

• 论著 •

大脑中动脉狭窄程度与不同急性脑梗死模式的相关性研究

李支援¹, 吕风亚¹, 张英²

1. 山东省菏泽市立医院神经内科, 山东省菏泽市 274000

2. 山东省菏泽市立医院影像科, 山东省菏泽市 274000

摘要:目的 探讨大脑中动脉(MCA)狭窄程度与不同急性脑梗死病变模式的关系。方法 回顾性分析 324 例急性脑梗死患者,根据头颅磁共振弥散加权成像(DWI)和磁共振血管成像(MRA),MCA 狭窄程度分为轻、中、重度,患者梗死模式分为:单发性梗死(包括小的穿支动脉供血区梗死、大的穿支动脉供血区梗死、皮质分支动脉供血区梗死和大面积梗死)、分水岭梗死(CWI)和多发性梗死。比较不同模式的急性脑梗死患者的 MCA 病变情况。结果 324 例急性脑梗死患者中,MCA 狭窄致穿支动脉(PAI)梗死最为多见,占 137 例(42.28%);PAI 患者 MCA 重度狭窄率与其他单发性梗死、多发性梗死和内分水岭梗死(IWI)患者相比较,差异具有统计学意义($P < 0.01$)。内分水岭梗死、多发性梗死和大面积梗死的 MCA 重度狭窄率高于小穿支动脉梗死、大穿支动脉梗死、皮质穿支动脉梗死和外分水岭梗死($P < 0.05$),而内分水岭梗死、多发性梗死和大面积梗死之间的 MCA 重度狭窄率相比差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论 MCA 狭窄致 PAI 最为多见,但是 MCA 重度狭窄并非是 PAI 的重要原因;MCA 重度狭窄容易导致 CWI(尤其是 IWI)和多发性梗死;MCA 重度狭窄也是导致 LTI 重要原因之一。

关键词:急性脑梗死;磁共振成像;大脑中动脉

An analysis of relationship between degree of middle cerebral artery stenosis and different patterns of acute cerebral infarction

LI Zhi-Yuan, LU Feng-Ya, ZHANG Ying. Department of Neurology, Heze Municipal Hospital of Shandong Province, Heze, Shandong 274000, China. Corresponding author: LI Zhi-Yuan, Email: zhiyuan188@sohu.com

Abstract: **Objective** To analyze the relationship between the degree of middle cerebral artery (MCA) stenosis and different patterns of acute cerebral infarction. **Methods** Three hundred and twenty-four patients were analyzed retrospectively. According to magnetic resonance diffusion-weighted imaging and magnetic resonance angiograph, the degree of MCA stenosis was divided into mild, moderate, and severe, and the patterns of cerebral infarction included single cerebral infarction including: small perforating artery infarction (SPAI), large perforating artery infarction (LPAI), pial infarction (PI), and large territory infarction (LTI), cerebral watershed infarction (CWI), and multiple cerebral infarction (MCI). The degree of MCA stenosis was compared between patients with different patterns of acute cerebral infarction. **Results** Perforating artery infarction (PAI) caused by MCA stenosis was most common in the 324 patients, accounting for 42.28% (137 cases). There was a significant difference in the incidence of severe MCA stenosis between patients with PAI and patients with the other patterns of single cerebral infarction, MCI, or internal watershed infarction (IWI) ($P < 0.01$). The incidence of severe MCA stenosis in patients with IWI, MCI or LTI was significantly higher than that in patients with SPAI, LPAI, PI, or external watershed infarction ($P < 0.05$); however, there was no significant difference in the incidence of severe MCA stenosis between patients with IWI, MCI, and LTI ($P > 0.05$). **Conclusions** MCA stenosis-induced PAI is most common, but severe MCA stenosis is essential for PAI. Severe MCA stenosis is likely to induce CWI (especially IWI) or MCI, and it is also one of the important reasons for LTI.

Key words: acute cerebral infarction; magnetic resonance imaging; middle cerebral artery

颅内动脉狭窄是脑卒中的主要原因,我国脑卒中患者中,颅内动脉狭窄约占 33% ~ 50%,其中

收稿日期:2015-03-18;修回日期:2015-06-09

作者简介:李支援(1970-),男,副主任医师,硕士,主要从事脑血管病及影像学研究。E-mail: zhiyuan188@sohu.com。

以大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)狭窄最常见,动脉粥样硬化是导致颅内动脉狭窄最常见的因素^[1,2]。有研究表明,有症状的MCA狭窄是整个及同侧脑血管事件发生的独立危险因素,与无症状的MCA狭窄相比,有症状者有着更高的发生率及复发率^[2,3]。近年来,随着神经影像学技术的迅猛发展,特别是磁共振弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)的应用,发现存在MCA狭窄的急性脑梗死患者梗死灶的形态、部位、大小、多寡表现多样,可能存在动脉-动脉的栓塞、低灌注-栓子清除能力下降、单支穿支动脉(perforating artery infarct, PAI)闭塞等一种或多种机制。为此,我们对324例MCA狭窄的急性脑梗死患者进行回顾性分析,以探讨不同急性脑梗死病变模式与MCA狭窄程度的关系以及其发病机制。

1 资料与方法

1.1 病例选择

我院神经内科2012年1月至2013年12月住院的新发脑梗死患者中,收集324例动脉粥样硬化性MCA主干病变(狭窄或闭塞)患者纳入本研究。入选标准:①发病在1周内的急性脑梗死患者;②结合头颅磁共振弥散成像(DWI),证实为MCA供血区域的新发脑梗死;③所有患者均给予颅内及颈部MRA扫描;④具有 ≥ 1 个的动脉粥样硬化危险因素(如高血压、糖尿病、高脂血症、吸烟、饮酒等)。排除标准:①存在病变侧颈动脉严重狭窄(狭窄率 $\geq 70\%$);②心源性栓塞或其他颈动脉源性栓子来源,如颈动脉夹层或动脉瘤等;③其他原因导致的大脑中动脉主干狭窄或闭塞,如动脉夹层、烟雾病、血管炎、血液系统疾病、高凝状态等等;④接受溶栓治疗的脑梗死患者。

1.2 头颅及颈部MRI检查

采用我院GE 1.5T HDe超导磁共振扫描仪,采用正交线圈进行扫描,扫描序列为STIR-EPI脉冲序列,包括断面 T_1 加权像、 T_2 加权像、液体衰减反转恢复序列成像(fluid attenuated inversion recovery, FLAIR)、DWI、MR血管造影术(MRA)。血管成像后处理技术主要采用的是亮血法中的时间飞跃法(time of flight, TOF),TOF MRA成像应用三维序列,从各种方向重建并旋转观察。

1.3 一般资料及危险因素

回顾患者的一般临床资料,包括年龄、性别、高血压病、糖尿病、冠心病史、既往卒中史、吸烟史及

饮酒史。高血压病定义为收缩压 ≥ 140 mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa)和/或舒张压 ≥ 90 mmHg;糖尿病定义为空腹血糖 > 7.0 mmol/L或餐后2 h血糖 > 11.1 mmol/L或有糖尿病史;高脂血症定义为既往有高脂血症史或入院检查血脂异常(符合以下项目之一:胆固醇 > 5.72 mmol/L,甘油三酯 > 1.7 mmol/L,低密度脂蛋白 > 3.12 mmol/L);吸烟史定义为每日吸烟 > 10 支,持续5年以上;饮酒史定义为每日饮酒精量 > 50 g,持续5年以上。

1.4 确立脑梗死模式

由课题组1名高年资影像科医师和1名高年资神经科医师分别独立读片,参考文献^[2,4,5]的标准,将MCA的不同供血区分为3个分区:穿支动脉供血区、皮质血管供血区和分水岭区,再根据DWI所显示的梗死病灶部位、大小和分布,将脑梗死部位分型如下。

1.4.1 单发性梗死 分为①小的穿支动脉供血区梗死(small perforating artery infarction, SPAI;病灶直径 < 2 cm);②大的穿支动脉供血区梗死(large perforating artery infarction, LPAI;病灶直径 ≥ 2 cm);③皮质分支动脉供血区梗死(pial infarction, PI);④大面积梗死(large territory infarction, LTI;病灶直径 ≥ 5 cm)。

1.4.2 分水岭梗死(cerebral watershed infarction, CWI) 分为①外分水岭梗死(external watershed infarction, EWI):包括前分水岭梗死(梗死发生于大脑前动脉与大脑中动脉皮质支的边缘带)和后分水岭梗死(梗死位于大脑中动脉与大脑后动脉皮质支的边缘带);②内分水岭梗死(internal watershed infarction, IWI),梗死发生于MCA皮质支与深穿支的边缘带,主要位于基底节区和侧脑室旁。

1.4.3 多发性梗死(multiple cerebral infarction, MCI) 定义为脑梗死累及一个以上的MCA供血分区,包括穿支动脉供血区梗死(perforating artery infarct, PAI) + PI、PAI + PI + CWI、PAI + CWI、PI + CWI。

1.5 脑动脉狭窄程度的判断

根据三维MRA血管重建成像图,从各方位旋转观察血管,根据血管形态、走形、血流信号改变及远端血管显示程度评估和综合分析。MCA狭窄程度测量采用华法林-阿司匹林症状性颅内动脉病变(Warfarin-Aspirin symptomatic intracranial disease, WASID)试验诊断标准^[7]。以下公式计算动脉的狭窄率:狭窄率 = $(1 - AS / AN) \times 100\%$ 。AS为狭窄

段最窄处的管径,AN 为选择同一动脉的正常血管的管径。MCA 狭窄程度的判断:①轻度脑动脉狭窄:1 支或多支血管狭窄表现为局部血流信号减弱,远端血管显示正常,狭窄率 $\leq 30\%$;②中度脑动脉狭窄:1 支或多支血管狭窄,表现为局部血流信号明显减弱或消失,远端血流显示欠佳或减少, $30\% < \text{狭窄率} < 70\%$;③重度脑动脉狭窄:1 支或多支血管狭窄,表现为局部血流信号中断,远端血流信号消失,狭窄率 $\geq 70\%$ 。

1.6 统计学处理

采用 SPSS11.0 统计软件进行统计分析。计量资料采用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,多组间比较采用 Kruskal-Wallis H 检验;计数资料以百分率表示,比较不同组间的差异,采用 Pearson 卡方检验或 Fisher 精确检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同脑梗死模式的构成

根据病例选择标准,共有 324 例动脉粥样硬化

性 MCA 主干病变(狭窄或闭塞)患者纳入本研究。其中,SPAI 102 例(31.48%),LPAL 35 例(10.80%),PI 12 例(3.70%),EWI 9 例(2.78%),IWI 15 例(4.63%),LTI 31 例(9.57%),MCI 120 例(37.04%)。其中在单发性梗死中,穿支动脉梗死(PAI,包括 SPAI 和 LPAL)占 137 例(42.28%),其他单发性梗死占 43 例(13.27%)。

2.2 不同脑梗死模式患者的危险因素分布特征

本研究所纳入的 324 例动脉粥样硬化性 MCA 主干病变的脑梗死患者中,男性 190 例,女性 134 例,年龄 29~88 岁,平均(64.78 ± 10.33)岁。高血压病 219 例(67.59%),糖尿病 63 例(19.44%),高脂血症 127 例(39.20%),冠心病 42 例(12.96%),吸烟 33 例(10.19%),饮酒 78 例(24.07%),既往有卒中史 101 例(31.17%)。不同脑梗死模式之间上述人口统计学和危险因素比较无显著性差异。见表 1。

表 1 不同脑梗死患者的危险因素分布特征 [n; n(%); $\bar{x} \pm s$]

脑梗死模式	例数	男性	年龄	高血压病	糖尿病	高脂血症	冠心病	吸烟	饮酒	卒中史
SPAI	102	59(57.8)	62.40 $\pm$ 11.30	71(69.6)	14(13.7)	33(32.4)	8(7.8)	7(6.9)	28(27.5)	30(29.4)
LPAL	35	18(51.4)	64.29 $\pm$ 12.48	24(68.6)	10(28.6)	16(45.7)	2(5.7)	5(14.3)	11(31.4)	7(20.0)
PI	12	9(75.0)	62.25 $\pm$ 7.79	9(75.0)	4(33.3)	5(41.7)	2(16.7)	1(8.3)	4(33.3)	7(58.3)
EWI	9	3(33.3)	58.67 $\pm$ 8.26	7(77.8)	1(11.1)	4(44.4)	1(11.1)	1(11.1)	2(22.2)	1(11.1)
IWI	15	8(53.3)	61.67 $\pm$ 6.66	10(66.7)	3(20.0)	6(40.0)	2(13.3)	1(6.7)	2(13.3)	4(26.7)
LTI	31	20(64.5)	66.29 $\pm$ 8.56	21(67.7)	7(22.6)	14(45.2)	6(19.4)	6(19.4)	8(25.8)	12(38.7)
MCI	120	73(60.8)	62.55 $\pm$ 11.47	77(64.2)	24(20.0)	49(40.8)	21(17.5)	12(10.0)	23(19.2)	40(33.3)
χ^2/H 值		5.332	8.455	1.170	6.089	3.365	7.487	4.984	4.830	9.222
P 值		0.502	0.207*	0.978	0.413	0.762	0.278	0.539	0.566	0.161

注: * 为 Kruskal-Wallis H 检验,其余为 Pearson 卡方检验。

2.3 单发性梗死、分水岭梗死与多发性梗死 MCA 狭窄程度

本研究所纳入的 324 例动脉粥样硬化性 MCA 主干病变的脑梗死患者中,单发性梗死 180 例(55.56%),分水岭梗死 24 例(7.41%),多发性梗死 120 例(37.04%)。三组患者 MCA 重度狭窄率相比较差异有统计学意义($\chi^2 = 37.853$; $P = 0.000$)。其中,分水岭梗死 MCA 重度狭窄率高于单发性梗死($\chi^2 = 8.152$; $P = 0.004$);多发性梗死 MCA 重度狭窄率高于单发性梗死($\chi^2 = 37.527$; $P = 0.000$);多发性梗死与分水岭梗死相比较, MCA 重度狭窄率差异无统计学意义($\chi^2 = 0.695$; $P = 0.405$)。见表 2。

表 2 单发性梗死、分水岭梗死与多发性梗死 MCA 狭窄程度比较 [n; n(%)]

梗死模式	例数	轻度狭窄	中度狭窄	重度狭窄
单发性梗死	180	141(78.3)	18(10.0)	21(11.7)
分水岭梗死	24	8(33.3)	8(33.3)	8(33.3)
多发性梗死	120	23(19.2)	46(38.3)	51(42.5)

2.4 不同梗死模式 MCA 狭窄程度比较

穿支动脉梗死(PAI)患者 MCA 重度狭窄率与其他单发性梗死(PI + LTI)患者(0.7% vs. 46.5% $\chi^2 = 66.562$, $P = 0.000$)、多发性梗死患者(0.7% vs. 42.5% $\chi^2 = 69.153$, $P = 0.000$)、IWI 患者(0.7% vs. 53.3% $\chi^2 = 67.159$, $P = 0.000$)相比较,差异具有统计学意义。PAI 患者 MCA 重度狭窄率与 EWI

患者(0.7% vs. 0%, Fisher 精确概率, $P = 0.938$)相比较,差异无统计学意义。

不同梗死模式之间 MCA 重度狭窄率差异具有统计学意义($\chi^2 = 96.509$, $P = 0.000$)。其中 MCI 的 MCA 重度狭窄率明显高于 SPAI(42.5% vs. 0%, Fisher 精确概率, $P = 0.000$)、LPAI(42.5% vs. 2.9% $\chi^2 = 19.102$, $P = 0.000$)、PI(42.5% vs. 8.3% $\chi^2 = 5.334$, $P = 0.021$)、EWI(42.5% vs. 0%, Fisher 精确概率, $P = 0.011$); LTI 的 MCA 重度狭窄率明显高于 SPAI(61.3% vs. 0%, Fisher 精确概率, $P = 0.000$)、LPAI(61.3% vs. 2.9% $\chi^2 = 26.577$, $P = 0.000$)、PI(61.3% vs. 8.3% $\chi^2 = 9.752$, $P = 0.002$)、EWI(61.3% vs. 0%, Fisher 精确概率, $P = 0.001$); IWI 的 MCA 重度狭窄率明显高于 SPAI(53.3% vs. 0%, Fisher 精确概率, $P = 0.000$)、LPAI(53.3% vs. 2.9% $\chi^2 = 18.125$, $P = 0.000$)、PI(53.3% vs. 8.3% $\chi^2 = 6.075$, $P = 0.014$)、EWI(53.3% vs. 0%, Fisher 精确概率, $P = 0.009$)。

MCI 的 MCA 重度狭窄率较 IWI(42.5% vs. 53.3% $\chi^2 = 0.636$, $P = 0.582$)、LTI(42.5% vs. 61.3% $\chi^2 = 3.498$, $P = 0.071$)差异无统计学意义; LTI 与 IWI 的 MCA 重度狭窄率相比,差异无统计学意义(61.3% vs. 53.3% $\chi^2 = 0.264$, $P = 0.607$); SPAI、LPAI、PI 和 EWI 之间 MCA 重度狭窄率相比,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。

表 3 不同梗死模式 MCA 狭窄程度比较 [n; n(%)]

梗死模式	例数	轻度狭窄	中度狭窄	重度狭窄
SPAI	102	97(95.1)	5(4.9)	0(0)
LPAI	35	33(94.2)	1(2.9)	1(2.9)
PI	12	9(75.0)	2(16.7)	1(8.3)
EWI	9	6(66.7)	3(33.3)	0(0)
IWI	15	2(13.3)	5(33.3)	8(53.3)▲
LTI	31	2(6.5)	10(32.2)	19(61.3)*
MCI	120	23(19.2)	46(38.3)	51(42.5)*

注: # 为与 SPAI、LPAI 相比较, $P < 0.01$, 与 PI、EWI 比较, $P < 0.05$; * 为与 SPAI、LPAI、PI、EWI 相比较, $P < 0.01$; ▲ 为与 SPAI、LPAI、EWI 相比较, $P < 0.01$, 与 PI 比较, $P < 0.05$ 。

3 讨论

既往研究发现, MCA 主干狭窄致脑梗死有一半以上为单发性梗死,其中以穿支动脉供血区梗死最为多见^[4,5]。也有文献报道在 MCA 狭窄所致脑梗死中,有许多患者仅表现为单个穿支动脉梗死^[6]。

本研究也同样发现 MCA 狭窄致穿支动脉(PAI)梗死最为多见,占 137 例(42.28%),其中 SPAI 最为多见,占 102 例(31.48%);多发性梗死次之,占 120 例(37.04%),其他单发性梗死名列第三,占 43 例(13.27%)。本组病例 PAI 相应的 MCA 狭窄程度以轻度狭窄为主,占 94.9%,重度狭窄只占 0.7%。说明 MCA 严重狭窄并不是导致 PAI 的主要因素。病理研究显示脂质透明样变性常发生于直径 $< 200 \mu\text{m}$ 的穿支动脉远端,引起的梗死灶呈圆形或椭圆形^[4]。也有学者研究认为 MCA 主干狭窄后导致单发穿支动脉区梗死,考虑是由于 MCA 主干粥样斑块或局部血栓阻塞穿支动脉开口所致^[6]。TCD 栓子监测研究进一步证实, MCA 狭窄部位栓子脱落与远端小血管区梗死密切相关^[7]。本研究将 PAI 患者 MCA 重度狭窄率与多发性梗死、其他单发性梗死(PI + LTI)和 IWI 患者的 MCA 重度狭窄率相比较,结果发现 PAI 患者的 MCA 重度狭窄率明显低于多发性梗死、其他单发性梗死和 IWI 患者。也说明 PAI 与上述其他三种类型梗死可能存在有不同的发病机制。本研究不同急性脑梗死模式患者的性别、年龄和危险因素构成比较无显著性差异,与我们先前对分水岭梗死的研究^[9]一致。

MCA 狭窄可以导致多种梗死模式,文献报告 MCA 狭窄易导致分水岭梗死,特别是 MCA 重度狭窄,更易导致内分水岭梗死以及分水岭梗死合并皮质区梗死(PI)和/或穿支动脉梗死(PAI)^[8-10]。本研究发现, CWI 和 MCI 患者的 MCA 重度狭窄率明显高于单发性梗死,而 CWI 与 MCI 相比较, MCA 重度狭窄率差异无统计学意义。我们将本组病例进一步分析显示 IWI、MCI 和 LTI 的 MCA 重度狭窄率也高于 SPAI、LPAI、PI、EWI,而 IWI、MCI 和 LTI 之间的 MCA 重度狭窄率相比差异无统计学意义。并且随着 MCA 狭窄程度的增加, IWI、MCI 和 LTI 的发生率升高。说明 MCA 重度狭窄易导致 CWI、MCI 和 LTI,而对于 CWI, MCA 严重狭窄更易引起 IWI。推测这是由于分水岭区为颅内主要动脉供血区的交界部位,处于供血系统的末端,颅内各主要动脉的严重狭窄或闭塞不易被各交通动脉开放以及侧枝循环形成所代偿,故更容易引起狭窄远端的血流动力学障碍(低灌注),栓子清除能力下降^[8,9]。先前研究发现 MCA 重度狭窄与 IWI 的梗死模式关系更密切,并认为内分水岭区系 MCA 皮质支与深穿

支的边缘带,故 MCA 严重狭窄或闭塞更易引起此区域血流动力学障碍和微栓子清除能力下降,从而导致 IWI^[9,10,12]。另外在 MCA 狭窄后,其远端分支血管血流主要依靠同侧大脑前动脉和大脑后动脉经软脑膜吻合动脉代偿,狭窄远端分支血管内为反向血流、且速度缓慢,MCA 供血区血流储备下降,分支血管内容易血栓形成,从而容易导致多发性梗死^[11]。有学者认为 MCA 重度狭窄较少引起 MCA 主干供血区的完全梗死,考虑可能与颅内血管狭窄后继发侧支循环的开放、新生小血管的开放有关^[10]。本研究结果显示,在所有 324 例 MCA 粥样硬化性狭窄引起的脑梗死中,大面积梗死(LTI)仅占 31 例(9.57%),但是 LTI 的 MCA 重度狭窄率仍明显高于 SPAI、LPAI、PI、EWI,这说明 MCA 重度狭窄导致 LTI 危险性较高,这可能与 MCA 狭窄发生较快,侧支循环及新生血管代偿不够有关。因此,在大脑中动脉狭窄或闭塞的患者中,如果有好的侧支循环,大脑皮质和皮质下不会出现梗死灶,梗死一般会局限在深穿支动脉供血区,而在无有效侧支循环建立的患者中才可能在大脑半球出现大面积梗死灶。

本研究中也存在一些不足,尤其是对于血管的评价仅仅是采用 MRA,这样对于血管狭窄程度的评估会产生一定的偏差。但是我们的研究结果也显示了不同急性脑梗死模式的血管狭窄—闭塞的不同机制。总之,根据我们的研究发现:①MCA 狭窄致 PAI 最为多见,但是 MCA 重度狭窄并非是 PAI 的重要原因,推测其发生机制与深穿支动脉本身病变、狭窄部位栓子脱落或局部血栓阻塞穿支动脉开口有关;②MCA 重度狭窄易导致 CWI 和 MCI,其中在 CWI 中,MCA 重度狭窄更易导致 IWI,推测其发生机制与 MCA 严重狭窄或闭塞引起其远端区域血流动力学障碍、MCA 供血区血流储备下降和微栓子清除能力下降有关;③MCA 重度狭窄是导致 LTI 重要原因之一,这可能与 MCA 狭窄发生较快,侧支循环及新生血管代偿不够有关。

参 考 文 献

- [1] Gorelick PB, Wong KS, Bae HJ, et al. Large artery intracranial occlusive disease: a large worldwide burden but a relatively neglected frontier. *Stroke*, 2008, 39(8): 2396-2399.
- [2] 王涵,贾白雪,郭秀海. 颅内动脉粥样硬化性狭窄的防治进展. *中国脑血管病杂志*, 2013, 10(12): 668-672.
- [3] Kern R, Steinke W, Daffertshofer M, et al. Stroke recurrences in patients with symptomatic VS asymptomatic middle cerebral artery disease. *Neurology*, 2005, 65(6): 859-864.
- [4] 陈红兵,刘德志,葛颂,等. 大脑中动脉狭窄和闭塞致不同供血区脑梗死的对比研究. *中国脑血管病杂志*, 2008, 5(6): 241-245.
- [5] 经屏,张临洪,徐武平. 动脉粥样硬化性大脑中动脉狭窄患者脑梗死类型的临床分析. *中华神经医学杂志*, 2013, 12(2): 147-151.
- [6] Wong KS, Gao S, Chall YL, et al. Mechanisms of acute cerebral infarctions in patients with middle cerebral artery stenosis: a diffusion-weighted imaging and microemboli monitoring study. *Ann Neurol*, 2002, 52(1): 74-81.
- [7] Masuda J, Ogata J, Yutani C, et al. Artery-to-artery embolism from a thrombus formed in stenotic middle cerebral artery. Report of an autopsy case. *Stroke*, 1987, 18(3): 680-684.
- [8] 李支援,张英,吕风亚. 脑分水岭梗死 MRI、MRA 特点及其发病机制的研究. *神经损伤与功能重建*, 2014, 9(3): 218-221.
- [9] Lee PH, Oh SH, Bang OY, et al. Infarct patterns in atherosclerotic middle cerebral artery versus internal carotid artery disease. *Neurology*, 2004, 62(8): 1291-1296.
- [10] 黄照,王玉洁,辛岳. 大脑中动脉狭窄程度与磁共振弥散加权成像梗死模式关系的分析. *中国脑血管病杂志*, 2013, 10(4): 197-201.
- [11] Yong SW, Bang OY, Lee PH, et al. Internal and cortical borderzone infarction: clinical and diffusion weighted imaging features. *Stroke*, 2006, 37(3): 841-846.
- [12] Suh DC, Kim JK, Choi JW, et al. Intracranial stenting of severe symptomatic intracranial stenosis: results of 100 consecutive patients. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2008, 29(4): 781-785.