

单侧大脑中动脉重度狭窄及闭塞患者侧支循环形成的影响因素及其相关性分析

赵局 王桂华 李陶然 闫海清 贵永堃 王晓东 郭振方 张平

【摘要】 目的 分析急性缺血性脑卒中大脑中动脉 M1 段重度狭窄及闭塞患者侧支循环形成的因素及其与 NIHSS、mRS 评分的相关性。**方法** 连续纳入 2017 年 9 月 - 2019 年 3 月就诊于新乡医学院第一附属医院神经内科发病 72 h 内的大脑中动脉 M1 段重度狭窄及闭塞的 52 例患者,其中侧支循环不良组 21 例和侧支循环良好组 31 例;收集患者的临床资料、实验室检查指标,并进行临床量表评估;采用多因素 Logistic 回归分析影响侧支循环形成的因素, Spearman 秩相关分析同型半胱氨酸与 NIHSS、mRS 评分的相关性及 Mann-Whitney U 检验分析侧支循环形成与 NIHSS、mRS 评分的关系。**结果** 多因素 Logistic 回归分析显示血同型半胱氨酸与侧支循环的形成有关($OR = 1.097, 95\%CI = 1.020 \sim 1.179, P = 0.013$);血总胆固醇水平与侧支循环的形成有关($OR = 2.129, 95\%CI = 1.038 \sim 4.370, P = 0.039$);Spearman 秩相关分析显示血同型半胱氨酸水平与 NIHSS 评分($r = 0.456, P = 0.001$)、mRS 评分($r = 0.402, P = 0.003$)呈正相关。Mann-Whitney U 检验分析显示侧支循环良好组 NIHSS($z = -2.339, P = 0.019$)评分、mRS($z = -2.233, P = 0.026$)评分明显低于侧支循环不良组评分。**结论** 高血总胆固醇、同型半胱氨酸水平不利于大脑中动脉重度狭窄及闭塞患者侧支循环的形成;低血同型半胱氨酸水平、侧支循环良好可减轻脑梗死后神经功能缺损,改善生活质量。

【关键词】 侧支循环 大脑中动脉 动脉狭窄 总胆固醇 同型半胱氨酸

【中图分类号】 R743.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1007-0478(2020)01-0042-05

【DOI】 10.3969/j.issn.1007-0478.2020.01.009

Influencing factors of collateral circulation formation in patients with severe unilateral middle cerebral artery stenosis and occlusion and their correlation analysis Zhao Ju^{*}, Wang Guihua, Li Taoran^{*}, et al. ^{*}Department of Neurology, The First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical College, Weihui Xinxiang Henan 453100

【Abstract】 Objective To analyze the factors of collateral circulation formation in patients with severe stenosis and occlusion of M1 segment of middle cerebral artery in acute ischemic stroke and its correlation with NIHSS and mRS scores. **Methods** From September 2017 to March 2019, 52 patients with severe stenosis and occlusion of M1 segment of middle cerebral artery (MCA) were admitted to the Department of Neurology, First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical College. Among them, 21 patients had poor collateral circulation and 31 patients had good collateral circulation. Clinical data, laboratory test parameters were collected, and the clinical scale was evaluated. Multivariate logistic regression analysis was used to analyze the factors affecting the formation of collateral circulation. Spearman rank correlation analysis was used to study the correlation between homocysteine and NIHSS, mRS scores and Mann-Whitney U test was used to analyze the relationship between collateral circulation formation and NIHSS, mRS scores. **Results** Multivariate logistic regression analysis showed that homocysteine was correlated with collateral circulation formation ($OR = 1.097, 95\%CI = 1.020 \sim 1.179, P = 0.013$), total cholesterol level was correlated with collateral circulation formation ($OR = 2.129, 95\%CI = 1.038 \sim 4.370, P = 0.039$). Spearman rank correlation analysis showed that homocysteine level was positively correlated with NIHSS score ($r = 0.456, P = 0.001$), MRS score ($r = 0.402, P = 0.003$). Mann-Whitney U test analysis showed that NIHSS ($z = -2.339, P = 0.019$) score and mRS ($z = -2.233, P = 0.026$) score in the group with good collateral circulation were significantly lower than those in the group with poor collateral circulation. **Conclusion**

基金项目:河南省科技厅科技攻关计划项目(182102310529);河南省神经修复重点实验室课题(HNSJXF-2018-007)

作者单位:453100 河南省卫辉市新乡医学院第一附属医院、河南省神经修复重点实验室[赵局 李陶然 闫海清 贵永堃 王晓东 郭振方 张平(通信作者)];新乡医学院第二附属医院(王桂华)

Hightotalcholesterol and hyperhomocysteine were not conducive to the formation of collateral circulation in patients with severe middle cerebral artery stenosis and occlusion. Lower homocysteine level and good collateral circulation could alleviate the neurological deficit and improve the quality of life after stroke.

【Key words】 Collateral circulation Middle cerebral artery Arterial stenosis Total cholesterol Homocysteine

颅内大动脉粥样硬化性重度狭窄及闭塞的急性缺血性脑卒中患者的治疗方法有限,目前证实有效的方法是静脉溶栓及血管内再通治疗,但因其时间窗狭窄、具有严格的适应症和禁忌症而受到限制^[1]。侧支循环作为改善脑血流灌注的新途径,近年来已成为研究的热点^[2]。有研究发现,良好的侧支循环可以显著减少有症状的颅内大动脉粥样硬化性狭窄患者的脑梗死体积,降低脑梗死复发的风险^[3-4];有研究也发现,患病前的侧支循环开放程度相比患病后的侧支循环开放程度更能影响患者的临床预后^[5]。因此,研究影响侧支循环形成的因素及危险因素早期干预具有十分重要的意义,目前其相关研究较少,且尚无统一的结论,其中针对颅内大动脉粥样硬化性重度狭窄及闭塞的急性缺血性脑卒中患者的研究更是有限。有研究发现侧支循环的情况显著影响大脑中动脉 M1 段闭塞患者的临床预后^[6-7]。因此,本研究通过分析大脑中动脉粥样硬化性重度狭窄及闭塞患者的相关数据,明确急性缺血性脑卒中侧支循环的影响因素及其与脑梗死严重程度的关系。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取 2017 年 9 月 - 2019 年 3 月就诊于新乡医学院第一附属医院神经内科的发病 72 h 内的大脑中动脉 M1 段重度狭窄及闭塞患者共 106 例。行一站式 CTA-CTP 检查,其中 36 例经确认不符合单侧大脑中动脉 M1 段重度狭窄及闭塞,8 例影像学资料无法分析,10 例临床资料不全,最终有 52 例入选本研究。本研究方案经新乡医学院第一附属医院伦理委员会审核批准,并获得每位患者及其家属的知情同意。入组标准:(1)单侧大脑中动脉 M1 段重度狭窄及闭塞(狭窄率 $\geq 70\%$);(2)符合责任血管狭窄的急性缺血性脑卒中;(3)急性缺血性脑卒中患者诊断标准符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018》^[8];(4)发病时间 <72 h;(5)发病前的 mRS <2 分;排除标准:(1)明确的心源性缺血性脑血管病(如伴有房颤、心房粘液瘤等);(2)其他明确病因的缺血性脑血管疾病(如动脉夹层、血管炎等);(3)急诊溶栓或取栓患者。

1.2 方法

1.2.1 一般临床资料及实验室检查指标收集

对所有研究对象的资料进行统计、整理,包括性别、年龄、基线收缩压和舒张压、空腹血糖水平、高血压病史、糖尿病史、高脂血症史、既往缺血性脑卒中史、冠心病史、既往用药史(抗血小板聚集药、他汀类药物)、吸烟史、饮酒史;实验室数据:白细胞计数、血小板计数、白蛋白、血红蛋白、血肌酐、尿酸、尿素、INR(国际标准化比值)、血脂(总胆固醇、低密度脂蛋白、高密度脂蛋白、甘油三酯)、同型半胱氨酸。

1.2.2 临床量表评估

所有入组的患者入院后 24 h 内进行国家卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、改良 Rankin 量表(modified Ranking Scale, mRS)评分;入院时行 NIHSS 量表评分,评估患者早期神经功能缺损的严重程度;行 mRS 量表评分,评估患者生活质量状况。

1.2.3 一站式 CTA-CTP 检查

应用东芝公司 Aquilion ONE 320 排容积 CT 机对本研究对象进行检查。扫描条件:电压 80 Kv,电流 112 mAs(矩阵采用 512×512 、层厚 0.5 mm,注药后延时 5 s 开始脑灌注动态扫描,总扫描时间 50 s(25 个期相扫描))。4D-DSA 软件通过标记动脉及静脉血管自动对比减影成像,所得 CTA 图像可选择最大密度投影、容积再现的方式任意旋转角度观察及保存;根据时间密度曲线,静脉相位被定义为静脉曲线的峰值,晚期静脉相位被定义为静脉曲线峰值后的相位^[9]。血管狭窄率参照北美症状性颈内动脉内膜剥脱术(CEA)标准^[10]:即狭窄率 = $(1 - D_s/D_n) \times 100\%$ (D_s 为 MCA 最狭窄处的血管管径, D_n 为正常处血管管径,正常管径首选狭窄近心端正常管径。狭窄程度分为轻度狭窄(狭窄率 $<50\%$)、中度狭窄(狭窄率 $50\% \sim 70\%$)、重度狭窄(狭窄率 $70\% \sim 99\%$)和闭塞(狭窄率 100%)。

1.2.4 脑侧支循环评分

根据 CTP 重建动态 CTA 改良的美国介入和治疗神经放射学会/介入放射学会(ASITN/ SIR)侧支循环分级系统^[11],评估侧支循环开放程度,具体分级如下:0 级,任何时期内在缺血区内没有或仅

有极少量软脑膜侧支(与正常侧比较, <50%的血流);1级,直至静脉晚期才可在缺血区域内见到部分侧支循环的形成(与正常侧比较, 50%~100%的血流);2级,静脉期以前可见缺血区内部分侧支循环形成(与正常侧比较, 50%~100%的血流;3级,静脉晚期可见缺血区内完全侧支循环形成(与正常侧比较, 100%的血流,无论是否在静脉期以前发现部分侧支血管);4级,静脉期以前可见完全侧支循环(与正常侧比较, 100%的血流)。由经验丰富的两位医师采用盲法分别对研究对象进行侧支循环的评估,以两位医师共同确认为准。将0~2级列为侧支循环不良组(21例),3~4级列为侧支循环良好组(31例)。

1.2.5 统计学处理

使用SPSS 22.0软件。呈正态分布的连续变量使用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)描述,呈非正态分布的连续变量使用M(P₂₅, P₇₅)描述,在进行单因素分析时如2组间连续变量符合正态分布,则采用独立样本t检验,如符合偏态分布,则采用Mann-Whitney U检验;2组分类变量的比较采用四格表 χ^2 检验;非正

态分布的变量之间的相关性采用Spearman秩相关分析;二分类数据的多因素分析采用Logistic回归分析。以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般临床资料及实验室检查指标水平的单因素分析

2组患者年龄、性别、初始收缩压和舒张压、空腹血糖水平、基础疾病(高血压病、糖尿病、高脂血症、冠心病、既往缺血性脑卒中史)、既往用药史及饮酒史、白细胞计数、血小板计数、白蛋白、血红蛋白、血肌酐、尿酸、尿素、INR、低密度脂蛋白、高密度脂蛋白、甘油三酯水平均无明显差异(P>0.05);2组患者总胆固醇水平有明显差异[(3.88±0.87)mmol/L比(4.89±1.75)mmol/L, P=0.008],血同型半胱氨酸水平有明显差异[(17.40±8.82)mmol/L比(29.69±17.43)mmol/L, P=0.005],吸烟史的比例有明显差异[29%(9/31)比57.1%(12/21), P=0.043](表1)。

表1 2组患者基线资料的比较

项目	侧支循环良好(n=31)	侧支循环不良(n=21)	统计值	P
年龄($\bar{x} \pm s$,岁)	58.16±9.34	57.95±12.18	t=0.070	0.945
男[例(%)]	19(61.3)	13(61.9)	$\chi^2=0.002$	0.964
血管狭窄位置[例(%)]			$\chi^2=0.920$	0.337
左侧大脑中动脉	16(51.6)	8(38.1)		
右侧大脑中动脉	15(48.4)	13(61.9)		
空腹血糖[M(P ₂₅ , P ₇₅),mmol/L]	5.16(4.63,6.09)	5.2(4.50,5.56)	z=0.336	0.737
基线收缩压($\bar{x} \pm s$,mmHg)	141.74±17.43	140.38±23.22	t=0.241	0.81
基线舒张压($\bar{x} \pm s$,mmHg)	84.54±12.40	84.80±14.27	t=0.070	0.944
危险因素[例(%)]				
高血压病史	17(54.8)	11(52.4)	$\chi^2=0.030$	0.862
高脂血症史	2(6.5)	2(9.5)	$\chi^2=0.000$	1
糖尿病史	6(19.4)	3(14.3)	$\chi^2=0.010$	0.635
脑卒中史	9(29.0)	6(28.6)	$\chi^2=0.001$	0.971
冠心病史	3(9.7)	2(9.5)	$\chi^2=0.000$	1
吸烟史	9(29)	12(57.1)	$\chi^2=4.109$	0.043
饮酒史	7(22.6)	8(38.1)	$\chi^2=1.468$	0.226
既往用药史[例(%)]				
抗血小板药物使用史	6(19.4)	5(23.8)	$\chi^2=0.149$	0.7
他汀类药物使用史	8(25.8)	4(19.0)	$\chi^2=0.054$	0.816
实验室检查指标				
总胆固醇($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	3.88±0.87	4.89±1.75	t=2.749	0.008
甘油三酯[M(P ₂₅ , P ₇₅),mmol/L]	1.0(0.62,2.96)	1.13(0.89,1.84)	z=1.166	0.244
高密度脂蛋白($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	1.08±0.21	1.10±0.23	t=0.274	0.785
低密度脂蛋白($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	2.16±0.74	2.35±0.80	t=0.860	0.394
白细胞计数($\bar{x} \pm s$,×10 ⁹ /L)	7.50±2.54	7.25±2.26	t=0.358	0.722
血小板计数[M(P ₂₅ , P ₇₅),×10 ⁹ /L]	225(200,299)	214(196,260)	z=0.578	0.563
白蛋白($\bar{x} \pm s$,g/L)	41.68±3.53	39.97±3.34	t=1.752	0.086
血红蛋白($\bar{x} \pm s$,g/L)	134.25±15.0	137.76±7.84	t=1.096	0.279
血肌酐($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	57.84±15.32	58.57±12.32	t=0.184	0.855
尿酸($\bar{x} \pm s$,μmol/L)	287.35±91.97	261.57±88.96	t=1.005	0.32
尿素($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	5.41±1.65	4.74±1.43	t=1.507	0.138
血同型半胱氨酸($\bar{x} \pm s$,mmol/L)	17.4±8.28	29.69±17.27	t=3.034	0.005
INR($\bar{x} \pm s$)	0.98±0.09	0.99±0.12	t=0.196	0.845

2.2 影响侧支循环形成的多因素分析

选择单因素分析有统计学意义的因素(血总胆固醇、血同型半胱氨酸水平、吸烟史)纳入多因素 Logistic 回归分析显示,血同型半胱氨酸水平与侧支循环的形成有关($OR = 1.097, 95\%CI = 1.020 \sim 1.179, P = 0.013$),血总胆固醇水平与侧支循环的形成有关($OR = 2.129, 95\%CI = 1.038 \sim 4.370, P = 0.039$),吸烟史与侧支循环无明显关系($OR = 0.394, 95\%CI = 0.098 \sim 1.576, P = 0.188$)(表 2)。

表 2 影响侧支循环形成的多因素 Logistic 回归分析

指标	OR	95%CI	P
血同型半胱氨酸	1.097	1.020~1.179	0.013
血总胆固醇	2.129	1.038~4.370	0.039
吸烟史	0.394	0.098~1.576	0.188

2.3 血总胆固醇、同型半胱氨酸水平与入院 24 h 内 NIHSS 评分、mRS 评分的相关性

血总胆固醇、同型半胱氨酸水平与入院 24 h 内的 NIHSS 评分、mRS 评分的 Spearman 相关性分析显示,血总胆固醇水平与入院 24 h 内的 NIHSS 评分、mRS 评分无明显关系,血同型半胱氨酸水平与入院 24 h 内的 NIHSS 评分($r = 0.456, P = 0.001$)、mRS 评分($r = 0.402, P = 0.003$)呈正相关(表 3)。

表 3 血总胆固醇、同型半胱氨酸与 NIHSS 评分、mRS 评分的相关性分析

指标	NIHSS 评分		mRS 评分	
	r	P	r	P
血总胆固醇	0.096	0.5	0.071	0.617
血同型半胱氨酸	0.456	0.001	0.402	0.003

2.4 2 组患者入院 24 h 内的 NIHSS 评分、mRS 评分比较

与侧支循环不良组比较,侧支循环良好组 NIHSS($z = -2.339, P = 0.019$)评分、mRS($z = -2.233, P = 0.026$)评分明显较低($P < 0.05$)(表 4)。

表 4 2 组患者 NIHSS 评分、mRS 评分比较

指标	侧支循环良好组($n = 31$)	侧支循环不良组($n = 21$)	统计值	P
入院 NIHSS 评分 [$M(P_{25}, P_{75})$]	1.0(0,5)	5.0(2,9.5)	$z = -2.339$	0.019
首次 mRS 评分 [$M(P_{25}, P_{75})$]	1.0(0,2)	2.0(1,4)	$z = -2.233$	0.026

3 讨论

在单侧大脑中动脉 M1 段重度狭窄及闭塞的急

性缺血性脑卒中患者的研究中发现血总胆固醇、同型半胱氨酸水平与侧支循环的形成有关,血同型半胱氨酸水平与脑卒中严重程度有关,侧支循环良好的患者神经功能缺损轻,生活质量改善明显。

有研究表明,年龄、高脂血症、高血压病、糖尿病、尿酸水平与急性缺血性脑卒中患者侧支循环的形成有关^[12-13],因既往研究所选择的目标人群、方法各异,以至于目前尚无统一的结论。为了保证患者群体的均一性,本研究所选的目标人群均为大脑中动脉 M1 段重度狭窄及闭塞患者。本研究结果发现侧支循环与年龄、糖尿病、高血压病、尿酸水平无关,因此 2 组具有均衡可比性。多项研究发现,血脂水平的变化能造成内皮功能紊乱、微循环损伤,减少血管生成因子等,对新生血管产生不良影响,从而减弱侧支循环的形成^[14-15]。本研究结果显示血总胆固醇水平升高与侧支循环的形成有关,总胆固醇水平升高不利于大脑中动脉 M1 段重度狭窄及闭塞患者侧支循环的形成。

有研究发现高同型半胱氨酸血症能通过导致内皮损伤及功能障碍、影响平滑肌细胞的增殖、炎症因子表达增强、氧化应激机制损伤血管^[16-17],但目前关于血同型半胱氨酸水平与侧支循环的关系尚不明确。本研究结果发现血同型半胱氨酸与侧支循环的形成有关,推测高血同型半胱氨酸水平不利于大脑中动脉 M1 段重度狭窄及闭塞的急性缺血性脑卒中患者侧支循环的形成,其具体机制尚不明确。有研究发现血管的狭窄程度越重,侧支循环的代偿能力越强^[18];也有研究发现血管的狭窄程度与侧支循环形成呈负相关^[19];同时有研究发现血同型半胱氨酸水平与大动脉粥样硬化狭窄程度呈正相关^[17]。因此,本研究所选目标人群均为重度狭窄及闭塞的急性缺血性脑卒中患者,以便排除血管因素对侧支循环的影响。

既往研究发现高同型半胱氨酸水平与脑卒中严重程度、预后差和脑卒中复发相关^[4]。本研究结果发现血同型半胱氨酸水平与入院 24 h 内的 NIHSS 评分、mRS 评分呈正相关,这与既往研究结论一致。同时,有研究发现良好的侧支循环能够减轻神经功能缺损症状,改善生活质量^[4]。本研究结果也发现虽然患者血管狭窄程度及部位一致,侧支循环良好的患者 NIHSS 评分、mRS 评分更低。

综上所述,对于大脑中动脉 M1 段重度狭窄及闭塞的急性缺血性脑卒中患者,高血总胆固醇、同型

半胱氨酸水平不利于侧支循环的形成。血同型半胱氨酸水平与脑卒中严重程度有关。侧支循环良好的患者神经功能缺损轻,生活质量改善明显。

参 考 文 献

- [1] 姚德斌,万慧. 动脉粥样硬化性脑梗死与侧支循环研究进展[J]. 江西医药, 2014, 49(9): 926-930.
 - [2] 中国卒中学会脑血流与代谢分会. 缺血性卒中侧支循环评估与干预中国指南(2017)[J]. 中华内科杂志, 2017, 56(06): 460-471.
 - [3] Liebeskind DS, Cotsonis GA, Saver JL, et al. Collaterals dramatically alter stroke risk in intracranial atherosclerosis[J]. Ann Neurol, 2011, 69(6): 963-974.
 - [4] Gill D. Cerebral collateral circulation and acute ischaemic stroke[J]. European Journal of Neurology, 2016, 23 (12): 1696-1697.
 - [5] Yeo L L, Paliwal P, Low A F, et al. How temporal evolution of intracranial collaterals in acute stroke affects clinical outcomes[J]. Neurology, 2016, 86(5): 434-441.
 - [6] Bang OY, Goyal M, Liebeskind DS. Collateral circulation in ischemic stroke assessment tools and therapeutic strategies[J]. Stroke, 2015, 46(11): 3302-3309.
 - [7] Ginsberg MD. Expanding the concept of neuroprotection for acute ischemic stroke: The pivotal roles of reperfusion and the collateral circulation[J]. Prog Neurobiol, 2016, 145-146(6): 46-77.
 - [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 2018[J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9): 666-682.
 - [9] Cao R, Qi P, Liu Y, et al. Improving prognostic evaluation by 4D CTA for endovascular treatment in acute ischemic stroke patients: a preliminary study[J]. J Stroke Cerebro Vasc Dis, 2019; 28(7): 1971-1978.
 - [10] Samuels OB, Joseph GJ, Lynn MJ, et al. A standardized method for measuring intracranial arterial stenosis[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2000, 21(4): 643-646.
 - [11] Seker F, Potreck A, Moehlenbruch M, et al. Comparison of four different collateral scores in acute ischemic stroke by CT angiography[J]. J Neurointerv Surg, 2016, 8(11): 1116-1118.
 - [12] 傅阳俊, 方丽萍, 彭俊, 等. 血管生成素 1 与急性缺血性卒中患者侧支循环的关系[J]. 中国脑血管病杂志, 2018, 15(08): 20-25.
 - [13] Menon BK, Smith EE, Coutts SB, et al. Leptomeningeal collaterals are associated with modifiable metabolic risk factors[J]. Ann Neurol, 2013, 74(2): 241-248.
 - [14] Meier P, Lansky AJ, Fahy M, et al. The impact of the coronary collateral circulation on outcomes in patients with acute coronary syndromes: results from the AUCITY trial[J]. Heart, 2014, 100(8): 647-651.
 - [15] Zechariah A, Elali A, Hagemann N, et al. Hyperlipidemia attenuates vascular endothelial growth factor-induced angiogenesis, impairs cerebral blood flow, and disturbs stroke recovery via decreased pericyte coverage of brain endothelial cells[J]. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2013, 33(7): 1561-1567.
 - [16] 郭文亮, 郭光禹, 白霜, 等. 高同型半胱氨酸血症与脑血管病研究进展[J]. 神经损伤与功能重建, 2019, [Epub ahead of print].
 - [17] Gungor L, Polat M, Ozberk MB, et al. Which Ischemic Stroke Subtype Is Associated with Hyperhomocysteinemia? [J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2018, 27(7): 1921-1929.
 - [18] 孙旭文, 高晓玉, 李冰, 等. 单侧颈内动脉严重狭窄或闭塞患者的侧支循环开放及其与脑梗死的关系[J]. 中华神经科杂志, 2012, 45(7): 498-499.
 - [19] Jongen LM, Van Der Worp HB, Waaijer A, et al. Interrelation between the Degree of Carotid Stenosis, Collateral Circulation and Cerebral Perfusion[J]. Cerebrovascular Diseases, 2010, 30(3): 277-284.
 - [20] Kumral E, Saruhan G, Akturt D, et al. Association of hyperhomocysteinemia with stroke recurrence after initial stroke[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2016, 25(8): 2047-2054.
- (2019-06-05 收稿)
-
- (上接第 41 页)
- [7] 周卉芳. CT 平扫, CT 灌注成像及 CT 血管成像对缺血性卒中侧支循环的诊断价值分析[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2018, 16(7): 72-75.
 - [8] 夏倩倩, 王希明, 张征宇, 等. 急性缺血性脑卒中 CTA 侧支等级与 CTP 之间的相关性研究[J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(2): 224-228.
 - [9] 李翔, 曾文兵, 翟昭华. 多模式 CT 预测急性缺血性脑卒中出血转化风险的研究进展[J]. 国际医学放射学杂志, 2019, 42(2): 158-162.
 - [10] 沈立双, 向述天. 脑 CTP 联合多时相 CTA 在缺血性脑卒中患者中的临床应用价值[J]. 影像研究与医学应用, 2018, 2(24): 241-242.
 - [11] 瞿梦媛, 胡春梅. CT 血管成像评价缺血脑组织侧支循环形成情况对缺血性脑卒中病人预后的意义[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2018, 16(6): 779-782.
 - [12] Brinjikji W, Demchuk AM, Murad MH, et al. Neurons over nephrons systematic review and Meta-Analysis of Contrast-Induced nephropathy in patients with acute stroke[J]. Stroke, 2017, 48(7): 1862-1868.
 - [13] 丁家园, 尹昌浩. 症状性颅内动脉狭窄患者脑血流动力学变化相关研究进展[J]. 中国现代医生, 2018, 56(25): 165-168.
 - [14] 王国防, 郝亚南, 丁意平, 等. 基于 CT 血管造影的侧支循环评分方法比较研究[J]. 中华神经医学杂志, 2018, 17(1): 19-24.
 - [15] Wagemans BM, Zwam WV, Patricia JN, et al. 4D-CTA improves diagnostic certainty and accuracy in the detection of proximal intracranial anterior circulation occlusion in acute ischemic stroke[J]. PLoS One, 2017, 12(2): e0172356.
 - [16] 孟媛媛, 吴德云, 刘迎春, 等. DWI-ASPECTS 预测急性期大脑中动脉供血区梗死静脉溶栓患者侧支循环代偿的价值[J]. 实用医学杂志, 2018, 34(6): 912-916.
 - [17] 尹阔场, 马如雪, 檀国军, 等. CTP 联合多时相 CTA 对急性缺血性卒中侧支循环评估与临床预后的相关性研究[J]. 临床荟萃, 2018, 33(2): 181-184.
 - [18] 刘蓉, 朱江涛, 龚建平, 等. 利用 CTA 的侧支循环评分预测大脑中动脉 M1 段闭塞后脑梗死体积及分布情况[J]. 放射学实践, 2016, 31(10): 919-923.
 - [19] 张英, 陆丰, 章龙珍, 等. 两种 CT 血管造影侧支循环评分对大脑中动脉闭塞性脑卒中患者预后的评价价值研究[J]. 中国全科医学, 2018, 21(24): 2937-2942.
 - [20] 赵继军, 王国兴, 周小森, 等. 多时相头 CTA 在急性缺血性脑卒中侧支循环影像检查中的应用[J]. 河北医药, 2018, 40(24): 3774-3776.
 - [21] 关强. 64 层 CT 脑 CTP 联合头颈 CTA 对缺血性脑卒中早期诊断的临床应用效果观察[J]. 中国医疗器械信息, 2018, 24(8): 121.
- (2019-07-22 收稿)