infarction

指标	量化赋值
发病时间	>24 h=0, ≤24 h=1
病灶情况	单发病灶=0, 多发病灶=1
病灶位置	前循环=0, 后循环=1
梗死病灶长径	≥2 cm=0, <2 cm=1
NIHSS评分	≥6.8分=0, <6.8分=1
DWI与MRA检查结果是否一致	否=0, 是=1

注: DWI 为弥散加权成像; MRA 为磁共振血管成像; NIHSS 为美国国立卫生研究院卒中量表

的受损情况进行定量评估,为临床医师的诊断及治疗提供依据^[12]。本研究结果显示,ACI 患者患侧和健侧脑组织 ADC 值的差异均有统计学意义。患侧 ADC 值和 rADC 在患者发病后先明显降低,发病 24 h 后明显升高,其原因可能是 ACI 患者在发病 24 h 内病情逐渐加重,脑细胞的代谢紊乱,导致细胞膜 Na⁺/K⁺-ATP 酶失活,造成水钠潴留,限制了水分子的弥散,使 rADC 降低。ACI 患者发病 24 h 后 rADC 升高可能与病灶部位血液灌注的恢复有关。因此,ACI 患者发病后 72 h 内,临床医师可通过 rADC 了解患者的病理、生理改变和病情变化。

脑部主要供血动脉狭窄或闭塞是 ACI 发病的主要机制,虽然 DWI 可定位病灶并对病情进行评估,但无法显示主要的责任血管^[13],因此本研究采

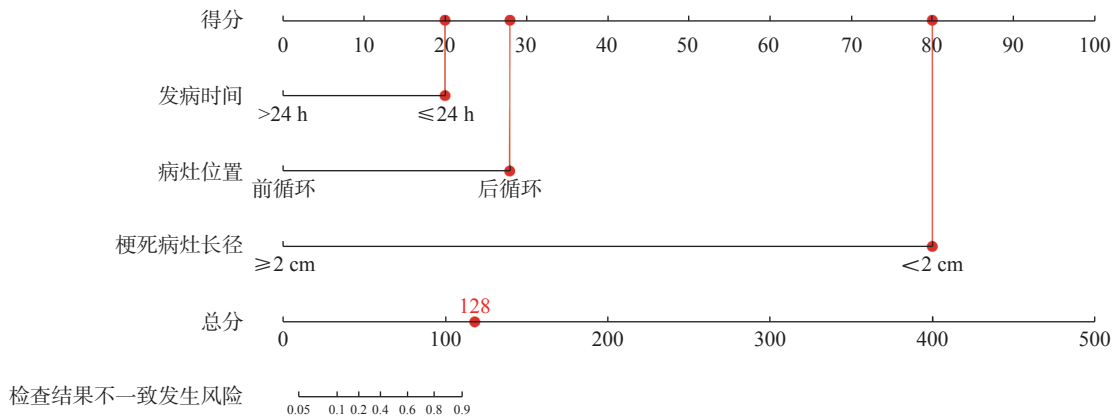


图 3 急性期脑梗死患者磁共振弥散加权成像与磁共振血管成像检查结果不一致的风险列线图预测模型

Figure 3 Risk column chart prediction model for inconsistent results between diffusion weighted magnetic resonance imaging and magnetic resonance angiography in patients with acute cerebral infarction

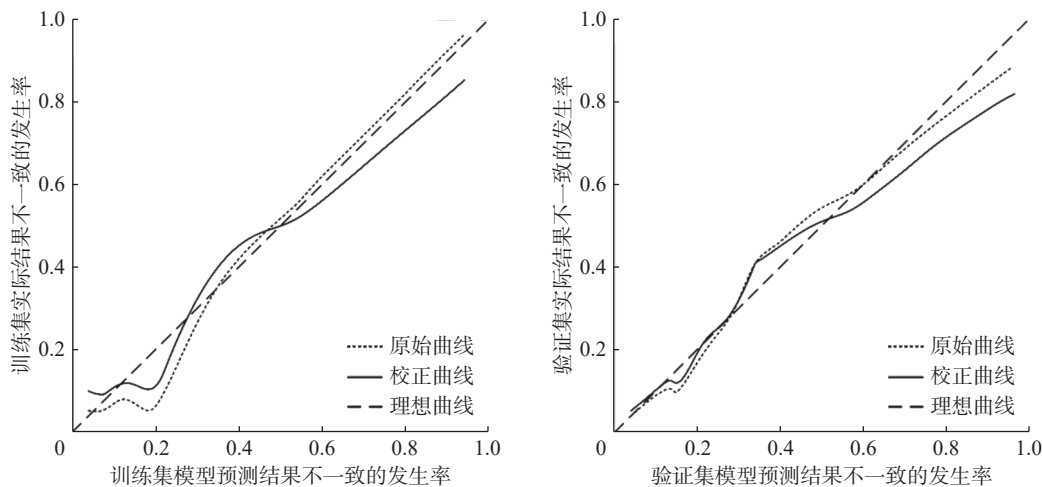


图 4 急性期脑梗死患者磁共振弥散加权成像与磁共振血管成像检查结果不一致的风险列线图预测模型训练集、验证集的校正曲线

Figure 4 Correction curves of the training and validation sets of the risk column chart prediction model for inconsistent results between diffusion weighted magnetic resonance imaging and magnetic resonance angiography in patients with acute cerebral infarction

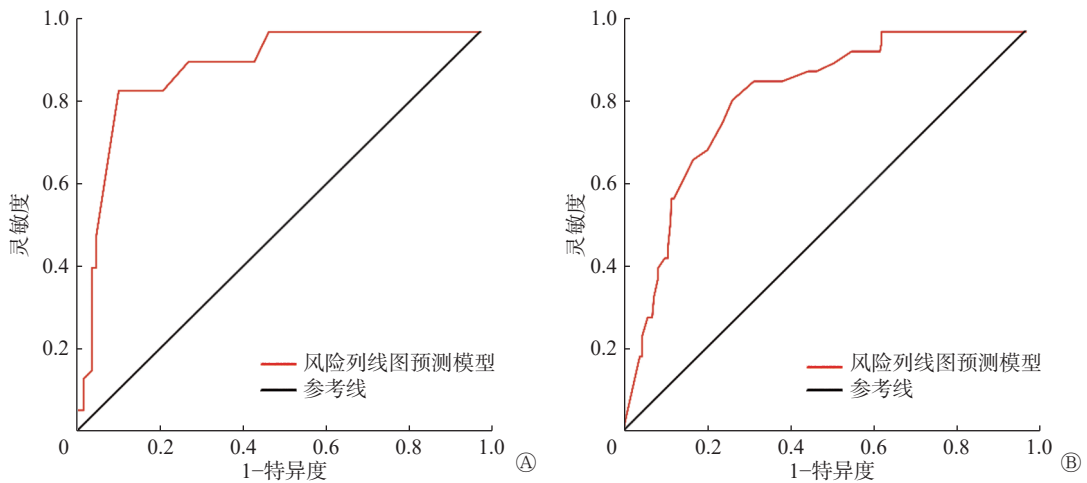


图5 急性期脑梗死患者磁共振弥散加权成像与磁共振血管成像检查结果不一致的风险列线图预测模型训练集(A)、验证集(B)的受试者工作特征曲线

Figure 5 The receiver operating characteristic curve of the risk column chart prediction model training set (A) and validation set (B) for acute cerebral infarction patients with inconsistent results between diffusion weighted magnetic resonance imaging and magnetic resonance angiography

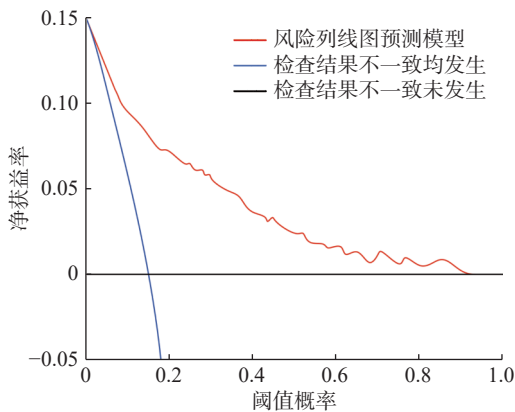


图6 急性期脑梗死患者磁共振弥散加权成像与磁共振血管成像检查结果不一致的风险列线图预测模型的决策曲线

Figure 6 Decision curve analysis of risk column chart prediction model for inconsistent results between diffusion weighted magnetic resonance imaging and magnetic resonance angiography in patients with acute cerebral infarction

用MRA检查主要责任血管的位置。MRA可显示三级以上分支动脉血管的狭窄或闭塞情况，且MRA检测出的病变血管与DWI图像显示的病灶位置具有解剖关系，但血液涡流会使MRA图像出现伪影进而造成误诊^[14]。MRA可根据血管的狭窄程度和远端血管的显影情况对患者的严重程度进行分级，评估病情，用以指导临床治疗。

本研究中，DWI与MRA检查结果一致的患者68例(69.39%)，不一致患者30例(30.61%)，二者的一致性较好。多因素Logistic回归分析结果显示，发病时间 ≤ 24 h、后循环、梗死病灶长径 < 2 cm

均是DWI与MRA检查结果不一致的独立危险因素。ACI发病早期，患者脑组织的缺血程度或血管狭窄程度较轻，或疾病处于逐渐进展的状态，可能出现漏诊，导致DWI与MRA检查结果不一致。王继蕊等^[15]的研究结果表明，在ACI患者发病早期，较多患者的DWI结果为阴性，起病后120h DWI结果才为阳性。ACI患者脑部梗死病灶过小可能造成漏诊，因此DWI结果为阴性的病灶一般较小，且发生在后循环的概率大于前循环。白向东等^[16]的研究结果亦表明，ACI患者DWI-FLAIR不匹配组发生后循环梗死的比例较DWI-FLAIR匹配组高，证实了后循环对脑缺血的耐受性更强、溶栓时间可以适当延长的结论。本研究中，风险列线图预测模型结果显示各危险因素总计128分。ROC曲线、校正曲线和DCA曲线的评价结果显示，该风险列线图预测模型的区分度、准确率和有效性均较高。

本研究具有一定的局限性，如样本量相对不足，且研究周期较短等，因此难免存在一些偏倚。

综上所述，DWI与MRA检查对于ACI患者诊断的一致性较好。发病时间 ≤ 24 h、后循环、梗死病灶长径 < 2 cm均是DWI与MRA检查结果不一致的独立危险因素。DWI可显示早期ACI病灶的位置和缺血程度，MRA则可准确定位责任血管及其狭窄程度，DWI和MRA的广泛应用，使ACI的早期诊断成为可能，从而使医师及时干预，缓解病情，改善患者预后。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 高爽负责命题的提出与设计、方法的建立、数据的分析、论文的撰写；王三刚负责论文的修订、数据的收集

参 考 文 献

- [1] Hijazi Z, Yassi N, O'Brien JT, et al. The influence of cerebrovascular disease in dementia with Lewy bodies and Parkinson's disease dementia[J]. *Eur J Neurol*, 2021, 29(4): 1254-1265. DOI: [10.1111/ene.15211](https://doi.org/10.1111/ene.15211).
- [2] Xu XL, Hua Y, Wang LL, et al. Correlation between risk factors of cerebrovascular disease and calcified plaque characteristics in patients with atherosclerotic severe carotid stenosis[J]. *Neurol Res*, 2020, 42(1): 83-89. DOI: [10.1080/01616412.2019.1710403](https://doi.org/10.1080/01616412.2019.1710403).
- [3] 张家莉. 脑血管意外患者精神焦虑抑郁的治疗[J]. *家庭生活指南*, 2019, (9): 64.
Zhang JL. Treatment of mental anxiety and depression in patients with cerebrovascular accident[J]. *Family Life Guide*, 2019, (9): 64.
- [4] Ablefoni M, Ullrich S, Surov A, et al. Diagnostic benefit of high b-value computed diffusion-weighted imaging in acute brainstem infarction[J]. *J Neuroradiol*, 2022, 49(1): 47-52. DOI: [10.1016/j.neurad.2020.09.004](https://doi.org/10.1016/j.neurad.2020.09.004).
- [5] Wang ML, Yu MM, Li WB, et al. Application of neutrophil to lymphocyte ratio to identify CT-negative cerebral infarction with nonfocal symptoms[J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(21): 1359. DOI: [10.21037/atm-20-1640](https://doi.org/10.21037/atm-20-1640).
- [6] Lee SH, Jung JM, Kim KY, et al. Intramural hematoma shape and acute cerebral infarction in intracranial artery dissection: a high-resolution magnetic resonance imaging study[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2020, 49(3): 269-276. DOI: [10.1159/000508027](https://doi.org/10.1159/000508027).
- [7] 傅小燕, 王小丽. 血清 VCAM-1、PECAM-1 水平与急性脑梗死患者并发卒中后认知功能障碍的相关性研究[J]. *中国实验诊断学*, 2022, 26(6): 834-838. DOI: [10.3969/j.issn.1007-4287.2022.06.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-4287.2022.06.012).
Fu XY, Wang XL. Correlation between serum levels of VCAM-1, PECAM-1 and post-stroke cognitive impairment in patients with acute cerebral infarction[J]. *Chin J Lab Diagn*, 2022, 26(6): 834-838. DOI: [10.3969/j.issn.1007-4287.2022.06.012](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-4287.2022.06.012).
- [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 2014[J]. *中华神经科杂志*, 2015, 48(4): 246-257. DOI: [10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2015.04.002](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2015.04.002).
Neurology Branch of the Chinese Medical Association, Cerebrovascular Disease Group, Neurology Branch, Chinese Medical Association. Guidelines for the diagnosis and treatment of acute ischemic stroke in China 2014[J]. *Chin J Neurol*, 2015, 48(4): 246-257. DOI: [10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2015.04.002](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2015.04.002).
- [9] Xu M, He XY, Huang P. The relationship between the mean platelet volume and carotid atherosclerosis and prognosis in patients with acute cerebral infarction[J]. *Biomed Res Int*, 2020, 2020: 6685740. DOI: [10.1155/2020/6685740](https://doi.org/10.1155/2020/6685740).
- [10] Liu YP, Ju ML, Yu FQ. Clinical significance of FSTL 1, Bax, Bcl-2 in acute cerebral infarction and its relationship with hemorrhagic transformation[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2020, 24(16): 8447-8457. DOI: [10.26355/eurrev_202008_22642](https://doi.org/10.26355/eurrev_202008_22642).
- [11] 杨桂林, 张效杰, 余光权, 等. 磁共振弥散加权成像联合磁共振血管成像在急性脑梗死患者诊断中应用研究[J]. *现代医用影像学*, 2022, 31(3): 479-481. DOI: [10.3969/j.issn.1006-7035.2022.3.xdyyyx202203022](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-7035.2022.3.xdyyyx202203022).
Yang GL, Zhang XJ, Yu GQ, et al. Application of diffusion weighted magnetic resonance imaging combined with magnetic resonance angiography in the diagnosis of acute cerebral infarction patients[J]. *Mod Med Imagel*, 2022, 31(3): 479-481. DOI: [10.3969/j.issn.1006-7035.2022.3.xdyyyx202203022](https://doi.org/10.3969/j.issn.1006-7035.2022.3.xdyyyx202203022).
- [12] Razeq AAKA, Gadelhak BN, El Zahabey IA, et al. Diffusion-weighted imaging with histogram analysis of the apparent diffusion coefficient maps in the diagnosis of parotid tumours [J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2022, 51(2): 166-174. DOI: [10.1016/j.ijom.2021.03.019](https://doi.org/10.1016/j.ijom.2021.03.019).
- [13] Zhu N, Shu H, Jiang WB, et al. Mean platelet volume and mean platelet volume/platelet count ratio in nonvalvular atrial fibrillation stroke and large artery atherosclerosis stroke[J]. *Medicine*, 2020, 99(28): e21044. DOI: [10.1097/MD.00000000000021044](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000021044).
- [14] 刘巍. 急性期脑梗死中 DWI 和 MRA 的临床应用价值[J]. *影像研究与医学应用*, 2019, 3(1): 133-134. DOI: [10.3969/j.issn.2096-3807.2019.01.086](https://doi.org/10.3969/j.issn.2096-3807.2019.01.086).
Liu W. The clinical application value of DWI and MRA in acute cerebral infarction[J]. *J Imaging Res Med Appl*, 2019, 3(1): 133-134. DOI: [10.3969/j.issn.2096-3807.2019.01.086](https://doi.org/10.3969/j.issn.2096-3807.2019.01.086).
- [15] 王继蕊, 孙丽红, 张元超, 等. 磁共振 DWI 早期呈阴性的急性缺血性脑卒中的临床特点及原因分析[J]. *医学临床研究*, 2017, 34(2): 264-267, 271. DOI: [10.3969/j.issn.1671-7171.2017.02.019](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-7171.2017.02.019).
Wang JR, Sun LH, Zhang YC, et al. Clinical characteristics analysis of acute ischemic stroke with early stage negative magnetic resonance diffusion-weighted imaging[J]. *J Clin Res*, 2017, 34(2): 264-267, 271. DOI: [10.3969/j.issn.1671-7171.2017.02.019](https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-7171.2017.02.019).
- [16] 白向东, 马艳, 魏欣, 等. 早期急性脑梗死患者颅脑核磁 DWI/FLAIR 不匹配的临床特点[J]. *宁夏医学杂志*, 2020, 42(8): 703-705. DOI: [10.13621/j.1001-5949.2020.08.0703](https://doi.org/10.13621/j.1001-5949.2020.08.0703).
Bai XD, Ma Y, Wei X, et al. Clinical research of DWI/FLAIR mismatch in patients with early acute cerebral infarction[J]. *Ningxia Med J*, 2020, 42(8): 703-705. DOI: [10.13621/j.1001-5949.2020.08.0703](https://doi.org/10.13621/j.1001-5949.2020.08.0703).

(收稿日期: 2022-12-21)