

论 著

多模态磁共振成像联合
estroke人工智能评估在
晚时间窗急性脑梗死动
脉取栓术的临床研究*李绍发¹ 黄 晓² 李登星¹
黄志志¹ 廖 宝¹ 杨再职¹
黄宇基¹ 巫 颖^{3,*}1.百色市人民医院神经内科
2.百色市人民医院放射科
3.百色市人民医院心血管内科
(广西 百色 533000)

【摘要】目的 分析多模态磁共振成像(MRI)联合estroke人工智能评估在晚时间窗急性脑梗死(AIS)动脉取栓术中的临床价值。方法 选取2021年7月至2023年6月本院收治的104例晚时间窗AIS患者,所有患者经多模态MRI联合estroke人工智能评估后均可进行动脉取栓,根据eStroke人工智评估结果,将患者按照梗死体积分为低梗死组(梗死体积<21ml)、中等梗死组(21ml<梗死体积<31ml)及较大梗死组(31ml<梗死体积<51ml)。另同期选取于本院进行急诊取栓的时间窗内AIS患者30例,纳入对照组。术后采用改良脑梗死溶栓(mTICI)分级评估血管再通情况。统计患者取栓次数、下床活动时间及住院时间,统计患者住院期间并发症发生率。出院后所有患者均随访3个月,统计患者90 d死亡情况及卒中再发情况。采用改良Rankin量表(mRS)及美国国立卫生研究院神经功能缺损评分(NIHSS)评估患者神经功能预后。结果 与低梗死组比,较大梗死组血管再通率降低($P<0.05$),与较大梗死组比较,对照组血管再通率升高($P<0.05$);与低梗死组比较,对照组血取栓次数增加($P<0.05$);与低梗死组比较,对照组并发症发生率升高($P<0.05$);与术前比较,4组患者术后3个月mRS评分、NIHSS评分均降低($P<0.05$);与低梗死组比较,中等梗死组及较大梗死组mRS评分、NIHSS评分升高($P<0.05$),与中等梗死组比较,较大梗死组mRS评分、NIHSS评分升高($P<0.05$),与较大梗死组比较,对照组mRS评分、NIHSS评分降低($P<0.05$),低梗死组与对照组比较,mRS评分、NIHSS评分差异无统计学意义($P>0.05$)。结论 多模态MRI联合estroke人工智能评估晚时间窗AIS动脉取栓术中具有良好的血管再通率,有利于减少取栓次级术后并发症的发生,对于神经功能改善具有积极作用。

【关键词】急性脑梗死;多模态磁共振成像;estroke人工智能;晚时间窗;动脉取栓
【中图分类号】R743.3; R445.2
【文献标识码】A
【基金项目】广西壮族自治区卫生健康委员会科研课(Z20201451)
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.07.005

A Clinical Study of Multimodal MRI Combined with Estroke Artificial Intelligence to Evaluate Arterial Thrombectomy in Late Time Window AIS*

Li Shao-fa¹, HUANG Xiao², Li Deng-xing¹, HUANG Zhi-zhi¹, LIAO Bao¹, YANG Zai-zhi¹, HUANG Yu-ji¹, WU Ying^{3,*}.

1.Department of Neurology, Baise People's Hospital, Baise 533000, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China
2.Department of Radiology, Baise People's Hospital, Baise 533000, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China
3.Department of Cardiovascular Medicine, Baise People's Hospital, Baise 533000, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

ABSTRACT

Objective To analyze the clinical study of multimodal magnetic resonance imaging (MRI) combined with estroke artificial intelligence to evaluate arterial thrombectomy in late time window acute cerebral infarction (AIS). **Methods** 104 patients with late time window AIS admitted to our hospital from July 2021 to June 2023 were selected. Arterial thrombectomy was performed in all patients after multimodal MRI combined with estroke artificial intelligence assessment. According to the results of eStroke artificial intelligence evaluation, patients were divided into low infarct group (infarct volume < 21mL), medium infarct group (21mL < 31mL) and large infarct group (31mL < 51mL) according to the infarct volume. In the same period, 30 patients with AIS were selected in the time window of emergency thrombectomy in our hospital and included in the control group. Modified cerebral infarction thrombolysis (mTICI) grade was used to evaluate vascular recanalization. The number of thrombectomy, the time of getting out of bed and the time of hospitalization were counted, and the incidence of complications during hospitalization were counted. All patients were followed up for 3 months after discharge, and the death and recurrence of stroke were counted at 90 days. The modified Rankin Scale (mRS) and the National Institutes of Health Neurological Impairment Score (NIHSS) were used to evaluate the neurological prognosis of the patients. **Results** Compared with the low-infarct group, the vascular revascularization rate in the large-infarct group was lower ($P<0.05$), while the vascular revascularization rate in the control group was higher ($P<0.05$). Compared with the low infarction group, the number of thrombectomy increased in the control group ($P<0.05$). Compared with low infarction group, the complication rate of control group was higher ($P<0.05$). Compared with preoperative results, mRS Scores and NIHSS scores in 4 groups were decreased 3 months after operation ($P<0.05$). Compared with low infarction group, mRS Score and NIHSS score were increased in medium infarction group and large infarction group ($P<0.05$). Compared with the moderate infarct group, mRS Scores and NIHSS scores in the large infarct group were increased ($P<0.05$). Compared with large infarction group, mRS Score and NIHSS score in control group were decreased ($P<0.05$). There was no significant difference in mRS Score and NIHSS score between low infarction group and control group ($P>0.05$). **Conclusion** Multi-modal MRI combined with estroke artificial intelligence has a good vascular revascularization rate in late time window AIS thrombectomy, which is conducive to reducing the occurrence of secondary postoperative complications and has a positive effect on improving nerve function.

Keywords: Acute Cerebral Infarction; Multimodal Magnetic Resonance Imaging; Estroke Artificial Intelligence; Late Time Window; Arterial Thrombectomy

急性脑梗死(AIS)是一种起病急、病情发展迅速、预后较差的脑血管疾病,治疗AIS的关键在于及时恢复阻塞血管的血流灌注,减少因脑组织缺血引起的神经功能损伤^[1]。经研究证实,采用动脉取栓治疗发病<6 h的大血管闭塞(LVO)AIS能够有效改善患者预后,近年来该方法逐渐成为国内外的一线治疗方案^[2-3]。但部分患者无法在6h内入院治疗,因此晚时间窗患者是否有能够通过动脉取栓获得良好的预后效果成为该领域的研究重点。近年来多模态MRI逐渐应用于多种脑部疾病的诊疗中,能够对病灶及责任血管精准定位,取得显著疗效^[4-5]。有研究证实,在MRI指导下对超时间窗的轻中度前循环急性脑梗死患者进行动脉取栓能够有效改善患者的神经认知功能缺损以及炎症反应,安全性良好^[6]。但多模态MRI的判定结果精准度受到仪器、分析软件及诊断医师的影响,且目前多模态MRI在国内尚无统一标准,因此寻找有效避免上述因素误差的方法对于多模态MR推广应用具有重要意义。随着人工智能的发展,eStroke国家溶栓取栓影像人工智能平台问世,该平台能够通过“云+AI”的方式,利用先进的自动化影像分析方法为各地医院发送智能分析报告,指导临床制定治疗方案,但该方法目前缺乏临床研究结果的支持^[7-8]。本研究在多模态MRI的基础上联合estroke人工智能评估,探究该方案在晚时间窗急性脑梗死(AIS)动脉取栓术中的应用价值,以期对晚时间窗AIS患者治疗方案的制定提供指导。

1 资料与方法

【第一作者】李绍发,男,主任医师,主要研究方向:神经内科。E-mail: lishaofa88@sina.com

【通讯作者】巫 颖,女,主任医师,主要研究方向:心血管内科。E-mail: wuying2011@sina.com

1.1 一般资料 选取2021年7月至2023年6月本院收治的104例晚时间窗AIS患者，根据eStroke人工智评估结果，将患者按照梗死体积分三组：低梗死组(梗死体积<21mL)、中等梗死组(21mL<梗死体积<31mL)及较大梗死组(31mL<梗死体积<51mL)。

纳入标准：AIS患者符合文献^[9]中AIS的诊断标准；发病6~24 h入院治疗(晚时间窗)；年龄>18岁；MR血管成像或数字减影血管造影(DSA)证实为LVO；多模态MRI提示存在明显错配区，切错配比≥1.8；eStroke人工智评估结果提示低灌注体积/梗死核心>1.8；梗死面积<51 mL；患者家属均签署知情同意书；排除标准：存在明显出血倾向或活动性出血；无法耐受手术者；患有凝血功能障碍者；严重高血糖或低血糖，严重高血压；患有恶性肿瘤者；患有凝血功能障碍；严重心、肝、肾功能障碍者；合并其他脑部疾病。同期选取于本院进行急诊取栓的时间窗内AIS患者30例，纳入标准：均确诊为ASI；发病时间<6h；经评估患者可行血管内机械取栓；年龄>18岁；患者家属均签署知情同意书；排除标准同晚时间窗AIS患者。4组患者一般资料可比(P<0.05)，见表1。本研究已通过本院医学伦理委员会审批。

表1 4组患者临床资料比较[(n, %)]

组别	n	性别	年龄	高血压	糖尿病	高脂血症
低梗死组	41	26/15	60.49±5.76	12(29.27)	10(24.39)	12(29.27)
中等梗死组	33	20/13	58.96±5.33	10(30.30)	9(27.27)	11(33.33)
较大梗死体积	31	18/13	62.01±6.24	11(35.48)	8(25.81)	10(32.26)
对照组	30	20/14	61.71±4.96	9(30.00)	8(26.67)	9(30.00)
t值		0.262	1.965	0.369	0.204	0.177
P值		0.967	0.122	0.957	0.977	0.981

1.2 方法

1.2.1 多模态MRI联合estroke人工智能评估方法 超时间窗患者进行多模态MRI检查：采用西门子skra3.0 T MRI扫描仪，扫描序列分别采用T₁WI、T₂WI、FLAIR、DWI、PWI(注射法灌注)及三维时间飞跃磁共振血管成像(3D-TOFMRA)，平扫后向患者肘静脉注射钆对比剂钆贝葡胺注射液(上海博莱科信谊药业有限责任公司，国药准字H20054701，规格：10mL:5.290g)0.2mmol/kg，将获得的各序列原始数据上传至estroke国家影像平台，eStroke人工智能评估系统对上传的数据进行自动分析，生成脑血流容量、脑血流流量、对比剂平均通过时间、对比剂峰值时间等血流动力学参数及灌注图像表现，并于分析报告中提供核心梗死区与缺血半暗带的定量分析结果，提供不匹配区体积和不匹配区比例及Tmax数值、核心梗死区、半暗带标识图等，匹配对应的算法后启动分析程序，生成分析报告。医院根据分析报告判断是否进行动脉取栓。

1.2.2 手术治疗方法 动脉取栓参考《中国急性缺血性脑卒中早期血管内介入诊疗指南》^[10]进行规范手术，常规消毒后根据病情选择麻醉方式(局麻或者全麻)，麻醉完成后，采用经股动脉

Seldinger技术由动脉穿刺入路进行全脑血管造影，采用电动高压注射器向肘静脉注射非离子型对比剂欧乃派克[通用电气药业(上海)有限公司，国药准字H20000595，规格：100毫升:30克(I)]进行主动脉弓处行前后位造影，颈总动脉、颈内动脉及颅内行前后位、斜位及侧位造影，确认闭塞或栓塞部位后进行机械取栓，并将取出的栓子送病理检查，术后复查CT并给予密切监护。

1.3 观察指标

1.3.1 血管再通情况评估：采用改良脑梗死溶栓(mTICI)分级^[11]对血管再通情况进行评估：无灌注为0级；闭塞段血管有微量的血流灌注，但远端分支无灌注为1级；>1/2的主要血管有灌注为2a级；>1/2的主要血管有灌注为2b级；所有远端分支均完全灌注为3级。2b级、3级视为血管再通。

1.3.2 手术相关指标统计：统计患者术中取栓次数，下床活动时间及住院时间。

1.3.3 术后并发症发生情况：统计患者术后并发症发生情况及术后卒中发生情况，计算并发症发生率及术后卒中发生率；术后采用电话随访的方式，统计患者90 d死亡率。

1.3.4 预后情况评估：术后采用到院复查的方式进行改良Rankin量表^[12](mRS)及美国国立卫生院神经功能缺损评分^[13](NIHSS)评估，mRS根据患者残障状况进行评分，总分为6分(0分为无症状，6分为死亡)，分值越高患者预后越差；NIHSS量表从三个维度，15项内容对患者神经功能进行评估，总分为40分，分值越高患者神经损伤越严重。

1.4 统计学方法 采用SPSS 26.0分析数据资料。符合正态分布的计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，多组间比较采用方差分析，两样本比较采用t检验，计数资料用“n(%)”表示，等级分布比较采用秩和检验，组间比较采用 χ^2 检验，P<0.05即差异有统计学意义。

2 结果

2.1 血管再通情况比较 4组患者各mTICI分级分布比较，差异无统计学意义(P>0.05)，4组血管再通率比较，差异有统计学意义(P<0.05)；与低梗死组比较，较大梗死组血管再通率降低(P<0.05)，中等梗死组及血管再通率无明显差异(P>0.05)；与中等梗死组比较，较大梗死组、对照组血管再通率无明显差异(P>0.05)；与较大梗死组比较，对照组血管再通率升高(P<0.05)，见表2。

2.2 手术相关指标比较 4组AIS患者下床活动时间、住院时间比较，差异无统计学意义(P>0.05)，4组AIS患者取栓次数比较，差异有统计学意义(P<0.05)；与低梗死组比较，对照组血取栓次数增加(P<0.05)，不同面积梗死组取栓次数无明显差异(P>0.05)，见表3。

2.3 术后并发症发生情况比较 4组AIS患者术后卒中发生率及90 d死亡率比较，差异无统计学意义(P>0.05)；4组AIS患者并发症发生率比较，差异有统计学意义(P<0.05)，与低梗死组比较，对照组并发症发生率升高(P<0.05)，不同梗死面积并发症发生情况无明显差异(P>0.05)，见表3。

表2 血管再通情况比较(n, %)

组别	n	0级	1级	2a级	2b级	3级	血管再通率
低梗死组	41	0	1(2.44)	4(9.76)	17(41.46)	19(46.34)	36(87.80)
中等梗死组	33	1(3.03)	2(6.06)	4(12.12)	15(45.45)	11(33.33)	26(78.79)
较大梗死组	31	2(6.45)	3(9.68)	5(16.13)	13(41.94)	8(25.81)	21(67.74) ^a
对照组	30	0	1(33.33)	1(33.33)	13(43.33)	15(50.00)	27(90.00) ^c
Z/ χ^2 值		5.153					8.121
P值		0.161					0.044

注：与低梗死组比较，^aP<0.05；与较大梗死组比较，^cP<0.05。

表3 手术相关指标比较

组别	n	取栓次数	下床活动时间	住院时间
低梗死组	41	1.78±0.46	7.86±1.86	9.01±2.41
中等梗死组	33	1.89±0.48	8.19±2.16	9.47±2.16
较大梗死组	31	1.96±0.45	8.51±1.91	9.85±2.33
对照组	30	2.14±0.65 ^a	7.93±1.97	9.09±2.09
F		2.973	1.164	1.589
P		0.034	0.325	0.193

注：与较大梗死组比较，^aP<0.05。

2.4 ASI患者mRS评分及NIHSS评分比较 与术前比较, 4组患者术后3个月mRS评分、NIHSS评分均降低($P<0.05$); 4组AIS患者术后3个月的mRS评分、NIHSS评分比较, 差异有统计学意义($P<0.05$); 与低梗死组比较, 中等梗死组及较大梗死组mRS评分、NIHSS评分升高($P<0.05$), 与中等梗死组比较, 较大梗死组

mRS评分、NIHSS评分升高($P<0.05$), 与较大梗死组比较, 对照组mRS评分、NIHSS评分降低($P<0.05$), 低梗死组与对照组比较, mRS评分、NIHSS评分差异无统计学意义($P>0.05$), 见表5。
2.5 MRI联合estroke人工智能评估报告及手术结果 见图1-3。

表4 术后并发症发生情况比较

组别	n	术后卒中发生率	并发症发生率	90 d死亡率
低梗死组	41	1(2.44)	2(4.88)	2(4.88)
中等梗死组	33	2(6.06)	3(9.09)	2(6.06)
较大梗死组	31	3(9.68)	5(16.13)	4(12.90)
对照组	30	2(3.33)	6(20.00) ^a	1(3.33)
χ^2 值		1.002	2.120	0.242
P值		0.316	0.034	0.809

注: 与低梗死组比较, ^a $P<0.05$ 。

表5 ASI患者mRS评分及NIHSS评分比较

组别	mRS评分		NIHSS评分	
	术前	术后3个月	术前	术后3个月
低梗死组(n=41)	4.49±1.06	1.16±0.36	9.96±2.16	1.24±0.35
中等梗死组(n=33)	4.62±0.95	1.63±0.29 ^a	10.21±2.09	1.69±0.41 ^a
较大梗死组(n=31)	4.44±0.83	2.15±0.51 ^{ab}	10.37±1.86	2.74±0.75 ^{ab}
对照组(n=30)	4.56±0.94	1.36±0.33 ^c	10.20±1.92	1.15±0.33 ^{ab}
F值	0.374	69.207	0.381	119.429
P值	0.772	<0.001	0.767	<0.001

注: 与低梗死组比较, ^a $P<0.05$; 注: 与中等梗死组比较, ^b $P<0.05$; 与较大梗死组比较, ^c $P<0.05$ 。

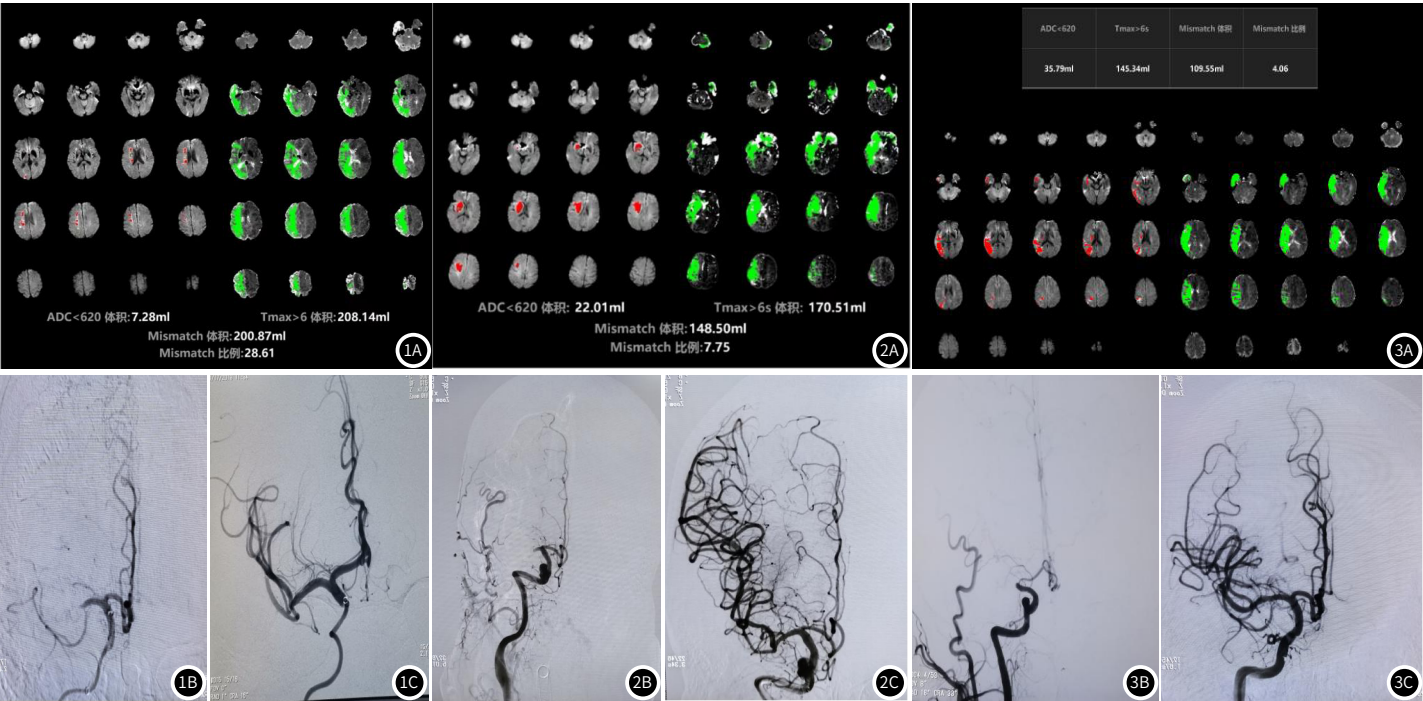


图1A-图1C 低梗死面积; 1A estroke报告; 1B 术前责任血管; 1C 取栓术后责任血管。患者男, 58岁。1A: estroke报告提示患者核心梗死区7.28mL, 缺血半暗带体积208.14mL, Mismatch比值28.61; 1B: 术前DSA显示右侧大脑中动脉闭塞; 1C: 取栓术后DSA显示右侧大脑中动脉完全复通。
图2A-图2C 中等梗死面积; 2A estroke报告; 2B 术前责任血管; 2C 取栓术后责任血管。患者男, 55岁。2A: estroke报告提示患者核心梗死区22.01mL, 缺血半暗带体积170.51mL, Mismatch比值7.75; 2B: 术前DSA显示右侧大脑中动脉闭塞; 2C: 取栓术后DSA显示右侧大脑中动脉完全复通。
图3A-图3C 较大梗死面积; 3A estroke报告; 3B 术前责任血管; 3C 取栓术后责任血管。患者男, 62岁。3A: estroke报告提示患者核心梗死区35.79mL, 缺血半暗带体积145.34mL, Mismatch比值4.06; 3B: 术前DSA显示右侧大脑中动脉闭塞; 3C: 取栓术后DSA显示右侧大脑中动脉完全复通。

3 讨论

近年来随着医疗技术的发展, 晚时间窗ASI患者通过严格评估后同样能够进行取栓治疗, 并获得良好的预后^[14]。研究证实, 多模态MRI能够辅助症状不明的AIS患者进行溶栓治疗, 同时对晚时间窗的LVO患者进行血管内治疗提供了精确的信息^[15]。但目前多模态MRI诊断结果受到主观因素影响, 且多模态MRI的应用缺乏统一标准。研究证实AI能够改善LVO引起的脑卒中的诊断, 可用于评估血管内血栓切除术的紧急评估和治疗^[16]。本研究多模态MRI联合estroke人工智能联合用于晚时间窗AIS的病情评估, 将多模态的成像结果定量化分析, 评估患者是否适合进行取栓治

疗, 并探究其治疗效果^[14-15]。
本研究对4组患者血管再通结果进行分析, 结果显示, 低梗死组与对照组血管再通率无明显差异, 且低梗死组取栓次数低于对照组, 表明多模态MRI联合estroke人工智能评估下进行动脉取栓的晚时间窗AIS患者手术效果与时间窗内的手术效果相当, 同时能够减少术中取栓次数。分析原因为, 多模像MRI能够对病变血管进行精准定位, 清晰显示病变血管及其周围结构, 帮助术者了解栓塞情况, 有利于术中更迅速的去除栓塞, 恢复血液流^[17-18]。但本研究发现较大梗死组血管再通率明显低于低梗死组及

对照组,表明血管再通率可能受到梗死面积的影响导致较大梗死组血管再通率降低,同样梗死面积较大的患者取栓次数也有增加趋势,可能与血管阻塞程度有关。本研究发现,对照组并发症发生率高于低梗死组,提示在多模态MRI联合estroke人工智能评估下进行动脉取栓能够降低患者术后并发症。分析原因因为在多模像MRI指导下,术者能够迅速取出栓塞,减少取栓次数,减少取栓过程中对血管内皮及血管壁的损伤,从而降低术后出血、感染等并发症的发生。但仅采用多模态MRI对于脑血管、灌注及缺血半暗带的评估精确度存在误差,estroke人工智能则能够利用云端自动化影像分析方法,迅速对梗死核心区域及缺血半暗带进行定量评估,从而评价晚时间窗患者是否适合进行动脉取栓,因此多模态MRI联合estroke人工智能具有更高的应用价值^[19]。

神经缺损程度与梗死面积有关,相关研究指出,梗死面积大小能够影响ST段抬高型心肌梗死患者PCI术后主要心血管不良事件(MACE)的发生率,梗死面积较大的患者PCI术后发生MACE的风险更高,与梗死位置无关^[20]。有研究表明,梗死面积缩小,患者神经缺损能明显减轻^[21]。同时神经缺损程度也受到治疗时间的影响,越早治疗,患者脑组织缺血时间越短,从而不可逆脑损伤的发生风险越低。本研究结果显示,术后3个月4组患者mRS评分、NIHSS评分均降低,表明取栓手术均能改善AIS患者神经缺损,其中低梗死组与对照组神经缺损情况相当,且随着梗死面积的增加,晚时间窗AIS患者mRS评分、NIHSS评分越高,神经功能损伤越严重。尤其是对于中小梗死面积的晚时间窗患者,效果明显优于较大面积梗死面积患者,且能够取得与早时间窗内患者相当的手术效果,值得临床借鉴。但本研究受到样本容量及随访时间的限制,未来可持续收集更多患者,并延长随访时间,进一步证实多模态MRI联合estroke人工智能评估方案的有效性安全性,为多模态MRI在ASI中的应用提供判定标准。

综上所述,多模态MRI联合estroke人工智能评估晚时间窗AIS动脉取栓术中具有良好的血管再通率,有利于减少取栓次级术后并发症的发生,对于神经功能改善具有积极作用。有利于辅助地方医院判断患者病情,指导治疗方案的制定。

参考文献

- [1]袁亚春. PECAM-1, GFAP, sTLT-1在急性脑梗死患者中的表达及相关性研究[J]. 罕少疾病杂志, 2023, 30(11): 20-22.
- [2]徐昕, 张汤钦, 吴康飞, 等. 急性前循环大血管闭塞性卒中侧支循环不良患者机械取栓预后影响因素分析[J]. 中国脑血管病杂志, 2021, 18(8): 509-517.
- [3]董志辉, 尹峰, 莫哲恒, 等. DSA与颅脑CT在脑梗塞患者诊治中的应用[J]. 中国CT和MRI杂志, 2018, 16(5): 4-7.
- [4]Atchaneeyasakul K, Liebeskind DS, Jahan R, et al. Efficient multimodal MRI evaluation for endovascular thrombectomy of anterior circulation large vessel occlusion[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2020, 29(12): 105271.
- [5]周杰, 王开乐, 张欣. 多模态MRI评估急性缺血性脑梗死侧支循环的临床分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(5): 26-29.

- [6]崔松, 李宗辉, 王真, 等. MRI指导下超时间窗动脉取栓对轻中度前循环急性脑梗死患者认知功能及血清hs-CRP的影响[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(10): 7-10.
- [7]金雪红, 张红, 姚潇涵, 等. 半暗带模式对大脑中动脉狭窄或闭塞所致卒中患者临床转归的影响[J]. 国际脑血管病杂志, 2020, 28(12): 886-892.
- [8]Bousslama M, Ravindran K, Harston G, et al. Noncontrast computed tomography e-stroke infarct volume is similar to RAPID computed tomography perfusion in estimating postreperfusion infarct volumes[J]. Stroke, 2021, 52(2): 634-641.
- [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]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, 中华医学会神经病学分会神经血管介入协作组. 中国急性缺血性脑卒中早期血管内介入诊疗指南2018[J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9): 683-691.
- [11]Ghozy S, Kacimi SE, Azzam AY, et al. Successful mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke: revascularization grade and functional independence[J]. J Neurointerv Surg, 2022, 14(8): 779-782.
- [12]张世洪, 吴波, 谈颂. 卒中登记研究中Barthel指数和改良的 Rankin量表的适用性与相关性研究[J]. 中国循证医学杂志, 2004, 4(12): 871-874.
- [13]Mistry EA, Yeatts SD, Khatri P, et al. National Institutes of Health stroke scale as an outcome in stroke research: value of ANCOVA over analyzing change from baseline[J]. Stroke, 2022, 53(4): e150-e155.
- [14]张舒. 急性前循环大血管闭塞性卒中晚时间窗血管内治疗预后研究及预后预测评分的比较[D]. 福州: 福建医科大学, 2021.
- [15]周琳, 王敏茹. 急性缺血性卒中血管再通治疗前一站式磁共振成像评估及临床应用[J]. 中国药物与临床, 2021, 21(24): 3963-3967.
- [16]Murray NM, Unberath M, Hager GD, et al. Artificial intelligence to diagnose ischemic stroke and identify large vessel occlusions: a systematic review[J]. J Neurointerv Surg, 2020, 12(2): 156-164.
- [17]Drobinin V, Van Gestel H, Helmick CA, et al. Reliability of multimodal MRI brain measures in youth at risk for mental illness[J]. Brain Behav, 2020, 10(6): e01609.
- [18]Das A, Ding S, Liu R, et al. Quantifying the growth of glioblastoma tumors using multimodal MRI brain images[J]. Cancers (Basel), 2023, 15(14): 3614.
- [19]白珊珊, 韦鑫, 周治明, 等. 双源CT虚拟平扫技术联合人工智能在急性颅内出血诊断中的应用价值[J]. 陆军军医大学学报, 2023, 45(12): 1320-1327.
- [20]高丽华, 权慧娟, 郭晓宁, 等. 血清YKL-40水平对ST段抬高型急性心肌梗死患者PCI术后心血管不良事件的预测价值[J]. 微循环学杂志, 2023, 33(4): 51-55.
- [21]施斌, 陈里. MRI扫描FLAIR序列HVS征对急性期脑梗死的诊断及预后评估价值探讨[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(8): 10-12.

(收稿日期: 2024-04-23)

(校对编辑: 姚丽娜)