

基于 DSA 的前循环动脉干形态镜像性的观察

刘文虎, 张立功, 赵炳一, 高宗恩

【摘要】目的 探讨基于 DSA 的前循环动脉干的形态镜像性, 分析前循环大动脉闭塞血管内治疗时参考健侧动脉走行进行导丝探查的价值。**方法** 纳入 2021 年 1 月至 2022 年 8 月在胜利油田中心医院行脑血管造影术患者 250 例(造影组), 分为 3 组: 青年造影组(年龄 <50 岁), 中年造影组(50~69 岁), 老年造影组(年龄 ≥ 70 岁); 另选行急诊机械取栓治疗的急性前循环大血管闭塞患者 170 例(取栓组)。观察造影组与取栓组(责任血管成功开通后)患者的脑血管造影影像资料, 分析造影组双侧颈内动脉 C1 段、C2-C3 段、虹吸段、大脑中动脉 M1 分叉前段以及分叉后段走行的镜像性情况, 并分析取栓组血管开通率、双侧走行一致率。**结果** 造影组双侧颈内动脉 C1 段、C2-C3 段、虹吸段、M1 分叉前段、M1 分叉后段走行差异均无统计学意义(均 $P>0.05$), M1 分叉前段双侧镜像性一般, 其余各段均双侧镜像性良好, 青年造影组、中年造影组、老年造影组双侧颈内动脉 C1 段、C2-C3 段、虹吸段、M1 分叉前段、M1 分叉后段走行差异均无统计学意义(均 $P>0.05$), 青年造影组 C1 段、各组 M1 分叉前段双侧镜像性一般, 其余各分段双侧镜像性良好; 取栓组闭塞血管开通率 95.5%, 全组双侧走行一致率 89.0%。**结论** 双侧颈内动脉 C1 段、C2-C3 段、虹吸段、大脑中动脉 M1 分叉前段、分叉后段走行均存在镜像性, 为脑动脉机械取栓和大动脉慢性闭塞开通时参照病变对侧血管走行操控血管内治疗材料提供了依据。

【关键词】 前循环动脉; 镜像性; 血管内治疗

中图分类号: R743.3 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2024)-05-0472-07

Observation of morphological mirroring of anterior circulation trunk based on DSA LIU Wenhui, ZHANG Ligong, ZAO Bingyi, GAO Zongen. Department of Neurology, Shengli Oilfield Central Hospital, Dongying, Shandong Province 257000, China

Corresponding author: GAO Zongen, E-mail: gaozongen@126.com

【Abstract】Objective To explore the morphological symmetry of the anterior circulation cerebral arteries based on digital subtraction angiography (DSA), and to analyze the value of arterial walking route on the healthy side in guiding catheterization in endovascular treatment for patients with sick-side major artery occlusion of the anterior circulation. **Methods** A total of 250 consecutive patients who underwent cerebral angiography at the Shengli Oilfield Central Hospital of China between January 2021 and August 2022 were enrolled in this study as angiography group, which was subdivided into youth angiography subgroup (<50 years), middle-aged angiography subgroup (50-69 years), and elderly angiography subgroup (≥ 70 years). Other 170 patients with acute occlusion of the anterior circulation vessels, who received emergency mechanical thrombectomy, were collected as thrombectomy group. After successful recanalization, the cerebral angiographic imaging findings of both groups, including the arterial walking route symmetry of bilateral C1 segment, C2-C3 segment, ophthalmic segment, M1 segment proximal to the bifurcation, and M1 segment distal to the bifurcation, were analyzed and compared between the two groups. The recanalization rate and the consistency of bilateral arterial walking route in the thrombectomy group were also analyzed. **Results** No statistically significant differences in the arterial walking route of the C1 segment, C2-C3 segment, ophthalmic segment, M1 segment proximal to the bifurcation, and M1 segment distal to the bifurcation existed between the left side and right side (all $P>0.05$). Ordinary bilateral symmetry was observed in M1 segment proximal to the bifurcation, and excellent bilateral symmetry was observed in all the other segments. There were no statistically significant differences in the bilateral arterial walking route of the C1 segment, C2-C3 segment, ophthalmic segment, M1 segment

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2024.05.002

作者单位: 257000 山东东营 胜利油田中心医院神经内科(刘文虎、张立功、高宗恩), 神经介入手术室(赵炳一)

通信作者: 高宗恩 E-mail: gaozongen@126.com

proximal to the bifurcation, and M1 segment distal to the bifurcation between each other among the three subgroups(all $P>0.05$). Ordinary bilateral symmetry of the C1 segment was observed in the youth angiography subgroup, ordinary bilateral symmetry of the M1 segment proximal to the bifurcation was observed in all three subgroups, and excellent bilateral symmetry was observed in all the other segments. In the thrombectomy group the recanalization rate was 95.5% and the consistency rate of bilateral arterial walking route was 89.0%.

Conclusion Bilateral symmetry exists in the C1 segment, C2-C3 segment, ophthalmic segment, M1 segment proximal to the bifurcation, and M1 segment distal to the bifurcation of the anterior circulation cerebral arteries. These findings provide a reliable basis of referring healthy-side arterial walking route to guide catheterization in endovascular treatment for mechanical thrombectomy and recanalization of sick-side major artery occlusion of the anterior circulation. (J Intervent Radiol, 2024, 33: 472-478)

[Key words] anterior circulatory artery; property of mirroring; endovascular treatment

25%的缺血性脑卒中患者合并大血管病变,治疗措施主要包括药物治疗、机械取栓和慢性闭塞开通,部分患者需要行血管内治疗,然而在手术过程中往往面临着各种潜在并发症,其中动脉穿孔和动脉夹层可导致严重的神经功能恶化,甚至死亡^[1-2]。机械取栓时,动脉穿孔发生率为 0.6%~4.9%^[3-5],主要发生于微导丝、微导管探查血管走行不明确的闭塞段血管时。急性缺血性脑卒中大血管闭塞机械取栓治疗或脑动脉慢性闭塞开通治疗时,闭塞段及其远端血管走行是未知的,临床进行导丝探查时,往往根据术者临床经验参考对侧血管走行,而患者双侧头颈部动脉走行是否对称,是否存在镜像性,参考价值大小仍是未知的。本研究探讨双侧前循环动脉镜像性在大动脉闭塞机械取栓或脑动脉慢性闭塞开通治疗时,对侧动脉走行的参考价值。

1 材料与方法

1.1 临床资料

纳入 2021 年 1 月至 2022 年 8 月在胜利油田中心医院行脑血管造影术患者 250 例(造影组),男 169 例,女 81 例,年龄(64.7 ± 13.2)岁;依据患者年龄,分为 3 组:青年造影组(年龄 <50 岁),中年造影组(50~69 岁),老年造影组(年龄 ≥ 70 岁)。另选进行急诊机械取栓治疗的急性前循环大血管闭塞患者 170 例(取栓组),男 118 例,女 52 例,年龄(64.6 ± 11.0)岁。造影组纳入标准:①脑卒中患者;②病例资料完整;③图像清晰完整;④颈内动脉颅外段、颅内段以及大脑中动脉 M1 段无闭塞性病变。取栓组纳入标准:①符合《中国急性缺血性脑卒中早期血管内介入诊疗指南 2018》^[6];②病例资料完整;③图像清晰完整;④行急诊机械取栓治疗的颈内动脉颅外段、颅内段或大脑中动脉 M1 段闭塞患

者;⑤病变对侧颈内动脉颅外段、颅内段以及大脑中动脉 M1 段无闭塞性病变。排除标准:①曾行颈动脉支架置入术、颈动脉内膜切除术,或颈内动脉颅内段、大脑中动脉支架置入术后动脉走行随支架重塑的患者;②对比剂充盈不良或运动伪影所致图像质量差。

1.2 方法

两组患者均使用荷兰 Philips 公司 FD20 血管造影机行 DSA 检查。所有患者行标准汤氏位(X 线照射下眉弓与枕外隆凸重叠)及 90°侧位(左右眶顶重合,中颅凹低重合)造影,双侧颈内动脉、双侧椎动脉造影,观察造影组与取栓组(责任血管成功开通后)患者的脑血管影像资料,分析造影组双侧颈内动脉 C1 段、C2-C3 段、虹吸段、大脑中动脉 M1 分叉前段以及分叉后段走行的镜像性情况,以及取栓组血管开通率、双侧走行一致率。

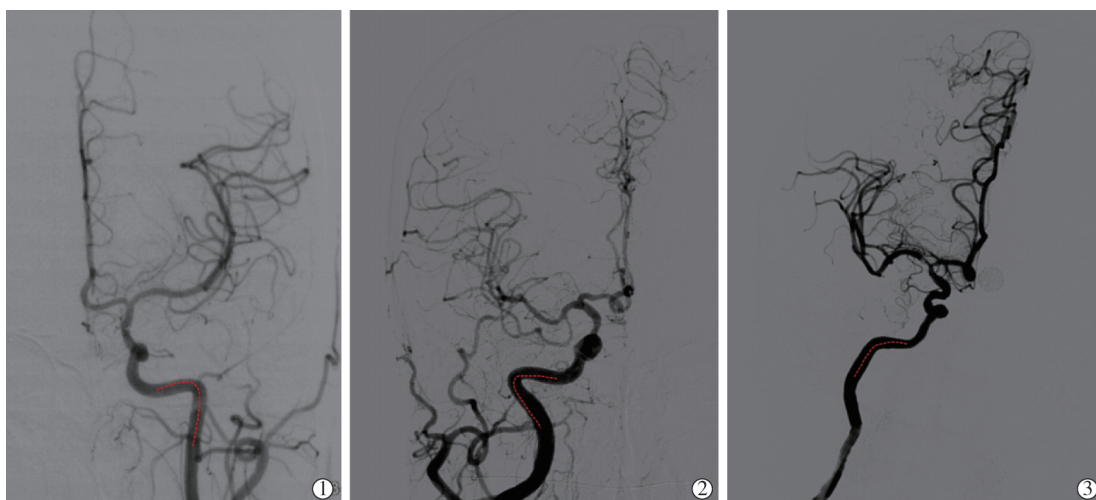
依据 Bouthillier 分类法^[7]将颈内动脉分为 7 段:C1(颈段)、C2(岩段)、C3(破裂孔段)、C4(海绵窦段)、C5(床段)、C6(眼段)、C7(交通段)。依据 Weibel 和 Fields 诊断标准^[8],颈内动脉 C1(颈段)走行异常分为 3 类:迂曲,颈段延长呈“S”型或“C”型;折曲,颈段过度弯曲成锐角,角度小于 90°;盘曲,颈段呈 1 或 2 个环形。见图 1。因 C2 段、C3 段较短,本研究将 C2-C3 段纳为一段,分为 3 种类型:倒“L”型,DSA 汤氏位造影垂直段、水平段中心线夹角约 90°;垂直段、水平段中心线夹角 $\leq 60^\circ$ 定义为“V”型;垂直段、水平段中心线夹角 $\geq 120^\circ$ 定义为“C”型。见图 2。

本研究将 C4、C5 段合称“颈内动脉虹吸段”。根据虹吸段的解剖形态分为 4 种类型^[9-10]:U 型、C 型、V 型、S 型。U 型的特点是虹吸段 C4、C5 段两个明显的弯曲呈 U 形改变;V 型特点是 C4 段弯曲较平直, C5 段的弯曲较尖锐,并且 C4、C5 段弯曲大致在同



①迂曲:颈段延长呈S型或C型;②折曲:颈段过度弯曲成锐角,角度小于 90° ;③盘曲:颈段呈1或2个环形

图1 颈内动脉颈段走行



①倒L型:DSA汤氏位造影垂直段、水平段中心线夹角约 90° ;②V型:垂直段、水平段中心线夹角 $\leq 60^{\circ}$;③C型:垂直段、水平段中心线夹角 $\geq 120^{\circ}$

图2 颈内动脉C2-C3段走行

一平面;C型特点是C5段折角接近水平;S型特点是虹吸段C4、C5段形成两个S形弯曲。见图3。大脑中动脉M1段分叉前段形态分类:直型、反U型、正U型、S型;根据大脑中动脉分叉数量将分叉后段分为:双分叉、三分叉、多分叉、其他。见图4。

镜像性良好:双侧动脉走行差异无统计学意义($P \geq 0.05$),且双侧匹配率 $\geq 85\%$;镜像性一般:双侧动脉走行差异无统计学意义($P \geq 0.05$),且双侧匹配率 $< 85\%$;无镜像性:双侧动脉走行差异有统计学意义($P < 0.05$)。

1.3 统计学分析

应用SPSS 26.0软件进行统计学分析。计数资料以例数(%)表示,频数为0的数据并入同组的其他亚组,组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 造影组双侧颈内动脉、大脑中动脉走行

造影组双侧颈内动脉C1段、C2-C3段、虹吸段、M1分叉前段、M1分叉后段走行差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),颈内动脉C1段、C2-C3段、虹吸段、M1分叉前段、M1分叉后段双侧一致率分别为92.8%、97.6%、91.6%、69.6%、88.8%,M1分叉前段双侧镜像性一般,其余各段均双侧镜像性良好。见表1。

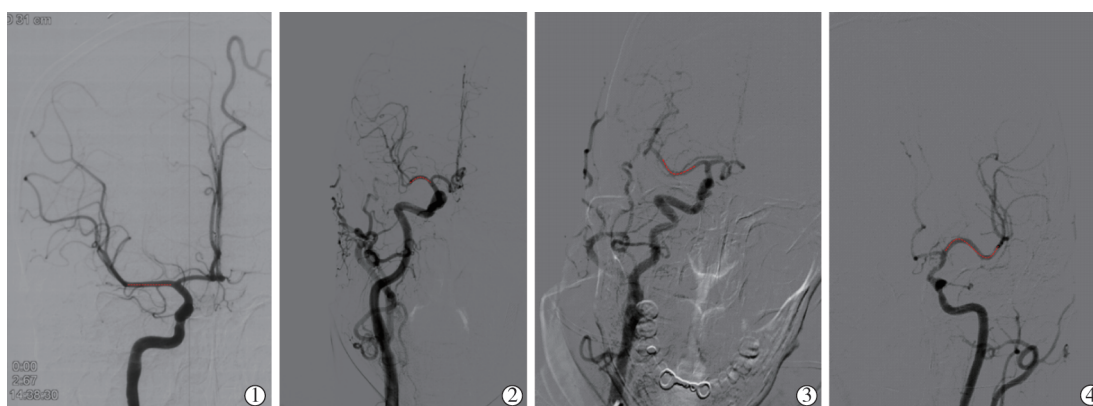
2.2 各造影组双侧颈内动脉、大脑中动脉走行对比

青年造影组、中年造影组、老年造影组双侧颈内动脉C1段、C2-C3段、虹吸段、M1分叉前段、M1分叉后段走行差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),3组颈内动脉C1段、C2-C3段、虹吸段、M1分叉前段、M1分叉后段双侧一致率分别为:青年造影组



①U 型:虹吸段 C4、C5 段两个明显的弯曲呈 U 形改变;②V 型:C4 段弯曲较平直,C5 段的弯曲较尖锐,并且 C4、C5 段弯曲大致在同一平面;③C 型:C5 段折角接近水平;④S 型:虹吸段 C4、C5 段形成两个 S 形弯曲

图 3 颈内动脉虹吸段走行



①直型:M1 分叉前段呈直型;②反 U 型:M1 分叉前段呈反 U 型;③正 U 型:M1 分叉前段呈 U 型;④S 型:M1 分叉前段呈 S 型

图 4 大脑中动脉 M1 段分叉前段走行

表 1 造影组双侧前循环动脉干走行[例(%)]

前循环动脉分段	血管走行	左侧	右侧	双侧一致率	χ^2 值	P 值
C1 段	直行	16(6.4)	16(6.4)	11	232(92.8)	1.372
	迂曲	198(79.2)	206(82.4)	198		
	折曲	32(12.8)	24(9.6)	19		
	盘曲	4(1.6)	4(1.6)	4		
C2-C3 段	倒 L 型	196(78.4)	195(78.0)	190	244(97.6)	0.014
	V 型	42(16.8)	43(17.2)	42		
	C 型	12(4.8)	12(4.8)	12		
虹吸段	U 型	161(64.4)	164(65.6)	153	229(91.6)	0.568
	V 型	39(15.6)	41(16.4)	28		
	C 型	28(11.2)	23(9.2)	16		
	S 型	22(8.8)	22(8.8)	19		
M1 分叉前段	直型	88(35.2)	69(27.6)	54	174(69.6)	3.467
	正 U 型	32(12.8)	34(13.6)	20		
	反 U 型	83(33.2)	96(38.4)	65		
	S 型	47(18.8)	51(20.4)	35		
M1 分叉后段	双分叉	196(78.4)	211(84.4)	191	222(88.8)	4.507
	三分叉	20(8.0)	18(7.2)	14		
	多分叉	12(4.8)	10(4.0)	8		
	其他	22(8.8)	11(4.4)	9		
	V 型	22(22.0)	23(23.0)	19		
	C 型	17(17.0)	14(14.0)	13		
	S 型	9(9.0)	9(9.0)	8		

84.0%、100.0%、100.0%、74.0%、88.0%，中年造影组 86.0%、99.0%、90.0%、61.0%、87.0%，老年造影组

94.0%、95.0%、89.0%、76.0%、91.0%。青年造影组 C1 段、各组 M1 分叉前段双侧镜像性一般，其余各分段双

侧镜像性良好。见表 2。

2.3 取栓组血管开通率、双侧走行一致性

取栓组 170 例患者,闭塞血管 200 条:C1 段 30 条、C2-C3 段 15 条、虹吸段 25 条、M1 分叉前段 50

表 2 不同年龄段双侧颈内动脉、大脑中动脉走行对比[例(%)]

分组	前循环动脉分段	血管走行	左侧	右侧	双侧一致率	χ^2 值	P 值	
青年造影组	C1 段	直行	5(10.0)	7(14.0)	5	42(84.0)	0.583	0.747
		迂曲	36(72.0)	36(72.0)	32			
		折曲	9(18.0)	7(14.0)	5			
		盘曲	0	0	—			
	C2-C3 段	倒 L 型	35(70.0)	35(70.0)	35	50(100.0)	0.087	1.000
		V 型	11(22.0)	11(22.0)	11			
		C 型	4(8.0)	4(8.0)	4			
	虹吸段	U 型	43(86.0)	43(86.0)	43	50(100.0)	0.408	1.000
		V 型	1(2.0)	1(2.0)	1			
		C 型	3(6.0)	3(6.0)	3			
		S 型	3(6.0)	3(6.0)	3			
	M1 分叉前段	直型	17(34.0)	16(32.0)	13	37(74.0)	2.264	0.531
		正 U 型	5(10.0)	4(8.0)	3			
		反 U 型	20(40.0)	26(52.0)	18			
		S 型	8(16.0)	4(8.0)	3			
	M1 分叉后段	双分叉	40(80.0)	38(76.0)	38	44(88.0)	0.602	0.967
		三分叉	6(12.0)	8(16.0)	4			
		多分叉	2(4.0)	2(4.0)	1			
		其他	2(4.0)	2(4.0)	1			
中年造影组	C1 段	直行	7(7.0)	6(6.0)	4	86(86.0)	0.769	0.928
		迂曲	79(79.0)	83(83.0)	74			
		折曲	11(11.0)	8(8.0)	5			
		盘曲	3(3.0)	3(3.0)	3			
	C2-C3 段	倒 L 型	83(83.0)	82(82.0)	82	99(99.0)	0.293	1.000
		V 型	16(16.0)	17(17.0)	16			
		C 型	1(1.0)	1(1.0)	1			
	虹吸段	U 型	66(66.0)	67(67.0)	63	90(90.0)	0.324	0.956
		V 型	16(16.0)	17(17.0)	15			
		C 型	8(8.0)	6(6.0)	4			
		S 型	10(10.0)	10(10.0)	8			
	M1 分叉前段	直型	29(29.0)	21(21.0)	12	61(61.0)	1.859	0.602
		正 U 型	16(16.0)	18(18.0)	8			
		反 U 型	36(36.0)	42(42.0)	27			
		S 型	19(19.0)	19(19.0)	14			
	M1 分叉后段	双分叉	80(80.0)	89(89.0)	77	87(87.0)	3.111	0.376
		三分叉	8(8.0)	5(5.0)	6			
		多分叉	4(4.0)	2(2.0)	2			
		其他	8(8.0)	4(4.0)	2			
老年造影组	C1 段	直行	4(4.0)	3(3.0)	2	94(94.0)	0.965	0.860
		迂曲	83(83.0)	87(87.0)	82			
		折曲	12(12.0)	9(9.0)	9			
		盘曲	1(1.0)	1(1.0)	1			
	C2-C3 段	倒 L 型	78(78.0)	78(78.0)	73	95(95.0)	0.000	1.000
		V 型	15(15.0)	15(15.0)	15			
		C 型	7(7.0)	7(7.0)	7			
	虹吸段	U 型	52(52.0)	54(54.0)	49	89(89.0)	0.350	0.950
		V 型	22(22.0)	23(23.0)	19			
		C 型	17(17.0)	14(14.0)	13			
		S 型	9(9.0)	9(9.0)	8			
	M1 分叉前段	直型	42(42.0)	32(32.0)	29	76(76.0)	2.746	0.432
		正 U 型	11(11.0)	12(12.0)	9			
		反 U 型	27(27.0)	28(28.0)	20			
		S 型	20(20.0)	28(28.0)	18			
	M1 分叉后段	双分叉	76(76.0)	84(84.0)	76	91(91.0)	3.373	0.338
		三分叉	6(6.0)	5(5.0)	5			
		多分叉	6(6.0)	6(6.0)	5			
		其他	12(12.0)	5(5.0)	5			

条、M1 分叉后段 20 条、串联病变(C1 段+M1 分叉前段)30 条+30 条;全组开通闭塞血管 191 条,闭塞血管开通率 95.5%。闭塞血管开通后与对侧走行一致率分别为:C1 段 89.7%、C2-C3 段 92.9%、虹吸段 95.8%、M1 分叉前段 85.7%、M1 分叉后段 88.9%,全组双侧走行一致率 89.0%。见表 3。

表 3 取栓组血管开通率、双侧走行一致率情况

前循环动脉 分段/总数	闭塞血管数 (条)	闭塞血管开通 率[条(%)]	双侧一致率 [条(%)]
C1 段	30+30*	58(96.7)	52(89.7)
C2-C3 段	15	14(93.3)	13(92.9)
虹吸段	25	24(96.0)	23(95.8)
M1 分叉前段	50+30*	77(96.3)	66(85.7)
M1 分叉后段	20	18(90.0)	16(88.9)
总数	200	191(95.5)	170(89.0)

* 为串联病变,主要为颈内动脉 C1 段重度狭窄或闭塞合并大脑中动脉 M1 分叉前段闭塞患者

3 讨论

前循环大动脉闭塞的脑梗死患者,经过严格筛选可行急诊机械取栓或脑动脉慢性闭塞开通治疗,然而,术中闭塞段管腔在 DSA 术中无法显示,微导丝、微导管通过闭塞段缺乏导向,一般依赖于术者的操作经验。此外,微导丝能否顺利通过闭塞段,不仅取决于闭塞段病变性质、病变长度、闭塞时程,而且取决于闭塞段病变成角程度^[11]。在介入手术过程中导丝头端走向及探查方向尤为关键,探查方向错误易导致动脉夹层或动脉穿孔等严重并发症。Salsano 等^[12]报道,血管内治疗时动脉穿孔发生率为 3.3%。Maslias 等^[12]研究显示,动脉穿孔由微导丝在试图通过闭塞的大脑中动脉时引起。因此,术中不仅要关注导丝前进过程的通畅性以及导丝传递到术者手中的反馈力,更要严密观察导丝头端走向,如能提前预判闭塞段血管走行,可对导丝头端走向有帮助。临床医生术中往往会根据病变对侧血管走行来预判病变侧血管走行,然而患者双侧动脉走行是否对称,镜像性如何,不同年龄段患者镜像性是否有差异,往往没有明确的证据。本研究根据颈内动脉、大脑中动脉 M1 段常见的形态走行予以分类,并对比分析双侧动脉的走行差异,明确双侧动脉走行是否对称及镜像性如何。造影组双侧颈内动脉 C1 段、C2-C3 段、虹吸段、M1 分叉前段、M1 分叉后段走行差异均无统计学意义, M1 分叉前段双侧镜像性一般,其余各段均双侧镜像性良好,青年造影组、中年造影组、老年造影组患者双侧颈内动脉 C1 段、C2-C3 段、虹吸段、M1 分叉前段、M1 分叉后段走行

差异均无统计学意义,青年造影组 C1 段、各亚组 M1 分叉前段双侧镜像性一般,其余各分段双侧镜像性良好。分叉前段与分叉后段镜像性存在差异可能与本研究对分叉后段只进行了分叉数量分析,而未对分叉后段走行进一步统计分析有关。

既往研究显示,93.9%的患者双侧颈内动脉对称,6%的患者双侧颈内动脉不对称,而颈内动脉发育不全患者仅占 0.1%^[13]。63%~91%的患者双侧大脑中动脉走行情况对称,64%~92%的患者大脑中动脉为双分叉型,7%~30%为三分叉型^[14-15]。因大脑中动脉解剖变异发生率较低,一般包括开窗变异、双干等情况,本研究将大脑中动脉解剖变异划分为其他。结果显示,前循环双侧颈内动脉、大脑中动脉走行均存在镜像性,且镜像性并未随着年龄的增长而发生明显变异,青年造影组 C1 段、各组 M1 分叉前段双侧镜像性一般,其余各分段双侧镜像性良好,提示对大脑中动脉 M1 段及 50 岁以下颈内动脉 C1 段血管内治疗判断闭塞段走行时要更加谨慎,需结合多种影像学检查方法判断血管走行。

本研究依据既往临床经验——参照对侧血管走行对前循环动脉进行了机械取栓治疗,进一步验证前循环动脉镜像性情况,结果取栓组闭塞血管开通率 95.5%,闭塞血管开通后与对侧走行一致率分别为:C1 段 89.7%、C2-C3 段 92.9%、虹吸段 95.8%、M1 分叉前段 85.7%、M1 分叉后段 88.9%,全组双侧走行一致率 89.0%,双侧颈内动脉、大脑中动脉 M1 段均镜像性良好。依据对侧动脉走行进行机械取栓治疗,取得了良好的效果,提示双侧颈内动脉、大脑中动脉 M1 段镜像性良好,取栓组 M1 分叉前段双侧一致率高于造影组,考虑可能与术前筛选取栓患者时存在偏倚有关。本研究显示双侧颈内动脉以及大脑中动脉 M1 段存在镜像性,前循环机械取栓时参照对侧血管走行对闭塞段血管进行导丝探查方法可行,效果良好。

临床医生在急诊取栓或大动脉慢性闭塞开通时,导丝探查方向可以参照对侧血管走行,然而,也有少数患者双侧颈内动脉及大脑中动脉 M1 段走行存在差异,无良好的镜像性,提醒术前进行充分影像学评估的重要性,如大动脉慢性闭塞开通患者术前行高分辨磁共振评估管腔情况以及动脉走行情况是更安全的^[16-18],而急诊取栓患者往往无法完成该项检查,参照病变对侧血管走行预判病变侧血管走行尤为重要。本研究显示,40~89 岁患者双侧颈内动脉及大脑中动脉 M1 段存在镜像性,为脑动脉

机械取栓和大动脉慢性闭塞开通时参照病变对侧血管走行操控导丝、导管提供了依据。

本研究的局限性:首先,为回顾性研究,可能出现选择的偏倚,所选择患者的脑血管病危险因素可能高于一般人群,因此尚需在不同的样本人群中进行验证;其次,未应用三维成像对比软件进行分析,而是人为肉眼观测,而血管走行是三维立体的,仅凭借医生主观观察可能出现误差,后续研究将应用影像学软件进行三维立体对比,并对双侧动脉不存在镜像性患者的相关因素进行分析。

[参考文献]

- [1] Rennert RC, Wali AR, Steinberg JA, et al. Epidemiology, natural history, and clinical presentation of large vessel ischemic stroke[J]. *Neurosurgery*, 2019, 85: S4-S8.
- [2] Salsano G, Pracucci G, Mavilio N, et al. Complications of mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke: Incidence, risk factors, and clinical relevance in the Italian registry of endovascular treatment in acute stroke[J]. *Int J Stroke*, 2021, 16: 818-827.
- [3] Mokin M, Fargen KM, Primiani CT, et al. Vessel perforation during stent retriever thrombectomy for acute ischemic stroke: technical details and clinical outcomes[J]. *J Neurointerv Surg*, 2017, 9: 922-928.
- [4] Kang JY, Yi KS, Cha SH, et al. Gelfoam embolization for distal, medium vessel injury during mechanical thrombectomy in acute stroke: a case report[J]. *World J Clin Cases*, 2021, 9: 5668-5674.
- [5] Lee H, Qureshi AM, Mueller-Kronast NH, et al. Subarachnoid hemorrhage in mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke: analysis of the STRATIS registry, systematic review, and meta-analysis[J]. *Front Neurol*, 2021, 12: 663058.
- [6] 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: 683-691.
- [7] Bouthillier A, van Loveren HR, Keller JT. Segments of the internal carotid artery: a new classification[J]. *Neurosurgery*, 1996, 38: 425-433.
- [8] Weibel J, Fields WS. Tortuosity, coiling, and kinking of the internal carotid artery. II. Relationship of morphological variation to cerebrovascular insufficiency[J]. *Neurology*, 1965, 15: 462-468.
- [9] 陈钰, 薛华丹, 金征宇, 等. 双能 CT 血管成像对颈内动脉狭窄及闭塞的诊断[J]. *中国医学科学院学报*, 2009, 31: 215-220.
- [10] 孙学进, 庞瑞麟, 赵卫, 等. 颈内动脉虹吸部应用解剖与数字减影血管造影对照研究及应用[J]. *介入放射学杂志*, 2004, 13: 66-67.
- [11] Penide J, Mirza M, McCarthy R, et al. Systematic review on endovascular access to intracranial arteries for mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke[J]. *Clin Neuroradiol*, 2022, 32: 5-12.
- [12] Maslias E, Puccinelli F, Nannoni S, et al. Predictors of endovascular treatment procedural complications in acute ischemic stroke: a single-center cohort study [J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2022, 43: 1743-1748.
- [13] Benson JC, Brinjikji W, Messina SA, et al. Cervical internal carotid artery tortuosity: a morphologic analysis of patients with acute ischemic stroke[J]. *Interv Neuroradiol*, 2020, 26: 216-221.
- [14] Sato D, Ogawa S, Torazawa S, et al. Evaluation of middle cerebral artery symmetry: a pilot study for clinical application in mechanical thrombectomy[J]. *World Neurosurg*, 2022, 166: e980-e985.
- [15] Brzegowy P, Polak J, Wnuk J, et al. Middle cerebral artery anatomical variations and aneurysms: a retrospective study based on computed tomography angiography findings[J]. *Folia Morphol (Warsz)*, 2018, 77: 434-440.
- [16] Chai S, Sheng Z, Xie W, et al. Assessment of apparent internal carotid tandem occlusion on high-resolution vessel wall imaging: comparison with digital subtraction angiography[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2020, 41: 693-699.
- [17] Zhang X, Cao YZ, Mu XH, et al. Highly accelerated compressed sensing time-of-flight magnetic resonance angiography may be reliable for diagnosing head and neck arterial steno-occlusive disease: a comparative study with digital subtraction angiography[J]. *Eur Radiol*, 2020, 30: 3059-3065.
- [18] Wu F, Yu H, Yang Q. Imaging of intracranial atherosclerotic plaques using 3.0 T and 7.0 T magnetic resonance imaging-current trends and future perspectives[J]. *Cardiovasc Diagn Ther*, 2020, 10: 994-1004.

(收稿日期:2023-07-10)

(本文编辑:新宇)