

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2023.22.016  
文章编号: 1005-8982 (2023) 22-0088-06

临床研究·论著

## CT灌注成像联合血清microRNA-493预测急性脑梗死患者预后的价值\*

郭丽红, 陈辉, 张燕, 秦巍, 涂强, 陈韵

[湖北文理学院附属医院(襄阳市中心医院)放射影像科, 湖北 襄阳 441000]

**摘要: 目的** 分析CT灌注成像联合血清microRNA-493(miR-493)预测急性脑梗死(ACI)患者预后的价值。**方法** 选取2019年6月—2022年11月湖北文理学院附属医院收治的149例ACI患者, 所有患者治疗前行CT灌注成像及血清miR-493测定, 溶栓治疗后均随访3个月, 评估其预后情况。分析影响ACI患者预后的因素, 分析CT灌注成像参数联合血清miR-493预测ACI患者预后的价值。**结果** 149例ACI患者中20例预后不良。多因素逐步Logistic回归分析结果显示, 美国国立卫生研究院卒中量表评分[ $\hat{OR}=5.743(95\% CI: 2.363, 13.958)$ ]、脑血流量(CBF)[ $\hat{OR}=3.931(95\% CI: 1.618, 9.555)$ ]、脑血容量(CBV)[ $\hat{OR}=3.827(95\% CI: 1.575, 9.301)$ ]、灌注对比剂平均通过时间(MTT)[ $\hat{OR}=3.615(95\% CI: 1.487, 8.785)$ ]、miR-493 [ $\hat{OR}=3.873(95\% CI: 1.594, 9.412)$ ]是影响ACI患者预后的因素( $P < 0.05$ )。受试者工作特征曲线结果分析结果显示, CBF、CBV、MTT、miR-493及四者联合预测ACI患者预后的敏感性分别为70.00%(95% CI: 0.457, 0.872)、75.00%(95% CI: 0.506, 0.904)、70.00%(95% CI: 0.457, 0.872)、65.00%(95% CI: 0.410, 0.837)、85.00%(95% CI: 0.641, 0.960), 特异性分别为70.54%(95% CI: 0.618, 0.781)、79.85%(95% CI: 0.717, 0.862)、73.64%(95% CI: 0.650, 0.808)、71.32%(95% CI: 0.626, 0.788)、89.92%(95% CI: 0.831, 0.943), AUC分别为0.734、0.798、0.733、0.739和0.906。**结论** CT灌注成像参数CBF、CBV、MTT联合血清miR-493预测ACI患者预后效能良好。

**关键词:** 急性脑梗死; 预后; CT灌注成像; microRNA-493

**中图分类号:** R743.33

**文献标识码:** A

## Prognostic value of CT perfusion imaging combined with the serum level of microRNA-493 in patients with acute cerebral infarction\*

Guo Li-hong, Chen Hui, Zhang Yan, Qin Wei, Tu Qiang, Chen Yun

[Department of Radiology, Affiliated Hospital of Hubei University of Arts and Science  
(Xiangyang Central Hospital), Xiangyang, Hubei 441000, China]

**Abstract: Objective** To analyze the prognostic value of CT perfusion imaging combined with the serum level of microRNA-493 (miR-493) in patients with acute cerebral infarction (ACI). **Methods** A total of 149 ACI patients admitted to our hospital from June 2019 to November 2022 were selected. All patients underwent CT perfusion imaging and detection of the serum level of miR-493 before treatment, and were followed up for 3 months after thrombolytic therapy to evaluate their prognosis. Factors influencing the prognosis of ACI patients were analyzed, and the value of CT perfusion imaging parameters combined with the serum level of miR-493 in predicting the prognosis of ACI patients was determined. **Results** Among 149 patients with ACI, 20 had a poor prognosis. Multivariable Logistic regression analysis showed that the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score

收稿日期: 2023-05-11

\* 基金项目: 湖北省自然科学基金面上项目(No:2021CFB719)

[通信作者] 陈韵, E-mail: lihaoqjbu2007@163.com; Tel: 15072215979

$\hat{OR} = 5.743$  (95% CI: 2.363, 13.958), cerebral blood flow (CBF) [ $\hat{OR} = 3.931$  (95% CI: 1.618, 9.555)], cerebral blood volume (CBV) [ $\hat{OR} = 3.827$  (95% CI: 1.575, 9.301)], mean transit time (MTT) [ $\hat{OR} = 3.615$  (95% CI: 1.487, 8.785)] and the level of miR-493 [ $\hat{OR} = 3.873$  (95% CI: 1.594, 9.412)] were factors affecting the prognosis of ACI patients ( $P < 0.05$ ). Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis demonstrated that the sensitivities of CBF, CBV, MTT, miR-493 and their combination for predicting the prognosis of ACI patients were 70.00% (95% CI: 0.457, 0.872), 75.00% (95% CI: 0.506, 0.904), 70.00% (95% CI: 0.457, 0.872), 65.00% (95% CI: 0.410, 0.837), and 85.00% (95% CI: 0.641, 0.960), with the specificities being 70.54% (95% CI: 0.618, 0.781), 79.85% (95% CI: 0.717, 0.862), 73.64% (95% CI: 0.650, 0.808), 71.32% (95% CI: 0.626, 0.788), and 89.92% (95% CI: 0.831, 0.943), and the areas under the curves (AUCs) being 0.734, 0.798, 0.733, 0.739, and 0.906. **Conclusions** CT perfusion imaging parameters CBF, CBV and MTT combined with the serum level of miR-493 are effective in predicting the prognosis of ACI patients.

**Keywords:** acute cerebral infarction; prognosis; CT perfusion imaging; microRNA-493

急性脑梗死 (acute cerebral infarction, ACI) 占所有脑血管疾病的 50% ~ 60%<sup>[1]</sup>, 70 岁以上人群的 ACI 发病率甚至 >8%<sup>[2]</sup>, 致残率、病死率极高<sup>[3]</sup>。静脉溶栓是目前临床公认治疗脑梗死的高效方案, 可快速疏通责任血管, 恢复梗死区域血流灌注, 但部分 ACI 患者治疗后仍出现神经功能恶化, 影响预后<sup>[4-5]</sup>。明确影响 ACI 患者预后的因素, 可指导临床早期医疗防治措施, 降低致残率及病死率, 使 ACI 患者受益最大化。

多层螺旋 CT 扫描覆盖范围大, 扫描时间短, Z 轴分辨率较高, 具有多排宽探测器结构, 球管一次曝光可同时获得多个层面。其中 CT 灌注成像因扫描时间短、成像快, 可敏感地显示病变区细微血流动力学变化及脑组织内微循环情况等优势被临床广泛应用于 ACI 诊断等多个领域<sup>[6-7]</sup>。MicroRNA (miRNA) 参与人体细胞增殖、分化、凋亡等基因调控过程。microRNA-493 (miR-493) 与心脑血管疾病发生、脑缺血再灌注损伤、神经元细胞凋亡等病理过程密切相关<sup>[8]</sup>。笔者认为 CT 灌注成像联合血清 miR-493 预测 ACI 患者预后效能可能更高, 但目前尚缺乏其联合预警 ACI 患者预后的报道。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2019 年 6 月—2022 年 11 月湖北文理学院附属医院收治的 149 例 ACI 患者作为研究对象。其中, 男性 88 例、女性 61 例; 年龄 35 ~ 80 岁, 平均 (63.47 ± 8.65) 岁。本研究经医院医学伦理委员会批准, 患者及其家属均签署知情同意书。

### 1.2 纳入与排除标准

**1.2.1 纳入标准** ①符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》<sup>[9]</sup>中 ACI 诊断标准; ②初次发病入院治疗; ③发病 4.5 h 内接受静脉溶栓治疗。

**1.2.2 排除标准** ①伴有脑炎、颅内动脉瘤、脑血管畸形、脑内出血及活动性内出血; ②伴有头部外伤史、癫痫病史、颅脑手术史、桥接血管内治疗史; ③伴有重要脏器功能严重障碍、痴呆、帕金森等疾病; ④伴有免疫缺陷、传染性疾病、血液系统疾病; ⑤伴有先天性发育异常、先天性心脏病等疾病; ⑥有溶栓禁忌证; ⑦无症状性脑梗死、短暂性脑缺血发作; ⑧无法配合完成本研究、自然失访者。

### 1.3 治疗方法

参照《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》<sup>[9]</sup>, 所有患者入院后依据患者个体差异, 给予调节血压及血糖、维持水电解质平衡、呼吸支持、抗感染、营养神经、改善脑循环等常规治疗措施, 并予以阿替普酶静脉溶栓治疗, 给药剂量为 0.9 mg/kg, 加入 0.9% 生理盐水稀释至 0.2 mg/mL 后, 优先将总剂量的 10% 经静脉注射给药, 剩余的 90% 剂量于 60 min 内静脉滴注完毕。

### 1.4 资料收集

收集所有患者临床资料, 包括性别、年龄、基础疾病 (高血压、糖尿病、高脂血症、冠心病)、吸烟史、饮酒史、脑梗死部位、国际急性脑卒中 Org10172 治疗试验 (trial of Org10172 in acute stroke treatment, TOAST) 分型<sup>[10]</sup>、患者到达医院至静脉溶栓时间 (door-to-needle, DNT), 甘油三酯 (Triglyceride, TG)、总胆固醇 (total cholesterol, TC)、血肌酐、尿素氮、纤维蛋白原、丙氨酸转氨酶 (alanine aminotransferase,

ALT)、天冬氨酸氨基转移酶(aspartate aminotransferase, AST)、白细胞(white blood cell, WBC)、美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)评分<sup>[11]</sup>。

### 1.5 CT灌注成像检测

所有患者治疗前行64排 Revolution HD CT(美国GE公司)灌注成像检查,肘静脉推注造影剂碘普罗胺(剂量40 mL,速度6.0 mL/s),参数设置:管电压均为80 kV;管电流150 mA,开始后21 s扫描6个容积数据,扫描间隔1 s;管电流300 mA,开始后36 s扫描4个容积数据,扫描间隔1 s;管电流150 mA,开始后46 s扫描5个容积数据,扫描间隔5 s;全程扫描时间65 s。将采集到的图像输送至工作站,输入动脉设置为基底动脉,输出动脉设置为上矢状窦,生成CT灌注成像图,测定其病变区脑血流量(cerebral blood flow, CBF)、脑血容量(cerebral blood volume, CBV)、灌注对比剂平均通过时间(mean transit time, MTT)、达峰时间(time to peak, TTP)。

### 1.6 实时荧光定量聚合酶链反应检测血清miR-493表达

治疗前抽取患者静脉血液3 mL,冷藏储存送外检测,离心收集血清,TRIzol法提取血清总RNA,采用RNAiso for Small RNA试剂(大连宝生生物工程有限公)分离miRNA,逆转录成cDNA,进行实时荧光定量聚合酶链反应(quantitative real-time polymerase chain reaction, qRT-PCR)(美国ABI 7500 Fast Real-Time PCR System PCR仪),反应体系20  $\mu$ L,反应条件:93  $^{\circ}$ C预变性3 min,92  $^{\circ}$ C变性30 s,54  $^{\circ}$ C退火30 s,62  $^{\circ}$ C延伸30 s,共40个循环。内参选用U6,扩增结束后绘制熔解曲线,以CT值为基础,2<sup>- $\Delta\Delta$ Ct</sup>法计算血清miR-493相对表达量,引物序列见表1。

### 1.7 近期预后

所有患者溶栓治疗后均随访3个月,采用改良Rankin评分量表(modified Rankin scale, MRS)<sup>[12]</sup>评估

患者近期预后。MRS评分 $\leq 2$ 分患者为预后良好组,MRS评分 $> 2$ 分患者为预后不良组。

### 1.8 统计学方法

数据分析采用SPSS 18.0统计软件。计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,比较用 $t$ 检验;计数资料以构成比或率(%)表示,比较用 $\chi^2$ 检验。影响因素的分析用多因素逐步Logistic回归模型。绘制受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 预后情况

149例ACI患者中,20例(13.42%)预后不良,其余129例(86.58%)预后良好。

### 2.2 两组患者临床资料比较

预后不良组与预后良好组患者性别构成、年龄、基础疾病(高血压、糖尿病、高脂血症、冠心病)、吸烟史、饮酒史、脑梗死部位、TOAST分型、TG、肌酐、尿素氮、纤维蛋白原、ALT、AST、WBC比较,经 $t$ 检验,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。两组DNT、TC、NIHSS评分比较,经 $t$ 检验,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),预后不良组DNT、TC、NIHSS评分均高于预后不良组。见表2。

### 2.3 两组CT灌注成像指标、血清miR-493相对表达量比较

预后不良组与预后良好组CBF、CBV、MTT、TTP、miR-493相对表达量比较,经 $t$ 检验,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),预后不良组CBF、CBV、miR-493相对表达量均低于预后良好组,预后不良组MTT、TTP均高于预后良好组。见表3。

### 2.4 影响ACI患者预后的多因素分析

以ACI患者预后为因变量(预后良好=0,预后不良=1),DNT、TC、NIHSS评分、CBF、CBV、MTT、TTP、miR-493相对表达量为自变量(赋值为原始数值),进行多因素逐步Logistic回归分析( $\alpha_{入}=0.05$ ,  $\alpha_{出}=0.10$ ),结果显示:NIHSS评分[ $\hat{O}R=5.743$ (95% CI: 2.363, 13.958)],CBF [ $\hat{O}R=3.931$ (95% CI: 1.618, 9.555)],CBV [ $\hat{O}R=3.827$ (95% CI: 1.575, 9.301)],MTT [ $\hat{O}R=3.615$ (95% CI: 1.487, 8.785)],miR-493 [ $\hat{O}R=3.873$ (95% CI: 1.594, 9.412)]是影响ACI患者预后的因素( $P < 0.05$ )。见表4。

表1 qRT-PCR引物序列

基因	引物序列	长度/bp
U6	正向: 5'-GCCCGCTGTGCGGTGCTGCCCC-3'	23
	反向: 5'-GGTGTGCGGTGCTGCGGCCGCGGC-3'	
miR-493	正向: 5'-GGTCTGCGGCCGCGCGGTGGGC-3'	21
	反向: 5'-GCTCGGTCCCGCTGCGGCTGCG-3'	

表 2 两组患者临床资料比较

组别	n	男/女 例	年龄≥60岁 例(%)	高血压 例(%)	糖尿病 例(%)	高脂血症 例(%)	冠心病 例(%)	吸烟史 例(%)	饮酒史 例(%)
预后不良组	20	15/5	14(70.00)	9(45.00)	8(40.00)	7(35.00)	5(25.00)	8(40.00)	6(30.00)
预后良好组	129	73/56	85(65.89)	51(39.53)	49(37.98)	50(38.76)	30(23.26)	48(37.21)	34(26.36)
χ <sup>2</sup> /t 值		2.427	0.131	0.215	0.030	0.104	0.029	0.057	0.117
P 值		0.119	0.717	0.643	0.863	0.748	0.864	0.811	0.732

组别	脑梗死部位 例(%)			TOAST 分型 例(%)			DNT/(min, x̄ ± s)	TG/(mmol/L, x̄ ± s)
	丘脑	脑叶	基底节	大动脉粥样硬化型	小血管闭塞型	心源性		
预后不良组	3(15.00)	4(20.00)	13(65.00)	13(65.00)	3(15.00)	4(20.00)	95.01 ± 18.12	1.36 ± 0.24
预后良好组	18(13.95)	31(24.03)	80(62.02)	71(55.04)	22(17.05)	36(27.91)	77.26 ± 15.13	1.29 ± 0.22
χ <sup>2</sup> /t 值		0.158			0.752		4.750	1.308
P 值		0.924			0.687		0.000	0.193

组别	TC/(mmol/L, x̄ ± s)	肌酐/(μmol/L, x̄ ± s)	尿素氮/(mmol/L, x̄ ± s)	纤维蛋白原/ (g/L, x̄ ± s)	ALT/(u/L, x̄ ± s)	AST/(u/L, x̄ ± s)	WBC/(×10 <sup>9</sup> /L, x̄ ± s)	NIHSS 评分 (x̄ ± s)
预后不良组	4.42 ± 0.51	88.36 ± 9.74	4.29 ± 0.68	2.71 ± 0.43	36.01 ± 4.17	36.18 ± 3.85	7.15 ± 1.02	8.96 ± 1.37
预后良好组	4.15 ± 0.48	87.01 ± 9.14	4.17 ± 0.62	2.81 ± 0.41	35.03 ± 4.05	35.47 ± 3.64	7.21 ± 0.98	6.32 ± 1.24
χ <sup>2</sup> /t 值	2.321	0.609	0.795	1.008	1.003	0.806	0.253	8.736
P 值	0.022	0.543	0.428	0.315	0.318	0.422	0.800	0.000

表 3 预后不良组与预后良好组 CT 灌注成像指标、血清 miR-493 情况相对表达量比较 (x̄ ± s)

组别	n	CBF/(mL/100 g·min)	CBV/(mL/100 g)	MTT/s	TTP/s	miR-493
预后不良组	20	12.36 ± 1.87	0.92 ± 0.13	4.26 ± 0.63	27.01 ± 3.92	0.45 ± 0.09
预后良好组	129	14.15 ± 1.98	1.17 ± 0.21	3.85 ± 0.42	24.16 ± 3.11	0.67 ± 0.14
t 值		3.788	5.164	3.769	3.676	6.802
P 值		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表 4 影响 ACI 患者预后的多因素逐步 Logistic 回归分析参数

自变量	b	S <sub>b</sub>	Wald χ <sup>2</sup>	P 值	OR	95% CI	
						下限	上限
NIHSS 评分	1.748	0.359	23.708	0.000	5.743	2.363	13.958
CBF	1.369	0.278	24.250	0.000	3.931	1.618	9.555
CBV	1.342	0.357	14.131	0.000	3.827	1.575	9.301
MTT	1.285	0.311	17.072	0.000	3.615	1.487	8.785
miR-493 相对表达量	1.354	0.237	32.639	0.000	3.873	1.594	9.412

2.5 CT 灌注成像参数、血清 miR-493 预测 ACI 患者预后的价值

ROC 曲线结果分析显示, CBF、CBV、MTT、miR-493 及四者联合预测 ACI 患者预后的敏感性分别为

70.00%、75.00%、70.00%、65.00% 和 85.00%, 特异性分别为 70.54%、79.85%、73.64%、71.32% 和 89.92%, AUC 分别为 0.734、0.798、0.733、0.739 和 0.906。见表 5 和图 1。

表 5 CT 灌注成像参数、血清 miR-493 预测 ACI 患者预后的价值

指标	最佳截断值	敏感性/ %	95% CI		特异性/ %	95% CI		AUC	95% CI	
			下限	上限		下限	上限		下限	上限
CBF	13.15 mL/(100 g·min)	70.00	0.457	0.872	70.54	0.618	0.781	0.734	0.639	0.828
CBV	1.05 mL/100 g	75.00	0.506	0.904	79.85	0.717	0.862	0.798	0.708	0.888
MTT	4.09 s	70.00	0.457	0.872	73.64	0.650	0.808	0.733	0.625	0.842
miR-493	0.53	65.00	0.410	0.837	71.32	0.626	0.788	0.739	0.631	0.846
联合	-	85.00	0.611	0.960	89.92	0.831	0.943	0.906	0.840	0.972

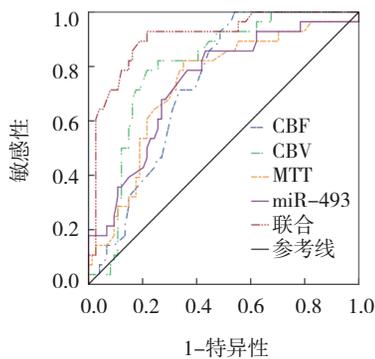


图 1 CT 灌注成像参数、血清 miR-493 预测 ACI 患者预后的 ROC 曲线

### 3 讨论

ACI 主要是指大脑动脉、椎基底动脉的主干及其他分支完全阻塞,导致脑组织供血区坏死。脑梗死后动脉内膜受损,大部分患者出现血流速度减慢、血压降低,脂质长时间沉积于动脉内膜,造成动脉迂曲变形、纤维增多、血管壁脂肪浸润,血管壁上黏附大量纤维素与血小板,从而形成血栓,最终引发动脉闭塞,严重威胁患者的生命安全。近年来脑梗死发病率一直居高不下,且呈年轻化趋势<sup>[13]</sup>。ACI 患者脑组织缺血、缺氧可诱发一系列神经及血管炎症级联反应,造成神经元坏死、脑水肿,并促使梗死病灶血管功能过度活化,增加周围区域血管通透性、炎症细胞浸润,介导氧化应激、血管异常增生等生理过程,最终导致预后不良<sup>[14]</sup>。探索更多高效预测 ACI 患者预后的标志物,可指导临床制订相关医疗措施,改善 ACI 患者预后。

本研究 149 例 ACI 患者中,20 例(13.42%)预后不良,提示 ACI 患者预后不良风险仍较高。李茂新等<sup>[15]</sup>分析了 151 例 ACI 患者近期预后情况,显示 13.25% 患者出现预后不良,与本研究结果相近。多因素逐步 Logistic 回归分析结果显示,NIHSS 评分、

CBF、CBV、MTT、miR-493 是影响 ACI 患者预后的因素,提示并印证 CT 灌注成像参数 CBF、CBV、MTT 及 miR-493 与 ACI 患者预后关系密切。脑血管狭窄、闭塞是造成 ACI 的重要原因,ACI 患者脑部血流改变,脑血管通过自身调节功能并建立侧支循环实现代偿功能,CT 检查可清楚显示 ACI 的大小、部位、形态,经济、简便、快速,CT 脑灌注成像可测定 ACI 患者脑组织病变部位参数,并根据测定的参数区分可逆脑组织及不可逆病变,CBF 值越低,提示 ACI 患者脑组织缺血越严重;CBV 增高提示 ACI 患者脑组织代偿功能良好;MTT 表示灌注对比剂分子通过一定体积脑组织细胞所耗费的平均时间,通常表示血流自动脉端至静脉端所用时间,MTT 升高表示 ACI 患者脑灌注水平下降;CBF、CBV 降低及 MTT 升高的 ACI 患者因脑组织缺血严重、脑组织代偿功能差、血供有限等原因出现预后不良风险较高。韩龙等<sup>[16]</sup>研究也显示,CT 灌注成像参数 CBF、CBV、MTT 与 ACI 患者预后相关。

miRNA 可通过碱基配对与靶基因结合,转录后可调节多个基因的表达,使靶基因降解或抑制靶基因翻译,其能通过识别目标 mRNA 的 3'-非翻译区末端的非必要互补序列来与许多基因结合,控制基因表达并影响细胞代谢、增殖、DNA 修复和细胞凋亡等过程。miRNA 以非常稳定的形式大量存在于体液中,包括不含细胞的血清、血浆和尿液,可以通过其在体液中的表达反映机体的病理生理状态。丝裂原活化蛋白激酶信号通路将信号从细胞膜传递到细胞核以响应不同的刺激,从而调节细胞增殖、分化、炎症和细胞凋亡等过程,丝裂原活化蛋白激酶是 ACI 等脑血管疾病的重要调节因子,丝裂原活化蛋白激酶可以通过释放促炎介质来损害血脑屏障的完整性并加剧神经炎症,从而损伤 ACI 患者神经血管,miR-493 可通过调节 ACI 患者丝裂原活化蛋白激酶来调

控神经细胞凋亡、神经炎症、神经损伤、血管新生等脑损伤通路。GUGLIANDOLO 等<sup>[17]</sup>研究指出, miR-493 参与缺血性脑卒中丝裂原活化蛋白激酶通路调控。康梅娟等<sup>[8]</sup>研究指出, ACI 患者治疗前血清 miR-493 水平与神经功能缺损程度呈负相关, miR-493 低表达者预后不良风险较大。ROC 曲线分析结果显示, CBF、CBV、MTT、miR-493 四者联合预测 ACI 患者预后的敏感性、特异性、AUC 最高, 说明 CT 灌注成像参数 CBF、CBV、MTT 联合血清 miR-493 预测 ACI 患者预后效能良好, 具有一定临床价值。

综上所述, CT 灌注成像参数 CBF、CBV、MTT 联合血清 miR-493 预测 ACI 患者预后效能良好。本研究仍存在一定局限性, 本研究样本量小, 统计效能有限, 仍需增加大量样本、延长随访时间进一步证实研究结果。

#### 参 考 文 献 :

- [1] SHANG W W, ZHANG Y Y, XUE L, et al. Evaluation of collateral circulation and short-term prognosis of patients with acute cerebral infarction by perfusion-weighted MRI[J]. *Ann Palliat Med*, 2022, 11(4): 1351-1359.
- [2] CHIHI M, DARKWAH OPPONG M, PIERSCIANEK D, et al. Analysis of brain natriuretic peptide levels after traumatic acute subdural hematoma and the risk of post-operative cerebral infarction[J]. *J Neurotrauma*, 2021, 38(22): 3068-3076.
- [3] LI G, HAN C, XIA X P, et al. Relationship of uric acid, C-reactive protein, and N-terminal pro-B-type natriuretic peptide with acute cerebral infarction[J]. *Rev Assoc Med Bras (1992)*, 2021, 67(11): 1639-1643.
- [4] ANDE S R, GRYNSPAN J, AVIV R I, et al. Imaging for predicting hemorrhagic transformation of acute ischemic stroke-a narrative review[J]. *Can Assoc Radiol J*, 2022, 73(1): 194-202.
- [5] FU Y M, ZHENG S H, KONG H M, et al. Clinical value of combined detection of UA and MMP-9 in evaluating bleeding transformation and prognosis after thrombolysis in acute cerebral infarction[J]. *Appl Biochem Biotechnol*, 2022, 194(11): 5236-5254.
- [6] 盛良驹, 赵天, 高传美, 等. 头颅 CT 灌注成像对急性脑梗死后出血转化预测的价值[J]. *临床放射学杂志*, 2020, 39(2): 256-260.
- [7] WOUTERS A, ROBBEN D, CHRISTENSEN S, et al. Prediction

of stroke infarct growth rates by baseline perfusion imaging[J]. *Stroke*, 2022, 53(2): 569-577.

- [8] 康梅娟, 温昌明, 张保朝, 等. 脑梗死急性期患者血清 miR-493 表达水平及其与溶栓后预后的关系研究[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2022, 39(4): 306-309.
- [9] 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.
- [10] KNIGHT-GREENFIELD A, NARIO J J Q, GUPTA A. Causes of acute stroke: a patterned approach[J]. *Radiol Clin North Am*, 2019, 57(6): 1093-1108.
- [11] CHALOS V, van der ENDE N A M, LINGSMA H F, et al. National institutes of health stroke scale: an alternative primary outcome measure for trials of acute treatment for ischemic stroke[J]. *Stroke*, 2020, 51(1): 282-290.
- [12] TAGHIZADEH G, MARTINEZ-MARTIN P, MEIMANDI M, et al. Barthel index and modified Rankin scale: psychometric properties during medication phases in idiopathic Parkinson disease[J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2020, 63(6): 500-504.
- [13] 衡海艳, 蒋燕, 杨红, 等. CT 血管造影检查急性脑梗死患者大脑中动脉粥样硬化斑块的特征及其临床意义[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(10): 18-22.
- [14] 武勇立, 谢露, 杨梅, 等. NLR、PLR、MPV 对急性脑梗死超早期静脉溶栓治疗神经功能转归的预测价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(10): 7-11.
- [15] 李茂新, 乐灵丹, 赵宏宇. 中性粒细胞与淋巴细胞比值和血小板与淋巴细胞比值对急性脑梗死患者预后的预测价值研究[J]. *中国实用内科杂志*, 2021, 41(6): 531-535.
- [16] 韩龙, 张海莲, 马琼. CT 灌注成像联合 miR-195 在急性脑梗死诊断及预后分析中的应用[J]. *影像科学与光化学*, 2022, 40(4): 927-931.
- [17] GUGLIANDOLO A, SILVESTRO S, SINDONA C, et al. MiRNA: involvement of the MAPK pathway in ischemic stroke. A promising therapeutic target[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2021, 57(10): 1053.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 郭丽红, 陈辉, 张燕, 等. CT 灌注成像联合血清 microRNA-493 预测急性脑梗死患者预后的价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(22): 88-93.

Cite this article as: GUO L H, CHEN H, ZHANG Y, et al. Prognostic value of CT perfusion imaging combined with the serum level of microRNA-493 in patients with acute cerebral infarction[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2023, 33(22): 88-93.