

【DOI】 10.3969/j.issn.1671-6450.2022.11.003

论著·临床

多模态监测对急性脑梗死患者脑颈血流动力学及神经功能预后的评估

王婧, 陈蕾, 王俊力, 陈国华, 梅俊华

基金项目: 武汉市卫计委医学科研项目(WX18D52)

作者单位: 430033 武汉市第一医院神经内科

通信作者: 梅俊华, E-mail: xiaomeijh@163.com

【摘要】 目的 探讨多模态监测对急性脑梗死患者脑颈血流动力学及神经功能预后的评估价值。方法 选择 2019 年 8 月—2021 年 3 月武汉市第一医院神经内科收治急性脑梗死患者 78 例作为研究对象, 进行多模态 MR 监测, 根据改良 Rankin 量表(mRS)、灌注异常情况和颈动脉狭窄程度分组。比较各组急性脑梗死患者脑颈血流动力学指标变化, Spearman 法分析急性脑梗死患者颈动脉狭窄程度、神经功能预后情况与脑颈血流动力学指标的相关性。结果 预后良好组($n=40$)与预后不良组($n=38$)患者相对局部脑血流量(rCBF)差异无统计学意义($P>0.05$), 预后不良组患者相对平均通过时间(rMTT)、对比剂达峰时间(rTTP)均明显高于预后良好组, 相对局部脑血容量(rCBV)明显低于预后良好组($t/P=10.258/<0.001, 12.646/<0.001, 6.635/<0.001$); 预后不良患者 rCBV 值随灌注异常分期升高而降低, 差异有统计学意义($F/P=8.125/0.002$), 而不同分期患者之间 rCBF、rMTT、rTTP 比较差异无统计学意义($P>0.05$); 随着颈动脉狭窄程度加重, rMTT、rTTP 值逐渐升高, 差异有统计学意义($F/P=3.015/0.001, 2.926/0.009$), 而 rCBV、rCBF 比较差异无统计学意义($P>0.05$); 经 Spearman 相关性分析显示, 急性脑梗死患者 rMTT、rTTP 值与神经功能预后及颈动脉狭窄程度均呈显著正相关(rMTT: $r/P=0.851/<0.001, 0.789/<0.001$; rTTP: $r/P=0.986/<0.001, 0.450/0.004$)。结论 多模态 MR 监测可有效地对急性脑梗死患者脑颈血流动力学和颈动脉狭窄程度进行评价, 对其预后不良的诊断和预防也具有重要的临床意义。

【关键词】 脑梗死; 急性; 多模态监测; 血流动力学; 神经功能预后; 相关性**【中图分类号】** R743.33**【文献标识码】** A

Prognostic evaluation of cerebral neck hemodynamics and neurological function in patients with acute cerebral infarction by multimodal monitoring Wang Jing, Chen Lei, Wang Junli, Chen Guohua, Mei Junhua. Department of Neurology, Wuhan First Hospital, Hubei Province, Wuhan 430033, China

Corresponding author: Mei Junhua, E-mail: xiaomeijh@163.com

Funding program: Medical Research Project of Wuhan Health and Family Planning Commission (WX18D52)

【Abstract】 Objective To explore the prognostic value of multimodal monitoring on cerebral neck hemodynamics and neurological function in patients with acute cerebral infarction. **Methods** Seventy-eight patients with acute cerebral infarction admitted to the Department of Neurology of Wuhan First Hospital from August 2019 to March 2021 were selected as the subjects for multimodal MR monitoring. They were grouped according to the modified Rankin Scale (mRS), perfusion abnormalities and carotid stenosis. To compare the changes of cerebral and neck hemodynamics in patients with acute cerebral infarction in each group, Spearman method was used to analyze the correlation between the degree of carotid stenosis and the prognosis of neurological function and cerebral and neck hemodynamics in patients with acute cerebral infarction. **Results** There was no significant difference in relative regional cerebral blood flow (rCBF) between the patients with good prognosis ($n=40$) and those with poor prognosis ($n=38$) ($P>0.05$). The relative mean transit time (rMTT) and contrast medium peak time (rTTP) of patients with poor prognosis were significantly higher than those with good prognosis ($t/P=10.58/<0.001, 12.646/<0.001, 6.635/<0.001$); The rCBV value decreased with the increase of the stage, and the difference was statistically significant ($F/P=8.125/0.002$). There was no significant difference in rCBF, rMTT, rTTP between patients with different stages of cerebral neck blood flow ($P>0.05$); The rMTT and rTTP values increased gradually with the severity of carotid stenosis ($F/P=3.015/0.001, 2.926/0.009$), but there was no significant difference between rCBV and rCBF ($P>0.05$); Spearman

correlation analysis showed that the rMTT and rTTP values in patients with acute cerebral infarction were positively correlated with the prognosis of neurological function and the degree of carotid stenosis (rMTT τ /P=0.851/<0.001,0.789/<0.001; rTTP τ /P=0.986/<0.001,0.450/0.004). **Conclusion** Multimodal MR monitoring can effectively evaluate the cerebral carotid hemodynamics and the degree of carotid stenosis in patients with acute cerebral infarction, and has important clinical significance in the diagnosis and prevention of poor prognosis.

【Key words】 Cerebral infarction,acute; Multimodal monitoring; Hemodynamics; Neurological prognosis; Correlation

急性脑梗死是临床常见的一种脑血管疾病,多呈现不同程度的眩晕、肢体麻木无力、头痛、头晕、肢体感觉障碍及偏瘫等临床症状^[1-2]。该病多在安静时或睡眠中病发,一般需要几天才可发展到高峰期,一旦患者出现大脑半球较大面积水肿、缺血及梗死,容易累及小脑和脑干,甚至可出现脑疝,危及患者生命健康^[3]。在急性脑梗死早期,MR 和 CT 可对病变进行较好显示,但对其血流动力学的判断价值相对较差^[4]。相关研究显示^[5-6] 数字减影血管造影(DSA) 可对血管管腔进行评估,CT 灌注(CTP) 等方法可对脑组织血流动力学进行评估,但此种方法价格相对昂贵,且需要大剂量对比剂和大量射线暴露,对患者健康危害相对较大。而近年,随着多模态 MR 技术的不断发展,其可通过多个 MR 功能成像序列对病变情况进行综合评价和诊断,可为疾病诊断提供更多的相关信息^[7]。现分析多模态监测对急性脑梗死患者脑颈血流动力学及神经功能预后的评估价值,为其临床诊治提供参考,报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选择 2019 年 8 月—2021 年 3 月武汉市第一医院神经内科收治急性脑梗死患者 78 例作为研究对象,男 49 例,女 29 例,年龄 42 ~ 71 (59.86 ± 5.23) 岁;合并症:高血脂 35 例,高血糖 33 例,高血压 61 例;临床表现:头晕 15 例,头痛伴有不同程度视物不清 9 例,肢体无力 32 例;病变部位:脑大动脉和颈内动脉主干梗死 38 例,脑部深穿支动脉梗死 40 例。所

有患者均符合“中国急性缺血性脑卒中诊治指南”^[8]中关于急性脑梗死的诊断标准。以改良 Rankin 量表评分(mRS 评分)^[9] 为依据进行分组,mRS < 2 分为预后良好组,mRS ≥ 2 分为预后不良组。2 组患者一般资料比较差异无统计学意义(P > 0.05),具有可比性,见表 1。本研究经医院医学伦理委员会审核批准(190506),患者或家属知情同意并签署知情同意书。

1.2 病例选择标准 (1) 纳入标准:①发病时间 4.5 ~ 54.0 h;②MR 检查前未进行相关溶栓治疗。(2) 排除标准:①存在慢性肝肾及心脏疾病;②早期存在明显的意识障碍和大面积梗死;③造影剂过敏;④存在脑外伤、脑肿瘤、颅内出血及其他脑部病变;⑤凝血功能障碍;⑥体质极差、躁动不能配合检查者。

1.3 观测指标与方法

1.3.1 影像学检查:通过 Siemens verio 3.0 T 磁共振仪(西门子公司)对患者头颅进行常规 MRA 和 MR 检查、颈动脉 PWI 检查及 HR-MR 成像检查。采用颈动脉专用的 8 通道线圈对患者颈动脉 HRI 成像进行测定,以血管狭窄处为中心进行三维时间飞跃法 MR 血管成像:层数 48 层,FOV:350 mm × 263 mm × 350 mm,层厚 1.0 mm;TE/TR 为 4.17/29 ms,时间 45 min 36 s;T1-BB 12 层,TE/TR 为 13/750 ms,时间 7 min 3 s;TSE-T2 12 层,FOV 24 mm × 160 mm × 160 mm,层厚 2.0 mm,TE/TR 为 60/3 500 ms,时间 4 min 19 s。之后选取颅脑颈内动脉系供血范围,通过 PWI 对患者的

表 1 预后良好组及预后不良组患者临床资料比较

Tab. 1 Comparison of clinical data between patients with poor prognosis and patients with good prognosis

项目	预后良好组 (n = 40)	预后不良组 (n = 38)	χ^2 值	P 值	
性别(男/女)	26/14	23/15	0.030	0.862	
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	58.57 ± 6.24	58.35 ± 5.76	0.162	0.872	
病程($\bar{x} \pm s$, h)	8.28 ± 1.42	8.37 ± 1.13	0.309	0.758	
合并症[例(%)]	高血脂	19(47.50)	16(42.11)	0.063	0.802
	高血糖	18(45.00)	15(39.47)	0.070	0.791
	高血压	30(75.00)	31(81.58)	0.184	0.668
临床表现[例(%)]	头晕	8(12.12)	7(18.42)	0.012	0.912
	头痛伴视物不清	4(10.00)	5(13.16)	0.007	0.935
	肢体无力	15(37.50)	17(44.74)	0.176	0.675
病变部位[例(%)]	脑大动脉和颈内动脉主干	20(50.00)	18(47.37)	0.001	0.995
	脑部深穿支动脉	21(52.50)	19(50.00)	0.001	0.996

横断位进行扫描,采用钆喷酸葡甲胺盐作为对比剂,流速 3.5~4.0 ml/s 0.2 ml/kg,之后采用双筒高压注射器,通过肘前静脉快速注入,层数 15 层;FOV:77 mm × 230 mm × 230 mm,层厚 4.0 mm,TE/TR 为 30/1 500 ms,反转角 90°,扫描 60 个时相,时间 1 min 38 s。图像处理:在 VPD MRI-Plaque View™ V2.1 软件中导入颈动脉斑块成像的相关数据,在 MATLAB 工作站中导入 PWI 灌注原始数据,之后通过 Syngo MMWP 软件对其进行分析处理,得到相关数据。之后由 2 名经验丰富的高年资影像学医师对所有患者影像图像进行阅片,对脑组织灌注情况和管腔狭窄情况进行分析。

1.3.2 血流动力学指标:通过上述软件预处理,分析计算信号—时间曲线,之后选择灌注高峰、灌注开始点、灌注结束点和灌注基线,通过软件自动计算出对比剂达峰时间(TTP)、平均通过时间(MTT)、局部脑血容量(CBV)、局部脑血流量(CBF);并根据灌注图,结合 DWI 和 T2WI 选定病灶的中心区域,对患侧和镜像健侧区域的血流动力学参数[局部脑血容量(rCBV)、局部脑血流量(rCBF)、相对平均通过时间(rMTT)、对比剂达峰时间(rTTP)均为相对值,即患侧灌注值/健侧镜像区域灌注值]进行测定。

1.3.3 颈动脉狭窄程度评价:通过北美症状性颈动脉内膜切除试验法^[10]对颈动脉狭窄程度进行评价,血管狭窄率=(血管远端正常直径-狭窄段最窄直径)/血管远端正常直径 × 100%。根据血管狭窄率将其分为轻度(0%~29%)、中度(30%~69%)、重度(70%~99%)、闭塞(100%)。

1.3.4 随访预后情况:发病后 90 d 通过 mRS 评分对患者预后情况进行评价,总分 0~5 分,以 mRS < 2 分为预后良好, mRS ≥ 2 分为预后不良。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 20.0 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,组间比较行 *t* 检验,多组间比较采用 *F* 检验;通过 Spearman 法对急性脑梗死患者脑颈血流动力学指标与神经功能预后情况、颈动脉狭窄程度的相关性进行分析。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

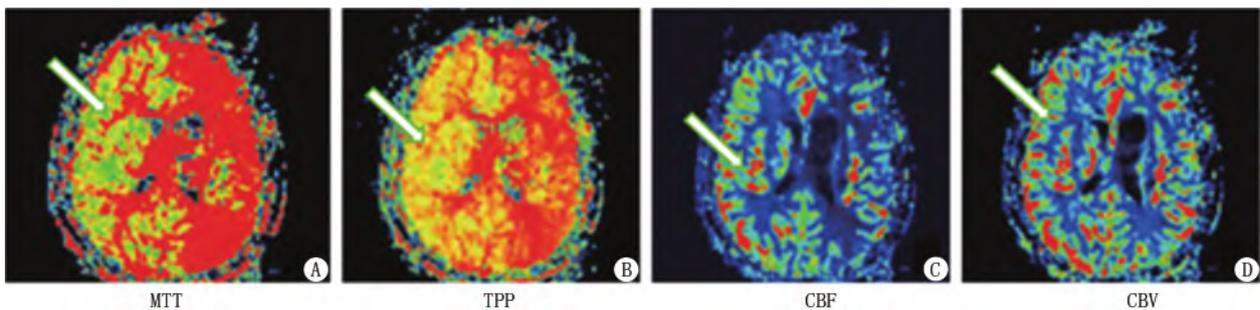
2.1 不同预后患者脑颈血流动力学指标比较 预后不良组患者 rMTT、rTTP 值均明显高于预后良好组, rCBV 值低于预后良好组,差异均有统计学意义(*P* < 0.01) 2 组患者 rCBF 值比较差异无统计学意义(*P* > 0.05) ,见表 2、图 1。

表 2 不同神经功能预后急性脑梗死患者脑颈血流动力学指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 2 Comparison of cerebral neck hemodynamic indexes in patients with acute cerebral infarction after different neurological functions

组别	例数	rCBV	rCBF	rMTT	rTTP
预后良好组	40	1.05 ± 0.09	1.00 ± 0.14	0.98 ± 0.06	0.95 ± 0.05
预后不良组	38	0.89 ± 0.12	0.95 ± 0.15	1.62 ± 0.38	1.16 ± 0.09
<i>t</i> 值		6.635	1.523	10.258	12.646
<i>P</i> 值		<0.001	0.066	<0.001	<0.001

2.2 不同灌注异常并神经功能预后不良急性脑梗死患者脑颈血流动力学指标比较 根据图 1C、D 可将灌注异常分为 3 期: I 期(CBV 和 CBF 基本正常, TTP 和 MTT 相对较为延迟)、II 期(CBF 轻度变化或者正常, CBV 升高, TTP 和 MTT 相对较为延迟)和 III 期(CBF 轻度减轻, CBV 基本正常或者减轻, TTP 和 MTT 相对较为延迟),其中 I 期 6 例、II 期 24 例、III 期 8 例,通过各个分期的血流动力学指标比较发现 3 期患者之间 rCBF、rMTT、rTTP 比较差异无统计学意义(*P* > 0.05) ,



注:患者,男,62 岁,颈动脉粥样硬化患者,左侧颈内动脉起始段管腔重度狭窄。箭头所示为梗死核心区及周围缺血半暗带区。A、B. 左侧颞顶叶、额叶的 TTP 和 MTT 均呈现显著延长状态; C、D. 左侧颞顶叶和额叶的 CBV、CBF 呈现一定降低

图 1 脑颈动脉血流动力学多模态监测图

Fig. 1 Cerebral neck hemodynamic multimodal monitoring chart

rCBV 值比较 I 期高于 II 期高于 III 期,差异均有统计学意义(P 均 < 0.01),见表 3。

表 3 不同灌注异常并神经功能预后不良急性脑梗死患者脑颈血流动力学指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 3 Comparison of cerebral neck hemodynamic indexes in patients with acute cerebral infarction with abnormal perfusion and poor neurological prognosis

组别	例数	rCBV	rCBF	rMTT	rTTP
I 期	6	1.05 ± 0.02	0.93 ± 0.03	1.19 ± 0.05	1.06 ± 0.03
II 期	24	1.22 ± 0.08	0.93 ± 0.11	1.52 ± 0.35	1.09 ± 0.05
III 期	8	0.89 ± 0.05	0.78 ± 0.06	1.41 ± 0.16	1.03 ± 0.02
F 值		8.125	2.859	1.025	2.129
P 值		0.002	0.079	0.352	0.118

2.3 不同颈动脉狭窄程度急性脑梗死患者脑颈血流动力学指标比较 随着颈动脉狭窄程度逐渐加重,患者 rMTT、rTTP 时间依次延长(P 均 < 0.01),而 rCBV、rCBF 比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 4。

表 4 不同颈动脉狭窄程度急性脑梗死患者脑颈血流动力学指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 4 Comparison of cerebral neck hemodynamic indexes in patients with acute cerebral infarction with different carotid artery stenosis

组别	例数	rCBV	rCBF	rMTT	rTTP
轻度	8	1.01 ± 0.03	0.95 ± 0.12	1.00 ± 0.06	0.96 ± 0.04
中度	24	1.05 ± 0.18	0.96 ± 0.06	1.20 ± 0.11	1.02 ± 0.05
重度	24	1.06 ± 0.19	0.98 ± 0.12	1.42 ± 0.16	1.08 ± 0.06
闭塞	22	1.08 ± 0.21	1.01 ± 0.16	1.66 ± 0.21	1.16 ± 0.09
F 值		0.326	0.312	3.015	2.926
P 值		0.753	0.785	0.001	0.009

2.4 急性脑梗死患者脑颈血流动力学指标与神经功能预后情况、颈动脉狭窄程度的关系 经 Spearman 相关性分析显示,急性脑梗死患者 rMTT、rTTP 与神经功能预后和颈动脉狭窄程度均呈现一定正相关($P < 0.05$),而与 rCBV、rCBF 无相关性($P > 0.05$),见表 5。

3 讨论

急性脑梗死的重要病理学基础为动脉粥样硬化,其是由各种因素引发内膜损伤,进而致使血管壁出现各种异常反应,是一个慢性炎症反应过程^[11]。动脉粥样硬化是经过平滑肌细胞增殖、细胞因子释放、炎症刺激,以及最后脂肪和巨噬细胞的堆积而形成^[12]。当机体出现颈动脉粥样硬化后,会引起相应血管出现管腔狭窄,进而降低血流量,而机体通过毛细血管、小静脉、小动脉的收缩和扩张来对脑组织血流量的相对稳定和

表 5 急性脑梗死患者脑颈血流动力学指标与神经功能预后情况、颈动脉狭窄程度的关系

Tab. 5 The relationship between cerebral and neck hemodynamic indexes and prognosis of neurological function, degree of carotid stenosis in patients with acute cerebral infarction

项目	神经功能预后		颈动脉狭窄程度	
	r 值	P 值	r 值	P 值
rCBV	0.315	0.103	0.179	0.276
rCBF	0.238	0.197	0.166	0.292
rMTT	0.851	< 0.001	0.789	< 0.001
rTTP	0.986	< 0.001	0.450	0.004

平衡进行维持调节^[13-15]。如果管腔狭窄一直持续,脑灌注压会呈现逐渐降低的趋势,逐步超出了机体自身的代偿能力,损伤供血区域的神经元功能,严重时可能形成脑梗死^[16-17]。

HR-MR 斑块成像可以利用颈动脉专用的线圈对血管狭窄的区域进行多序列、多参数、无层间距、薄层、大矩阵及小 FOV 成像,通过对相关管腔直径进行测定,并对管腔的狭窄程度进行评估^[18-19]。临床多项研究证实^[20-22],PWI 技术可以准确显示脑梗死前期的血流动力学。本研究结果显示,不同分期的灌注异常患者仅 rCBV 值差异具有统计学意义,且相关性研究显示,患者管腔狭窄程度与 rMTT 和 rTTP 值呈现一定相关性。提示血管管腔狭窄越严重,患者颈颈血流动力学异常灌注越显著。这可能是由于大脑供血区中存在多个脑部功能区,颈动脉闭塞或重度狭窄将致使脑供血严重不足,不给予及时有效干预,可致使脑部供血区出现较大面积的梗死,危及机体健康^[23-24]。Ikenouchi 等^[25]研究显示,脑梗死患者患侧和健侧的 CBV、TTP、MTT 值差异显著($P < 0.05$),同时闭塞组脑梗死患者的 TTP、MTT 值延长相对更为显著,与本研究结果一致。另外,Spearman 相关性分析显示,急性脑梗死患者 rMTT、rTTP 值与神经功能预后呈现一定正相关,也表明脑血流动力学异常且灌注值变化越显著,预后不良的风险也相对越高。本研究中血流动力学指标 MTT、TTP 可以对脑灌注和代偿情况进行较好评价。对于轻中度狭窄患者,虽然其血流量相对减少,但血流速度相对提升,可以对供血区域的脑血流量进行一定补偿^[26]。对于闭塞及重度狭窄患者,尽管血流速度得到一定提高,但由于管腔堵塞严重,代偿出现不足,此时大多数患者会出现脑组织自身小血管收缩或扩张,形成相应的旁路侧支,建立代偿机制,这样可以平衡和稳定体内的脑灌注压,表现为 TTP 和 MTT 一定程度延长^[27]。如果梗阻长期存在或侧支循环建立不健全,脑

灌注压过高,代偿机制不足以维持时,脑细胞葡萄糖摄取和供氧量严重不足,神经元出现坏死、不可逆崩裂,肿胀、细胞水—钠潴留,进而造成脑梗死的发生^[28]。

根据以上论述,临床对于急性脑梗死患者,可以通过高分辨率的 MR 对其颈动脉管腔的狭窄程度进行评价。其狭窄程度越轻,表明出现脑血流动力学异常的几率越低,发生低灌注卒中的风险也越低,此时应该尽量避免给予患者进行血管支架植入术,以免围术期血管脱落斑块,造成血栓及动脉性卒中的发生。应给予内膜剥脱、抗血小板或他汀类药物进行治疗。当狭窄程度过高时,患者容易出现较大面积的低灌注性卒中,此时应及时给予血管重塑对颅内供血情况进行改善。

综上所述,多模态 MR 监测是一种无辐射、无创、高分辨率、一站式扫描的影像学手段,可有效地对急性脑梗死患者脑颈血流动力学和颈动脉狭窄程度进行评价,对其预后不良的诊断和预防也具有重要的临床意义。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

王婧、梅俊华:提出研究方向、研究思路,研究选题,设计研究方案、研究流程,撰写论文;陈蕾、陈国华:实施研究过程,数据收集,分析整理;王俊力:进行文献调研与整理

参考文献

[1] Deguchi I ,Osada T ,Kimura H ,et al. A case of acute cerebral infarction associated with an accessory middle cerebral artery in a patient who underwent thrombectomy [J]. *Acute Medicine & Surgery* ,2020 ,7(1) : 156-162. DOI: 10. 1002/ams2. 459.

[2] Kao CN ,Liu YW. Acute cerebral infarction caused by atrial thrombus originating from left upper pulmonary vein stump after left upper lobe trisegmentectomy [J]. *General Thoracic and Cardiovascular Surgery* ,2020 ,68(2) : 206-207. DOI: 10. 3995/jstroke. 10427.

[3] Wei CJ ,Zou CY ,Wang ZM ,et al. Association between serum lipoprotein levels and cognitive impairment in acute cerebral infarction: A protocol for systematic review and meta-analysis [J]. *Medicine* ,2020 ,99(20) : e20178. DOI: 10. 1097/MD. 0000000000020178.

[4] Kilin F ,Won SY ,Spyrantis A ,et al. Thromboembolic infarction caused by an unknown patent foramen ovale 30 years after VA shunt insertion: a case report and review of the literature [J]. *Acta Neurochirurgica* ,2019 ,161(7) : 1381-1384. DOI: 10. 1007/s00701-019-03946-w.

[5] 申小亮,赵本好,陈三丽. 急性脑梗死临床诊断中 MRI、多层螺旋 CT 与数字减影血管造影的比较 [J]. *分子影像学杂志* ,2021 ,44(4) : 691-694. DOI: 10. 12122/j. issn. 1674-4500. 2021. 04. 23.

Shen XL ,Zhao BH ,Chen SL. Comparison of MRI ,multi-slice spiral CT and digital subtraction angiography in the clinical diagnosis of acute cerebral infarction [J]. *Journal of Molecular Imaging* ,2021 ,44(4) : 691-694. DOI: 10. 12122/j. issn. 1674-4500. 2021. 04. 23.

[6] 王道仁. CT 与磁共振成像对多发性脑梗死诊断价值对比研

究 [J]. *中国药物与临床* ,2019 ,19(11) : 1803-1804. DOI: 10. 11655/zgywylc2019. 11. 017.

Wang DR. Comparative study on the diagnostic value of CT and magnetic resonance imaging in multiple cerebral infarction [J]. *Chinese Medicine and Clinical Medicine* ,2019 ,19(11) : 1803-1804. DOI: 10. 11655/zgywylc2019. 11. 017.

[7] 李盖,周伟,傅昱,等. 多层螺旋 CT 血管成像对下肢动脉不同狭窄程度的诊断价值及与下肢动脉钙化的相关性研究 [J]. *中国医学装备* ,2021 ,18(8) : 60-64. DOI: 10. 3969/J. ISSN. 1672-8270. 2021. 08. 014.

Li G ,Zhou W ,Fu Y ,et al. The diagnostic value of multi-slice spiral CT angiography in different degrees of stenosis of lower extremity arteries and its correlation with lower extremity arterial calcification [J]. *China Medical Equipment* ,2021 ,18(8) : 60-64. DOI: 10. 3969/J. ISSN. 1672-8270. 2021. 08. 014.

[8] 刘鸣,贺茂林. 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.

Liu M ,He ML. Guidelines for the diagnosis and treatment of acute ischemic stroke in China 2014 [J]. *Chinese Journal of Neurology* ,2015 ,48(4) : 246-257. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1006-7876. 2015. 04. 002.

[9] 张磊,刘建民. 改良 Rankin 量表 [J]. *中华神经外科杂志* ,2012 ,28(5) : 512.

Zhang L ,Liu JM. Modified Rankin scale [J]. *Chinese Journal of Neurosurgery* ,2012 ,28(5) : 512.

[10] 张组建,张勇,陈淑君,等. MSCTA、2D DSA 和 3D DSA 对颈动脉狭窄测量差异比较的实验研究 [J]. *重庆医学* ,2015 ,44(3) : 359-361 ,365. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-8348. 2015. 03. 024.

Zhang ZJ ,Zhang Y ,Chen SJ ,et al. An experimental study on the comparison of carotid artery stenosis measurement differences between MSCTA ,2D DSA and 3D DSA [J]. *Chongqing Medical Science* ,2015 ,44(3) : 359-361 ,365. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-8348. 2015. 03. 024.

[11] 李志红,杨小华,管萍,等. 苦碟子辅助神经营养因子对脑梗死后神经功能缺损患者脑血灌注量,血管内皮及神经功能的影响 [J]. *疑难病杂志* ,2020 ,19(2) : 7-10 ,15. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6450. 2020. 02. 001.

Li ZH ,Yang XH ,Guan P ,et al. Effects of Kudiezi adjuvant neurotrophic factor on cerebral blood perfusion ,vascular endothelium and neurological function in patients with neurological deficit after cerebral infarction [J]. *Journal of Difficult and Difficult Diseases* ,2020 ,19(2) : 7-10 ,15. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6450. 2020. 02. 001.

[12] Li L ,Ren S ,Hao X ,et al. Efficacy of minimally invasive intervention in patients with acute cerebral infarction [J]. *Journal of Cardiovascular Pharmacology* ,2019 ,73(1) : 22-26. DOI: 10. 1097/FJC. 0000000000000625.

[13] Zhang D ,Wu X ,Tang J ,et al. Hemodynamics is associated with vessel wall remodeling in patients with middle cerebral artery stenosis [J]. *European Radiology* ,2021 ,32(1) : 5234-5242. DOI: 10. 1007/s00330-020-07607-w.

[14] 苏晴,蔡新宇,杨波. 可溶性生长刺激表达基因 2 蛋白联合

- CHA2DS₂-VASc 评分对非瓣膜性心房颤动患者急性脑梗死的预测价值[J]. 中国医药, 2021, 16(1): 5-9. DOI: 10. 3760/j. issn. 1673-4777. 2021. 01. 002.
- Su Q ,Cai XY ,Yang B. Predictive value of soluble growth stimulation expressed gene 2 protein combined with CHA2 DS₂-VASc score on acute cerebral embolism in patients with nonvalvular atrial fibrillation [J]. China Medicine , 2021 ,16 (1) : 5-9. DOI: 10. 3760/j. issn. 1673-4777. 2021. 01. 002.
- [15] 马松华, 马丹, 陆健美, 等. 磁共振液体反转恢复序列与弥散加权成像不匹配对进展性脑梗死的预测价值[J]. 中国临床医学, 2020, 27(1): 95-97. DOI: 10. 12025/j. issn. 1008-6358. 2020. 20191290.
- [16] 王占强, 徐莉, 周利, 等. 尿激酶超选择性动脉内溶栓后应用尤瑞克林对急性后循环脑梗死脑血流动力学的影响[J]. 疑难病杂志, 2016, 15(3): 236-240. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6450. 2016. 03. 005.
- Wang ZQ ,Xu L ,Zhou L ,et al. The effect of urokinase superselective intra-arterial thrombolysis on cerebral hemodynamics of acute posterior circulation cerebral infarction with uricrine after urokinase superselective intra-arterial thrombolysis [J]. Journal of Difficult and Difficult Diseases 2016 ,15 (3) : 236-240. DOI: 10. 3969/j. issn. 1671-6450. 2016. 03. 005.
- [17] 沈茹, 张丽梅, 李曙光. IL-6/CTRP3 对急性脑梗死出血性转化的预测价值[J]. 中国临床医学, 2020, 27(4): 603-607. DOI: 10. 12025/j. issn. 1008-6358. 2020. 20201494.
- Shen R ,Zhang LM ,Li SG. Prediction of hemorrhagic transformation in acute cerebral infarction by IL-6/CTRP3 [J]. Chinese Journal of Clinical Medicine 2020 ,27 (4) : 603-607. DOI: 10. 12025/j. issn. 1008-6358. 2020. 20201494.
- [18] 王旭超, 徐敏, 孙兆男, 等. 基于 HR-MRI 对轻度狭窄的基底动脉斑块特征与临床症状关系的研究[J]. 磁共振成像, 2019, 10(8): 561-565. DOI: 10. 12015/issn. 1674-8034. 2019. 08. 001.
- Wang XC ,Xu M ,Sun ZN ,et al. Study on the relationship between the characteristics of mildly stenotic basilar artery plaque and clinical symptoms based on HR-MRI [J]. Magnetic Resonance Imaging , 2019 ,10 (8) : 561-565. DOI: 10. 12015/issn. 1674-8034. 2019. 08. 001.
- [19] 姚芳兰, 屈慧, 樊丹丹. 急性脑梗死近期预后与首次美国国立卫生院神经功能缺损评分相关性研究[J]. 临床军医杂志, 2021, 49(2): 221-223. DOI: 10. 16680/j. 1671-3826. 2021. 02. 40.
- [20] Zhang T ,Tang R ,Liu S ,et al. Plaque characteristics of middle cerebral artery assessed using strategically acquired gradient echo (STAGE) and vessel wall MR contribute to misery downstream perfusion in patients with intracranial atherosclerosis [J]. European Radiology 2021 ,31 (1) : 65-75. DOI: 10. 1007/s00330-020-07055-6.
- [21] Legrand L ,Ture G ,Edjlali M ,et al. Benefit from revascularization after thrombectomy according to FLAIR vascular hyperintensities-DWI mismatch [J]. European Radiology , 2019 ,29 (10) : 5567-5576. DOI: 10. 1007/s00330-019-06094-y.
- [22] 贾红, 陈要起. 低剂量替格瑞洛治疗进展性脑梗死的疗效及安全性评价[J]. 临床内科杂志, 2021, 38(8): 563-565. DOI: 10. 3969/j. issn. 1001-9057. 2021. 08. 020.
- [23] Otto AM ,Ciampa ML ,Martin ED. Lacunar cerebral infarction following endovascular interventions for phlegmasia cerulea dolens [J]. Journal of Vascular Surgery Cases and Innovative Techniques 2021 ,7 (12) : 536-539. DOI: 10. 1016/j. jvscit. 2021. 06. 010.
- [24] 袁长红, 吴晓宇, 陈长春, 等. 急性脑梗死静脉溶栓后早期神经功能恶化的危险因素及预测模型分析[J]. 临床内科杂志, 2021, 38(6): 396-398. DOI: 10. 3969/j. issn. 1001-9057. 2021. 06. 011.
- [25] Ikenouchi H ,Yoshimoto T ,Hamano E ,et al. Postprandial cerebral infarction resolved by extracranial-intracranial bypass surgery-Science-Direct [J]. eNeurologicalSci 2020 ,21 (6) : 100283. DOI: 10. 1016/j. ensci. 2020. 100283.
- [26] 崔羽, 冉娟娟, 王益, 等. 脑小血管病患者多模态磁共振成像特征及其与认知功能损伤的相关性分析[J]. 实用心脑血管病杂志, 2020, 28(4): 43-48. DOI: 10. 3969/j. issn. 1008-5971. 2020. 04. 010.
- Cui Y ,Ran JJ ,Wang Y ,et al. Multimodal magnetic resonance imaging features and their correlation with cognitive impairment in patients with cerebral small vessel disease [J]. Journal of Practical Cardiovascular and Cerebrovascular Diseases 2020 ,28 (4) : 43-48. DOI: 10. 3969/j. issn. 1008-5971. 2020. 04. 010.
- [27] 唐小平, 肖新兰, 龚良庚, 等. 基于临床/多模态 MRI 的大脑中动脉粥样硬化性狭窄缺血性卒中风险评估系统[J/OL]. 功能与分子医学影像学杂志: 电子版, 2019, 8(2): 1631-1639. DOI: 10. 3969/j. issn. 2095-2252. 2019. 02. 002.
- Tang XP ,Xiao XL ,Gong LG ,et al. Risk assessment system for ischemic stroke in middle cerebral atherosclerotic stenosis based on clinical/multimodal MRI [J/OL]. Journal of Functional and Molecular Medical Imaging: Electronic Edition 2019 ,8 (2) : 1631-1639. DOI: 10. 3969/j. issn. 2095-2252. 2019. 02. 002.
- [28] 周保纯. 心肺复苏后患者预后影响因素分析和脑多模态监测对神经功能预后的评估[D]. 苏州: 苏州大学, 2019.

(收稿日期: 2022 - 05 - 17)