

## 论 著

## AIS患者溶栓治疗前后DWI、DECT参数变化及与预后的关系分析\*

刘兰香\*

湖南中医药高等专科学校附属第一医院  
(湖南 株洲 412000)

**【摘要】目的** 分析急性缺血性脑卒中(AIS)溶栓治疗前后扩散加权成像(DWI)、双能量CT(DECT)参数变化及与预后的关系。**方法** 选取2022年7月至2023年7月湖南中医药高等专科学校附属第一医院行阿替普酶(rt-PA)静脉溶栓治疗的150例AIS患者,根据预后分为预后良好组和预后不良组。比较两组临床资料、治疗前后DWI、DECT参数及变化值,以 $\Delta$ 表示治疗前与治疗后变化值的绝对值,分析AIS患者预后不良的影响因素及DWI、DECT参数变化值预测AIS患者预后不良的价值。结果: AIS患者rt-PA静脉溶栓治疗3个月预后不良发生率为37.33%(56/150);预后不良组糖尿病占比、入院时NIHSS评分高于预后良好组,发病至溶栓时间长于预后良好组( $P < 0.05$ );预后不良组治疗前、治疗后ADC值低于预后良好组,对比剂CT值、碘浓度高于预后良好组, $\Delta$ ADC值、 $\Delta$ 对比剂CT值、 $\Delta$ 碘浓度小于预后良好组( $P < 0.05$ );糖尿病、发病至溶栓时间、入院时NIHSS评分、 $\Delta$ ADC值、 $\Delta$ 对比剂CT值、 $\Delta$ 碘浓度均为AIS患者预后不良的影响因素( $P < 0.05$ ); $\Delta$ ADC值、 $\Delta$ 对比剂CT值、 $\Delta$ 碘浓度预测AIS患者发生预后不良的曲线下面积(AUC)分别为0.770(95%CI: 0.695~0.835)、0.731(95%CI: 0.653~0.800)、0.723(95%CI: 0.644~0.792);常规预测方案(糖尿病、发病至溶栓时间、入院时NIHSS评分联合预测)的AUC为0.847(95%CI: 0.779~0.901),新预测方案(常规预测方案联合 $\Delta$ ADC值、 $\Delta$ 对比剂CT值、 $\Delta$ 碘浓度)的AUC为0.934(95%CI: 0.882~0.968),与常规预测方案比较,新预测方案的AUC明显增大( $P < 0.05$ )。**结论** AIS患者溶栓治疗前后DWI、DECT参数变化值在预测预后不良方面具有一定预测效能,与常规预后不良相关指标联合能明显提高对预后不良的预测效能。

**【关键词】** 急性缺血性脑卒中; 扩散加权成像; 双能量CT; 静脉溶栓; 预后; 预测

**【中图分类号】** R322.81

**【文献标识码】** A

**【基金项目】** 湖南省医学科学重点项目(2022340)

**DOI:**10.3969/j.issn.1672-5131.2025.11.007

## Changes of DWI and DECT parameters and their relationship with prognosis in AIS patients before and after thrombolytic therapy\*

LIU Lan-xiang\*

The First Affiliated Hospital of Hunan Traditional Chinese Medical College, Zhuzhou 412000, Hunan Province, China

## ABSTRACT

**Objective** To analyze the relationship between diffusion-weighted imaging (DWI) and dual-energy CT (DECT) parameters and prognosis of acute ischemic stroke (AIS) before and after thrombolytic therapy. **Methods** A total of 150 AIS patients who received intravenous thrombolytic therapy with alteplase (rt-PA) in First Affiliated Hospital of Hunan College of Traditional Chinese Medicine from July 2022 to July 2023 were selected and divided into good prognosis group and poor prognosis group according to the prognosis. Clinical data, DWI and DECT parameters and their change values before and after treatment were compared between the two groups, and  $\Delta$  was used to represent the absolute value of the change values before and after treatment. The influencing factors of poor prognosis in AIS patients and the value of the change values of DWI and DECT parameters in predicting poor prognosis in AIS patients were analyzed. **Results** The incidence of poor prognosis was 37.33% (56/150) in AIS patients 3 months after intravenous thrombolytic therapy with rt-PA. The proportion of diabetes mellitus and NIHSS score on admission in the poor prognosis group were higher than those in the good prognosis group, and the time from onset to thrombolysis was longer than that in the good prognosis group ( $P < 0.05$ ). Before and after treatment, ADC value of poor prognosis group was lower than that of good prognosis group, CT value of contrast agent and iodine concentration were higher than that of good prognosis group, and  $\Delta$ ADC value, CT value of contrast agent and  $\Delta$  iodine concentration were lower than that of good prognosis group ( $P < 0.05$ ). Diabetes mellitus, time from onset to thrombolysis, NIHSS score at admission,  $\Delta$ ADC value,  $\Delta$  CT value of contrast agent, and  $\Delta$  iodine concentration were all influential factors for poor prognosis of AIS patients ( $P < 0.05$ ). The area under the curve (AUC) of  $\Delta$ ADC value,  $\Delta$  CT value of contrast agent and  $\Delta$  iodine concentration in predicting poor prognosis of AIS patients were 0.770 (95%CI: 0.695~0.835), 0.731 (95%CI: 0.653~0.800) and 0.723 (95%CI: 0.644~0.792), respectively. The AUC of the conventional prediction scheme (diabetes mellitus, onset to thrombolysis time, NIHSS score at admission) was 0.847 (95%CI: 0.779~0.901), while the AUC of the new prediction scheme (conventional prediction scheme combined with  $\Delta$ ADC value,  $\Delta$  contrast CT value,  $\Delta$  iodine concentration) was 0.934 (95%CI: 0.882~0.968), compared with the conventional prediction scheme, the AUC of the new prediction scheme was significantly increased ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Changes in DWI and DECT parameters before and after thrombolytic therapy in AIS patients have certain predictive efficacy in predicting poor prognosis, and the combination of DWI and DECT parameters with conventional indicators of poor prognosis can significantly improve the predictive efficacy of poor prognosis.

**Keywords:** Acute Ischemic Stroke; Diffusion-weighted Imaging; Dual-Energy CT; Intravenous Thrombolysis; Prognosis; Forecast

世界卒中组织调查显示,2022年全球中风费用超过7210亿美元,占全球GDP的0.66%<sup>[1]</sup>。急性缺血性脑卒中(AIS)占全部脑卒中的87%左右<sup>[2]</sup>。我国2021年脑卒中监测报告显示,2019年1月至2020年12月,中国31个省的231家卒中基础医院(三级医院)共纳入了136282名卒中患者,其中超过86.9%是缺血性卒中,已成为我国死亡和残疾的主要原因之一<sup>[3]</sup>。阿替普酶(rt-PA)溶栓是临床治疗AIS重要方法,其治疗效果已得到临床普遍认可<sup>[4-5]</sup>。但临床实践中,仍有AIS患者经规范rt-PA溶栓治疗后预后不佳。影像学技术能无创评估AIS病情变化,在AIS诊断、疗效评估及随访中具有重要作用,其中扩散加权成像(DWI)在预测AIS尿激酶溶栓治疗预后方面具有一定效能,但单独应用的预测价值有限<sup>[6-7]</sup>。双能量CT(DECT)是一种新型CT技术,AIS患者血管内治疗后DECT出现对比染色与出血转化和功能不良的高风险密切相关<sup>[8]</sup>。但DECT在预测AIS溶栓治疗预后方面的作用尚无研究报道。基于此,本研究创新性分析AIS患者溶栓治疗前后DWI、DECT参数变化及与预后的关系,探讨两种影像学技术联合预测预后的价值。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取2022年7月至2023年7月湖南中医药高等专科学校附属第一医院行阿替普酶(rt-PA)静脉溶栓治疗的150例AIS患者。其中男92例,女58例;年龄41~78(59.67 $\pm$ 8.24)岁;体重指数18.9~27.5(23.33 $\pm$ 1.73)kg/m<sup>2</sup>;发病至溶栓时间1.0~4.5(2.57 $\pm$ 0.57)h;入院时NIHSS<sup>[9]</sup>评分3~20(12.20 $\pm$ 3.75)分。

纳入标准:确诊为AIS<sup>[10]</sup>;发病至溶栓时间 $\leq$ 4.5 h;首次患病;患病前认知功能正

**【第一作者】** 刘兰香,女,主管技师,主要研究方向:影像技术。E-mail: e981feg7v0488@21cn.com

**【通讯作者】** 刘兰香

常；已签署(患者签署或家属代签)同意书。排除标准：行机械取栓等其他方法治疗；血液系统疾病；有出血倾向；脑肿瘤、烟雾病等其他颅脑疾病；有颅脑严重创伤史或手术史。根据预后评估结果分为预后良好组和预后不良组。

**1.2 方法**

**1.2.1 治疗及预后评估方法** 所有患者入院后均行降压、抗血小板等常规治疗，静脉推注10%总剂量(0.6~0.9 mg/kg)的rt-PA，剩余90%静脉滴注(1 h内完成)，溶栓后常规行抗血小板治疗。治疗后3个月以mRS评估预后，总分0~6分，将3~6分定义为预后不良，0~2分定义为预后良好<sup>[11]</sup>。

**1.2.2 影像学检查方法** (1)入院后(治疗前)行MRI检查，仪器为3.0T Verio超导MR扫描仪(德国西门子)，扫描范围枕骨大孔至颅顶，先行常规T1WI、T2WI序列扫描，然后行DWI扫描，参数设置：重复时间3000 ms，回波时间105 ms，矩阵130×128，视野24 cm×24 cm，b值0 s/mm<sup>2</sup>、800 s/mm<sup>2</sup>，层厚6 mm，层间距1 mm。获取的图像导入工作站处理，在DWI图像上选取梗死区域最大层面勾画感兴趣区，测量感兴趣区表现扩散系统(ADC)值。(2)随后行DECT检查，仪器为第二代双源CT机(德国西门子)，参数设置：足头向扫描，管电压为80 kV、140 kV，自动管电流，准直40层×0.6 mm，0.5 s/圈，螺距0.7。自动重建80 kV、140 kV图像，重建层厚、层间距均为1 mm，卷积核Q34f；扫描数据上传至后处理工作站，获取碘图、虚拟平扫图，于高密度灶密度最大处中心层面勾画感兴趣区域，测量对比剂CT值、碘浓度。治疗后第3 d复查DWI、DECT。

**1.3 观察指标** (1)预后情况。(2)两组临床资料、治疗前后DWI、DECT参数(ADC值、对比剂CT值、碘浓度)及变化值，以△表示治疗前与治疗后变化值的绝对值。

**1.4 统计学方法** 采用SPSS 27.0软件统计、检验。计数资料以率(%)表示，用 $\chi^2$ 检验。计量资料以K-S法检验符合正态分布，以( $\bar{x} \pm s$ )表示，用t检验。以Logistic分析预后不良的影响因素。以受试者工作特征(ROC)曲线分析DWI、DECT参数变化值预测AIS患者预后不良的价值，不同预测方案间曲线下面积(AUC)比较采用DeLong检验。P<0.05为差异有统计学意义。

**2 结果**

**2.1 预后评估结果** 本研究150例AIS患者rt-PA静脉溶栓治疗后3个月mRS为0~5(2.36±0.45)分，其中预后不良患者56例，mRS为3~5(3.75±0.36)分，预后良好患者94例，mRS为0~2(1.53±0.23)分，预后不良率为37.33%(56/150)。

**2.2 预后良好组和预后不良组临床资料比较** 预后不良组糖尿病占比、入院时NIHSS评分高于预后良好组，发病至溶栓时间长于预后良好组(P<0.05)。见表1。

**2.3 预后良好组和预后不良组治疗前后DWI、DECT参数及变化值比较** 预后不良组治疗前、治疗后ADC值低于预后良好组，对比剂CT值、碘浓度高于预后良好组，△ADC值、△对比剂CT值、△碘浓度小于预后良好组(P<0.05)。见表2。典型病例DWI、DECT图像见图1~2。

**表1 预后良好组和预后不良组临床资料比较[n(%)]**

项目	预后不良组 (n=56)	预后良好组 (n=94)	t/ $\chi^2$ /u	P
性别			0.051	0.821
男	35(62.50)	57(60.64)		
女	21(37.50)	37(39.36)		
年龄(岁)	61.28±8.36	58.71±8.17	1.847	0.067
体重指数(kg/m <sup>2</sup> )	23.57±1.79	23.18±1.65	1.356	0.177
吸烟			0.246	0.620
是	17(30.36)	25(26.60)		
否	39(69.64)	69(73.40)		
饮酒			0.449	0.503
是	12(21.43)	16(17.02)		
否	44(78.57)	78(82.98)		
合并症				
高血压	30(53.57)	43(45.74)	0.861	0.354
糖尿病	25(44.64)	17(18.09)	12.278	0.001
高脂血症	15(26.79)	18(19.15)	1.193	0.275
发病至溶栓时间(h)	3.22±0.61	2.18±0.53	10.981	<0.001
入院时NIHSS评分(分)	15.16±3.07	10.43±2.54	10.193	<0.001
房颤			1.024	0.312
有	16(28.57)	20(21.28)		
无	40(71.43)	74(78.72)		

**2.4 AIS患者预后不良影响因素的Logistic回归分析** 以AIS患者是否发生预后不良为因变量(赋值:否=0,是=1)，将糖尿病、发病至溶栓时间、入院时NIHSS评分、△ADC值、△对比剂CT值、△碘浓度作为自变量(赋值:糖尿病,无=0,有=1;发病至溶栓时间、入院时NIHSS评分、△ADC值、△对比剂CT值、△碘浓度均为连续变量,原值代入)，通过Logistic回归分析显示，糖尿病、发病至溶栓时间、入院时NIHSS评分、△ADC值、△对比剂CT值、△碘浓度均为AIS患者预后不良的影响因素(P<0.05)。见表3。

**2.5 DWI、DECT参数变化值预测AIS患者预后不良的价值** 绘制△ADC值、△对比剂CT值、△碘浓度预测AIS患者发生预后不良的ROC曲线(见图3)，结果显示，各指标单独预测预后不良的AUC分别为0.770、0.731、0.723，△ADC值、△对比剂CT值、△碘浓度单独预测的ACU比较差异无统计学意义(Z=0.710、0.855、0.140, P=0.478、0.393、0.889)。见表4、图3。

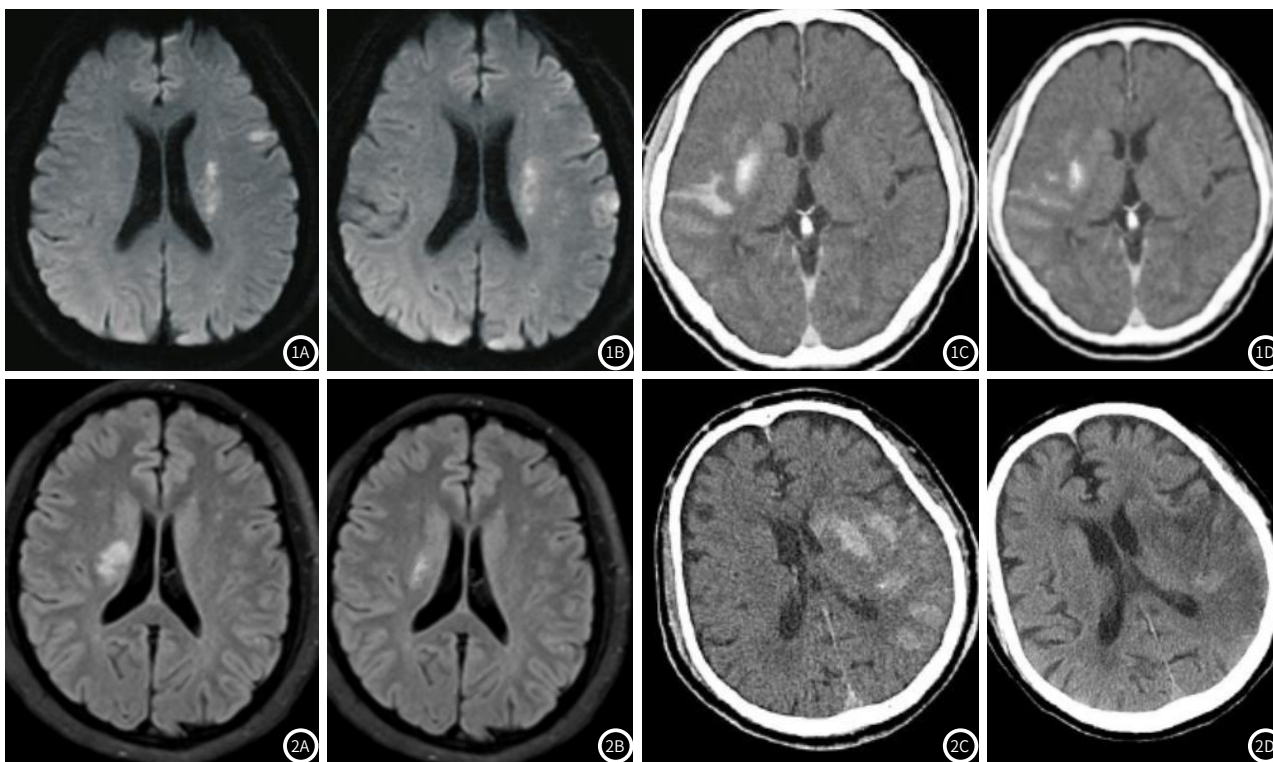
**表2 预后良好组和预后不良组治疗前后DWI、DECT参数及变化值比较**

组别	n	ADC值(×10 <sup>-3</sup> mm <sup>2</sup> /s)			对比剂CT值(HU)			碘浓度(mg/ml)		
		治疗前	治疗后	△	治疗前	治疗后	△	治疗前	治疗后	△
预后不良组	56	0.31±0.10	0.42±0.12 <sup>a</sup>	0.11±0.03	42.59±10.35	38.44±9.26 <sup>a</sup>	4.15±1.36 <sup>a</sup>	1.86±0.61	1.56±0.47 <sup>a</sup>	0.30±0.09
预后良好组	94	0.38±0.12	0.56±0.15 <sup>a</sup>	0.18±0.05	27.34±7.68	20.58±6.74 <sup>a</sup>	6.76±2.19	1.05±0.33	0.63±0.20 <sup>a</sup>	0.42±0.13
t		3.670	5.941	9.500	10.304	13.612	8.037	10.554	16.825	6.089
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注：与同组治疗前对比，<sup>a</sup>P<0.05；△表示治疗前与治疗后变化值的绝对值。

**2.6 含与不含DWI、DECT参数变化值的预测方案的预测效能比较** 将糖尿病、发病至溶栓时间、入院时NIHSS评分联合预测作为常规预测方案，常规预测方案联合△ADC值、△对比剂CT值、△碘浓度作为新预测方案，绘制两种预测方案预测AIS患者发生预后不良的ROC曲线(见图4)，结果显示，常规预测方

案的AUC为0.847(95%CI: 0.779~0.901)，预测敏感度、特异度分别为60.71%、96.81%；新预测方案的AUC为0.934(95%CI: 0.882~0.968)，预测敏感度、特异度分别为91.07%、84.04%；与常规预测方案比较，新预测方案的AUC明显增大(Z=2.276, P=0.023)。



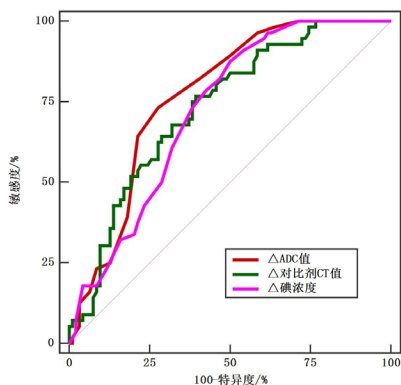
**图1** 预后不良组典型病例DWI、DECT图像。男，年龄68岁，图1A为治疗前DWI图像，显示左侧梗死灶，测得ADC值为 $0.32 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ；图1B为治疗后DWI图像，测得ADC值为 $0.43 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ；男，70岁，治疗前DECT图像，显示右侧梗死灶，密度最高处对比剂CT值为40 HU，碘浓度为 $1.76 \text{mg/ml}$ ；图1C为图1D为治疗后DECT图像，密度最高处对比剂CT值为37 HU，碘浓度为 $1.54 \text{mg/ml}$ 。  
**图2** 预后良好组典型病例DWI、DECT图像。男，年龄54岁，图2A为治疗前DWI图像，显示右侧梗死灶，测得ADC值为 $0.36 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ；图2B为治疗后DWI图像，测得ADC值为 $0.49 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$ ；女，年龄53岁，图2C为治疗前DECT图像，显示左侧梗死灶，密度最高处对比剂CT值为29 HU，碘浓度为 $1.12 \text{mg/ml}$ ；图2D为治疗后DECT图像，密度最高处对比剂CT值为21 HU，碘浓度为 $0.65 \text{mg/ml}$ 。

**表3 Logistic回归分析**

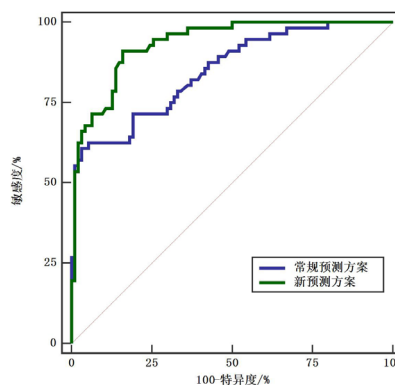
变量	$\beta$	S.E.	Wald $\times^2$	OR	95%CI		P
					下限	上限	
糖尿病	0.969	0.359	7.286	2.635	1.357	5.118	0.002
发病至溶栓时间	0.887	0.362	6.004	2.428	1.267	4.652	0.011
入院时NIHSS评分	1.333	0.428	9.696	3.791	1.884	7.630	<0.001
$\Delta$ ADC值	-0.857	0.249	11.842	0.424	0.213	0.846	<0.001
$\Delta$ 对比剂CT值	-0.940	0.286	10.810	0.390	0.195	0.782	<0.001
$\Delta$ 碘浓度	-1.037	0.334	9.641	0.354	0.176	0.714	<0.001

**表4 DWI、DECT参数变化值预测AIS患者预后不良的价值**

指标	AUC	95%CI	截断值	敏感度(%)	特异度(%)	P
$\Delta$ ADC值	0.770	0.695~0.835	$0.13 \times 10^{-3} \text{mm}^2/\text{s}$	73.21	72.34	<0.001
$\Delta$ 对比剂CT值	0.731	0.653~0.800	5.18 HU	76.79	60.64	<0.001
$\Delta$ 碘浓度	0.723	0.644~0.792	0.34 mg/ml	87.50	50.01	<0.001



**图3** DWI、DECT参数变化值预测AIS患者预后不良的ROC曲线。



**图4** 含与不含DWI、DECT参数变化值的预测方案的ROC曲线。

### 3 讨论

既往研究显示, AIS早期积极给予rt-PA静脉溶栓治疗仍有部分患者预后不佳, 预后不良率为36%<sup>[12]</sup>。本研究结果显示, AIS患者rt-PA静脉溶栓治疗后3个月预后不良发生率为37.33%, 与上述研究结果基本一致。AIS患者rt-PA静脉溶栓治疗仍存在一定预后不良风险, 积极评估预后不良发生风险, 有助于指导临床开展相关干预措施。

本研究结果显示, 预后不良患者治疗前、治疗后的DWI参数ADC值及 $\Delta$ ADC值均明显低于预后良好患者。说明溶栓治疗前后ADC值变化情况与AIS患者预后转归有关。分析其原因在于, DWI是一种新型MRI功能成像技术, 能无创评估人体组织内水分子扩散运动, 其定量参数ADC值能准确反映组织结构和细胞密度等信息, AIS患者因脑血管阻塞导致脑组织血流灌注不足, 缺血病灶血液流动受阻, 水分子扩散运动减缓, DWI检查时表现为ADC值降低<sup>[13-14]</sup>。ADC值越低, 表示患者脑组织血流灌注不足越严重, 缺血缺氧引起的神经损伤程度越高, 从而影响患者预后<sup>[15-16]</sup>。本研究进一步通过多因素分析发现,  $\Delta$ ADC值是AIS患者rt-PA静脉溶栓治疗预后不良的独立保护因素。这是因为溶栓治疗前后ADC值变化越大, 患者治疗后脑组织血流灌注恢复越好, 溶栓治疗效果更佳, 能更有效促进神经功能缺损修复, 从而降低预后不良发生风险。既往研究显示, ADC值预测单侧大脑前循环缺血性脑卒中预后不良的AUC为0.672, 可作为预测预后的指标<sup>[17]</sup>。本研究结果中,  $\Delta$ ADC值预测预后不良的AUC为0.770, 具有一定预测效能, 与上述研究结果相近。但单独采用 $\Delta$ ADC值预测的价值有限, 仍需联合其他指标。

报道指出, DECT基于特殊的成像原理, 能识别AIS早期病情变化及介入治疗后并发症, 在指导AIS治疗及预后预测方面具有重要作用<sup>[18-19]</sup>。龙斌等研究显示, DECT参数可辅助临床预测AIS出血转化<sup>[20]</sup>。本研究发现, 与预后良好患者比较, 预后不良患者治疗前、治疗后的DECT参数对比剂CT值、碘浓度明显升高, 且 $\Delta$ 对比剂CT值、 $\Delta$ 碘浓度均为AIS患者预后不良的影响因素。说明栓治疗前后对比剂CT值、碘浓度变化情况也与AIS患者预后转归有关。这是因为AIS导致血脑屏障破坏, 且伴有内皮细胞损伤和基底膜降解, DECT检查时对比剂外渗, 导致对比剂CT值、碘浓度升高<sup>[21-22]</sup>。溶栓治疗后患者血脑屏障破坏、内皮细胞损伤及基底膜降解得到修复, 对比剂外渗减少, 对比剂CT值、碘浓度降低<sup>[23]</sup>。本研究结果显示,  $\Delta$ 对比剂CT值、 $\Delta$ 碘浓度预测AIS患者发生预后不良的AUC均在0.7以上, 具有一定预测效能。

本研究还发现, 糖尿病、发病至溶栓时间、入院时NIHSS评分也是AIS患者预后不良的影响因素, 与既往研究结果一致<sup>[24-26]</sup>。且以糖尿病、发病至溶栓时间、入院时NIHSS评分联合预测作为常规预测方案, 其预测预后不良的AUC为0.847。而常规预测方案联合 $\Delta$ ADC值、 $\Delta$ 对比剂CT值、 $\Delta$ 碘浓度预测预后不良的AUC提高至0.934, 可为临床预测AIS患者溶栓治疗预后不良发生风险提供更准确临床证据。这是因为糖尿病、发病至溶栓时间、入院时NIHSS评分能反映合并症、AIS病情程度对预后的影响, 而 $\Delta$ ADC值能从水分子运动方面反映溶栓治疗前后脑组织血流灌注恢复情况,  $\Delta$ 对比剂CT值、 $\Delta$ 碘浓度能反映血脑屏障破坏、内皮细胞损伤及基底膜降解等的修复情况, 各指标联合能为临床评估脑组织损伤提供更全面信息, 从而提高对预后的预测效能。

综上所述, AIS患者溶栓治疗前后DWI、DECT参数ADC值、对比剂CT值、碘浓度变化值与预后显著相关, 且在预测预后不良风险中具有预测效能, 特别是与常规预后不良相关指标联合能明显提高预测效能。

### 参考文献

- [1] Feigin VL, Brainin M, Norrving B, et al. World stroke organization (WSO): global stroke fact sheet 2022 [J]. *Int J Stroke*, 2022, 17(1): 18-29.
- [2] Saini V, Guada L, Yavagal DR. Global Epidemiology of stroke and access to acute ischemic stroke interventions [J]. *Neurology*, 2021, 97(20 Suppl 2): S6-S16.
- [3] Tu WJ, Wang LD. China stroke surveillance report 2021 [J]. *Mil Med Res*, 2023, 10(1): 33.
- [4] 徐燕, 高阳. CTP1参数、sLDL-C、Annexin A2、Hcy与急性脑梗死病情程度关联性及其评估阿替普酶静脉溶栓效果价值 [J]. *影像科学与光化学*, 2021, 39(5): 671-677.
- [5] Orset C, Arkelius K, Anfray A, et al. Combination treatment with U0126 and rt-PA prevents adverse effects of the delayed rt-PA treatment after acute ischemic stroke [J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 11993.
- [6] Nagaraja N. Diffusion weighted imaging in acute ischemic stroke: A review of its interpretation pitfalls and advanced diffusion imaging application [J]. *J Neurol Sci*, 2021, 425(1): 117435.
- [7] 段晓培, 韩晓凤, 程星遥, 等. MRI-DWI与PWI测量参数对老年急性缺血性脑卒中尿激酶溶栓治疗的预后评估价值 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2023, 21(3): 14-15, 30.
- [8] Yang F, Zeng Y, Zhu F, et al. Prognostic value of contrast staining on dual-energy CT after endovascular therapy in acute ischemic stroke: a meta-analysis [J]. *BMC Neurol*, 2023, 23(1): 326.
- [9] Analia L, Dalimonthe NZ. Clinical significance of Platelet-to-White Blood Cell Ratio (PWR) and National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS) in acute ischemic stroke [J]. *Heliyon*, 2020, 6(10): e05033.
- [10] 中华医学会, 中华医学会杂志社, 中华医学会全科医学分会, 等. 缺血性卒中基层诊疗指南(实践版·2021) [J]. *中华全科医师杂志*, 2021, 20(9): 947-958.
- [11] Haggag H, Hodgson C. Clinimetrics: Modified Rankin Scale (mRS) [J]. *J Physiother*, 2022, 68(4): 281.
- [12] 王建宇, 高倩, 王勇朝, 等. 阿替普酶治疗急性缺血性脑卒中患者预后的影响因素 [J]. *河北医药*, 2022, 44(7): 1056-1059.
- [13] Ben Alaya I, Limam H, Kraiem T. Applications of artificial intelligence for DWI and PWI data processing in acute ischemic stroke: current practices and future directions [J]. *Clin Imaging*, 2022, 81(1): 79-86.
- [14] 孙伟, 王浩, 朱杰, 等. 基于DWI的影像学对急性缺血性卒中患者功能结局的预测 [J]. *中国医学影像学杂志*, 2021, 29(7): 676-681.
- [15] 王小洁, 吴可盈, 莫信, 等. ASL及DWI与急性脑卒中患者临床神经功能受损程度的相关性 [J]. *广东医学*, 2023, 44(2): 246-250.
- [16] Li YH, Lin SC, Chung HW, et al. The role of input image combination and ADC threshold on segmentation of acute ischemic stroke lesion using U-Net [J]. *Eur Radiol*, 2023, 33(9): 6157-6167.
- [17] 张远, 王浩, 朱杰, 等. 扩散加权成像预测单侧大脑前循环缺血性脑卒中预后的价值 [J]. *实用放射学杂志*, 2021, 37(12): 1941-1945.
- [18] Li L, Huo MY, Zuo TZ, et al. Prediction of intracerebral hemorrhage after endovascular treatment of acute ischemic stroke: combining quantitative parameters on dual-energy CT with clinical related factors [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2021, 30(10): 106001.
- [19] 陈芳. 双能量CT成像在急性缺血性脑卒中中的研究现状 [J]. *海南医学*, 2023, 34(9): 1361-1364.
- [20] 龙斌, 韩端, 宋少辉, 等. CT值在急性脑卒中血管内治疗后预测出血性转化的双能CT研究 [J]. *中华神经科杂志*, 2021, 54(10): 1019-1024.
- [21] 王震宇, 陈婉琪, 林海韬, 等. 双能量CT对急性缺血性脑卒中支架取栓术后颅内出血的早期诊断及预测 [J]. *影像诊断与介入放射学*, 2020, 29(2): 89-94.
- [22] 朱庆艳, 侯佳辰. 第二代双源CT早期诊断急性缺血性脑卒中血管内治疗后颅内出血与碘对比剂外渗的价值 [J]. *影像研究与医学应用*, 2023, 7(12): 161-163.
- [23] Dai Y, Xu HM, Fang X, et al. Dual-energy CT in assessment of thrombus perviousness and its application in predicting outcomes after intravenous thrombolysis in acute ischemic stroke [J]. *Eur J Radiol*, 2023, 164(1): 110861.
- [24] Wang Y, Jiang GN, Zhang J, et al. Blood glucose level affects prognosis of patients who received intravenous thrombolysis after acute ischemic stroke? A meta-analysis [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2023, 14(1): 1120779.
- [25] 褚长虹, 殷昭亮, 喻文秀. MRI斑块参数联合血清D-D对缺血性脑卒中预后预测价值及临床意义 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2023, 21(2): 28-30.
- [26] 高艳, 叶斌, 张红艳. 缺血性脑卒中rt-PA溶栓效果的影响因素分析和NLR的预测作用研究 [J]. *蚌埠医学院学报*, 2023, 48(2): 275-279.

(收稿日期: 2024-05-28)

(校对编辑: 姚丽娜)