

单中心颅内动脉狭窄 Wingspan 支架成形术中及术后短期并发症分析

李钊硕 李天晓 王子亮 白卫星 薛绎宇 朱良付 李立

【摘要】 目的 观察症状性颅内动脉狭窄支架成形术的术中和术后 1 个月内脑血管并发症,并分析其高危因素。**方法** 回顾性分析 2007 年 7 月至 2012 年 6 月 306 例症状性颅内动脉狭窄, Wingspan 支架成形术的术中及术后 1 个月内脑血管并发症情况,包括术中至出院时发生的短暂性脑缺血发作(TIA)、脑梗死、脑出血和死亡。患者中男 178 例、女 128 例,年龄 26~80 岁、平均(59±11)岁。病变位于大脑中动脉水平段(M1 段)114 处、颈内动脉颅内段(ICA)50 处、椎动脉颅内段(V4)75 处、椎动脉与基底动脉汇合处(VBA)14 处、基底动脉 76 处。术后根据脑血管造影复查情况并再次评价神经体征。结果为计数资料,采用 χ^2 检验,而当理论频数小于 5 时采用 Fisher 检验,分析患者基本资料和病变特点对并发症的影响, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。**结果** 306 例中 303 例成功行 Wingspan 支架成形术,手术成功率 99%。脑血管并发症发生率 6.9% (21/303),其中非致残性并发症 4.6% (14/303)、致残性并发症 1.6% (5/303),病死率 0.7% (2/303);出血性并发症发生率为 2.0% (6/303),3 例为技术相关性、3 例怀疑高灌注综合征;缺血性并发症发生率为 5.0% (15/303),其中穿支卒中 8 例、TIA 发作 3 例、脑梗死 2 例、支架内血栓 2 例。6 例出血性并发症患者中 2 例死亡,2 例重度致残;15 例缺血性并发症中 4 例中度致残,前者明显高于后者($\chi^2 = 2.908, P < 0.05$);6 例出血性并发症中 5 例发生于大脑中动脉,高于其他部位($\chi^2 = 1.168, P < 0.05$);15 例缺血性并发症中 8 例为穿支卒中,为首要原因,其中 6 例发生于基底动脉,明显高于其他部位($\chi^2 = 4.263, P < 0.05$)。**结论** 症状性颅内动脉狭窄支架成形术的术中和术后 1 个月内脑血管并发症发生率为 6.9%。大脑中动脉狭窄支架治疗容易发生出血并发症,基底动脉狭窄支架治疗容易发生穿支卒中。

【关键词】 颅内动脉硬化; 脑缺血; 血管成形术; 支架; 手术后并发症

Peri-procedural complications and associated risk factors in wingspan stent-assistant angioplasty of intracranial artery stenosis Li Zhao-shuo, Li Tian-xiao, Wang Zi-liang, Bai Wei-xing, Xue Jiang-yu, Zhu Liang-fu, Li Li. Department of Interventional, Henan Province Peoples Hospital, Zhengzhou 450003, China Corresponding author: Li Tian-xiao, Email: dr. litianxiao@vip.163.com

【Abstract】 Objective To retrospectively evaluate the cerebrovascular complications from stenting for symptomatic intracranial stenosis and to detect the factors associated with complications. **Methods** Medical records of Wingspan stenting were reviewed for 306 cases with symptomatic intracranial stenosis from July 2007 to February 2012, including transient ischemic attack, ischemic stroke, death and intracranial hemorrhage as clinical in-hospital complications. The location of lesions included middle cerebral artery level M1 (114 lesions), intracranial portion of the internal carotid artery (50 lesions), vertebral artery 4 (75 lesions), veno-basilar artery (14 lesions), basilar artery (76 lesions). Complications were evaluated and analyzed to find out whether they were associated with patient- or stenosis-related risk factors using χ^2 test. **Results** The technical success rate was 99% (303/306). Cerebrovascular complications rate was 6.9% (21/303), with 1.6% (14/303) of disabling stroke events and 0.7% (2/303) of deaths. Hemorrhagic events were consisted of procedure-related events (3 cases), hyperperfusion (3 cases), ischemic events of perforator stroke (8 cases), transient ischemic attack (3 cases), embolization (2 cases), thrombosis in stent (2 cases). Hemorrhagic events were associated with significantly higher morbidity and mortality rates ($\chi^2 = 2.908, P < 0.05$) and occurred more frequently after treatment of middle cerebral artery

DOI:10.3760/ema.j.issn.1005-1201.2013.02.015

基金项目:河南省卫生厅科技攻关重点资助项目(200802013)

作者单位:450003 郑州,河南省人民医院介入科

通信作者:李天晓,Email:dr.litianxiao@vip.163.com

stenosis than other lesions ($\chi^2 = 1.168, P < 0.05$). Perforating branches were detected to be affected mainly in the basilar artery than other locations ($\chi^2 = 4.263, P < 0.05$). **Conclusion** The complication rates in the study are preliminary consistent with the previously published data. Hemorrhagic events are prone to occur in the treatment of middle cerebral artery stenosis, while perforating branches are affected mainly in the basilar artery.

【Key words】 Intracranial arteriosclerosis; Brain Ischemia; Angioplasty; Stents; Postoperative Complications

在我国所有致死性疾病中,脑血管病的病死率居第一位,其中缺血性脑血管病占 80%。而颅内动脉粥样硬化狭窄是我国缺血性脑血管病的首要原因,占短暂脑缺血发作的 51%、占缺血性卒中的 33%^[1-2]。传统的药物治疗和颅内血管搭桥疗效不佳^[3];有报道血管内球囊扩张式支架置入疗效较好,但通过颅内迂曲动脉的难度大、技术要求高和安全问题等限制了其应用^[4-5]。近期试验显示自膨式支架置入治疗颅内血管狭窄结果也不理想,术中及术后 1 个月内并发症发生率达 14.7%,但其研究设计的缺陷影响了结果的可信度^[6]。笔者对 306 例 Gateway-Wingspan 球囊支架成形术患者,术中和术后 1 个月内神经系统并发症发生率、类型及高危因素进行了回顾性分析,以期为该病的临床治疗提供有益的经验。

资料及方法

一、一般资料

2007 年 6 月至 2011 年 12 月,306 例(329 处病变)症状性颅内动脉狭窄患者纳入研究,男 178 例、女 128 例,年龄 26~80 岁、平均(59±11)岁。病例入选标准:(1)患者年龄>18 岁;(2)180 d 内发生过颅内动脉粥样硬化性狭窄相关性的一过性脑缺血发作(transient ischemic attack, TIA)或卒中;(3)TIA 事件后>24 h 或小卒中后时间>1 周[美国国立卫生研究院神经功能缺损评分(national institute of health stroke scale, NIHSS)<9 分],或大卒中后时间>6 周(NIHSS≥9 分);(4)DSA 显示病变血管狭窄率为 70%~99%。排除标准:非动脉粥样硬化性狭窄及不能耐受手术者。粥样硬化性和非粥样硬化性狭窄主要通过综合分析患者病史、粥样硬化危险因素、高场 MR 血管壁检查结果及 DSA 造影结果进行鉴别^[7-8]。

94 例表现为 TIA,165 例为卒中,47 例症状非特异。病变位于大脑中动脉水平段(M1 段)114 处,颈内动脉颅内段(ICA)50 处,椎动脉颅内段(V4)75 处,椎动脉与基底动脉汇合处(VBA)14 处,基底

动脉 76 处。末次事件距支架置入的间隔时间为 1~43 d,平均(16±11) d,间隔时间≤16 d 的 214 例。

二、术前准备

综合患者病史、MR、DSA、CT 灌注成像(CT perfusion, CTP)或灌注加权成像(perfusion weighted imaging, PWI)资料,确定责任血管及风险血管;评价手术效益与风险比;制定手术策略。控制动脉粥样硬化危险因素的同时,术前保证已连续、联合服用抗血小板药物氯比格雷(75 mg/d)和阿司匹林(100 mg/d)3~5 d;如为急诊手术,一次性给予 300 mg 氯比格雷。术前 2 h 开始静脉泵注尼莫通^[9-10]。

三、治疗

支架的置入,268 例患者在全身麻醉气管插管下进行,38 例局部麻醉下进行。股动脉入路 274 例,桡动脉入路 32 例。按照 Gateway-Wingspan 球囊支架成形术操作的标准流程^[9-10],手术成功标准为支架成功置入后残余狭窄≤30%。球囊直径的选择原则为不超过狭窄段两端正常管径的 80%,长度需要能完全覆盖病变段;支架的直径需略大于狭窄段两端正常血管直径,长度至少较狭窄段长 6 mm^[9-10]。

术后即刻行头颅 CT 扫描排除脑出血;肝素自然中和;继续使用尼莫地平 1~3 d 控制血压。术后 2 d 使用低分子肝素钠 4000~6000 U/12 h,继续使用联合使用氯比格雷(75 mg/d)和阿司匹林(100 mg/d)6 个月,然后造影复查,根据结果调整药物用量^[9-10]。

四、并发症定义

为评价神经系统并发症的严重性,依据改良 Rankin 量表(modified Rankin scale, mRS)评分标准,将并发症分为非致残性并发症、致残性并发症和死亡。非致残性并发症指 TIA 和非致残性卒中,后者指术后神经功能缺损体征加重,但出院时的 mRS 评分<2;致残性并发症指出院时的 mRS 评分≥2。有并发症的患者术后均复查脑 CT 或 MR,同时依据影像检查结果,将并发症分为出血性和缺血性。并

发病的可能原因主要根据患者的临床症状、神经系统检查和辅助检查,通过多学科讨论共同决定^[7-10]。穿支卒中的诊断标准按文献的标准^[11]。记录术中及术后1个月内的并发症。

五、统计学方法

数据统计分析采用 SPSS12.0 分析软件;可能影响并发症结果的因素的分析采用 χ^2 检验,而当理论频数小于5时采用 Fisher 检验; $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

306 例患者中 303 例成功行支架成形术,3 例因路径过度迂曲支架到位困难而放弃,仅单纯行球囊扩张。手术成功率为 99%。

术中和术后 1 个月内并发症发生率为 6.9% (21/303),非致残性并发症 4.6% (14/303),致残性并发症 1.6% (5/303),病死率 0.7% (2/303)。其中出血性并发症 2.0% (6/303),缺血性并发症 5.0% (15/303)。

6 例发生出血性并发症的病例中,3 例为技术相关性,2 例导丝穿破穿支血管出血[1 例出血自行停止,出院时症状完全消失(图 1~4),1 例破裂血管微弹簧圈闭塞,遗留轻度偏瘫],1 例支架穿破脉络膜前动脉,球囊临时封堵止血,遗留中度残废;3 例患者手术顺利,全麻清醒后无神经功能缺损,2 例分别于术后 5 h 和 7 h 病情急剧变化,CT 证实脑内血肿合并脑肿胀(图 5~8),经开颅减压后仍因脑疝死亡 1 例 CT 显示同侧半球局部密度增高影,经积极脱水、降压治疗后症状消失。本研究缺血性并发症 15 例,其中 8 例为穿支卒中,6 例发生于基底动脉(图 9~12)、1 例术后即刻造影发现大脑中动脉颞前动脉闭塞(无任何神经功能缺失体征,半年复查时闭塞血管再次开通)、1 例大脑中动脉豆纹动脉供血区发生新鲜梗死;2 例支架内血栓并发症,1 例术前因牙龈出血患者擅自停药、1 例为基底动脉慢性闭塞开通患者术后第 2 天支架内血栓再闭塞,给予溶栓、机械碎栓等综合处理,出院时仍遗留残疾;2 例病变远端皮质新发梗死,1 例导丝经过部位有夹层表现(疑继发血栓引起栓塞)、1 例颅外血管多发斑块(疑有微栓子脱落继发栓塞),出院时均遗留轻微症状;3 例术后出现 TIA 发作,未见新发梗死灶,其中 1 例经充分的抗凝和抗血小板治疗仍发作,原因不明。

患者年龄、性别、粥样硬化危险因素、血管路径

迂曲情况、发病距治疗时间对总体并发症的发生率没有明显影响,以卒中发病的和后循环病变与并发症发生率也没有明显的关系(表 1)。6 例出血性并发症患者中 2 例死亡,2 例轻中度致残;15 例缺血性并发症中 4 例轻中度致残;前者并发症致死率明显高于后者($\chi^2 = 2.908, P < 0.05$)。6 例出血性并发症中 5 例发生于 MCA,高于其他部位($\chi^2 = 1.168, P < 0.05$);15 例缺血性并发症中 8 例为穿支卒中,为首要原因,且 8 例中 6 例发生于基底动脉,高于其他部位($\chi^2 = 4.263, P < 0.05$,表 2)。分析其他病变解剖学特点与并发症类型的关系,差异均无统计学意义。

讨 论

目前颅内动脉狭窄支架成形术已获得广泛认可,但并发症仍是制约其临床广泛推广应用的关键因素,且并发症表现形式多样。因此,探讨并发症的特点和高危因素对于临床预防并发症的发生和指导治疗具有重要意义。

本研究结果显示出血性并发症的致残、致死率明显高于缺血性并发症,这很可能与术前准备和术后抗血小板,术中抗凝有关^[12-13]。既往研究和动脉瘤支架辅助栓塞的经验显示:抗血小板治疗并不增加出血并发症发生率,但明显提高了并发症发生后的致死率^[12-13]。本研究中出血性并发症为 2.0%,与欧美、国内多数中心的报道基本一致^[9-10,14]。

本研究中的 6 例出血患者,5 例手术的靶病变都为大脑中动脉。其中 3 例为技术相关性,发生于开展此项手术的早期阶段,说明手术的熟练程度和经验与并发症的发生有密切关系。但是,Gateway-Wingspan 球囊支架系统采用球囊和支架分次扩张释放的模式,在明显增加系统通过颅内迂曲动脉可能性的同时,也增加了同轴交换次数,而大脑中动脉较其他部位的路径更长、更加迂曲,交换器械、球囊扩张和支架释放过程中,更容易发生导丝头端“前跳”,引发出血并发症。这就要求术者必须将“导丝头端”时刻置于视野之内。

出血性并发症的表现形式主要有血管破裂、穿支断裂出血、过度灌注综合征、梗死后出血。既往有报道,术后过度灌注所致的出血常常发生于颈动脉支架置入术后,而颅内支架置入后却很少发生^[15]。但本研究中,10 例患者术后有不同程度头痛,经 CT 证实 1 例颈内动脉末端重度狭窄术后同侧半球弥漫水肿、1 例同侧半球局部密度增高影,经积极脱水、

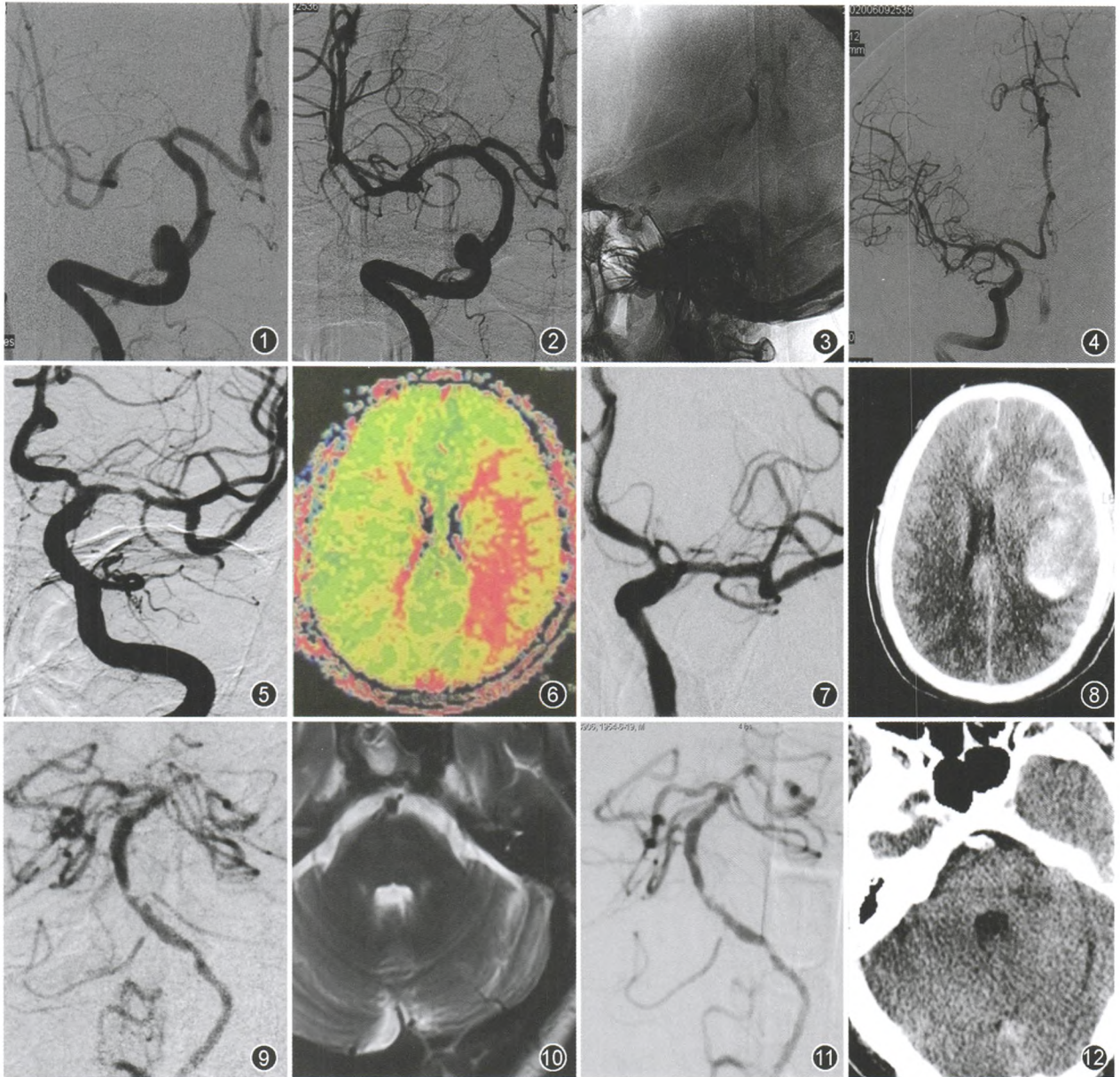


图 1~4 女性,58 岁,发作性左侧肢体无力 1 周。DSA 示:右侧大脑中动脉重度、长节段狭窄合并路径迂曲(图 1); Wingspan 支架成功释放(图 2);透视下见对比剂滞留外溢,但没有形成血肿,出血部位为支架释放过程中导丝头端放置位置(图 3);立即中和肝素,观察 30 min 出血停止(图 4) 图 5~8 男性,47 岁,失语伴右侧肢体无力 3 周。DSA 示:左侧大脑中动脉局限性重度狭窄(图 5);灌注加权成像示:左侧半球灌注失代偿表现(图 6); Wingspan 支架成形术后狭窄明显改善(图 7);术后复查 CT 见脑内出血伴明显脑肿胀(图 8) 图 9~12 男性,68 岁,右侧肢体无力半年,头晕伴复视 1 周。DSA 示:基底动脉中下段、椎基底动脉汇合处重度狭窄,脑桥分支开口也狭窄明显(图 9); T₂WI 示桥脑未见明显梗塞(图 10); Gateway 球囊扩张后,基底动脉中下段狭窄明显减轻,但左侧小脑前下动脉不再显影(图 11);术后患者出现右侧肢体共济失调,复查 CT 示:左侧脑桥臂边缘欠清、新发急性梗塞(图 12)

降压治疗后症状消失;2 例经上述处理后症状却持续加重,CT 检查显示脑内血肿合并明显脑肿胀,经开颅减压等治疗后死亡。死亡的 2 例患者手术顺利,全麻清醒后无神经功能缺损,血压维持在正常范围。这提示过度灌注综合征的临床表现很可能是一组阶梯式改变的症候群,即使血压控制良好也不可能完全避免。尽管如此,目前最有效的防治办法仍然是降压治疗。同时,本研究部分并发症患者,经

CT 检查得到及时发现和治疗,取得了良好效果。因此,术后常规性的 CT 扫描和病情变化后及时的 CT 复查,对降低残死亡率具有积极意义。

本研究中,未见血管破裂、梗死后出血转化病例。这很可能得益于 Gateway 球囊低尺寸的选择标准,有报道颅内血管狭窄应用球囊扩张式支架血管成形,只要保证管径测量精确、支架缓慢扩张,发生血管破裂的风险是极低的^[14]。根据脑梗死后出血

表 1 303 例患者并发症相关因素分析(例)

相关因素	病例数	并发症	致残性并发症	死亡	χ^2 值	P 值
年龄(岁)						
>60	120	8	2	0	0.496	0.481
≤60	183	13	3	2		
性别						
男	175	10	1	2	1.032	0.310
女	128	11	4	0		
粥样硬化危险因素						
高血压	212	17	3	1	1.443	0.230
糖尿病	134	10	2	1	0.134	0.714
高血脂	152	13	5	0	2.011	0.156
高 HCY	180	9	2	1	2.373	0.123
吸烟	112	10	2	2	1.180	0.277
冠心病	153	11	3	0	0.051	0.821
入组事件						
TIA	94	7	1	1		
卒中	165	10	4	1	0.188	0.665
发病距治疗时间						
>16 d	92	6	1	1		
≤16 d	211	15	4	1	0.024	0.877
解剖特点						
后循环	116	11	3	0	2.006	0.157
C 型病变	165	14	3	0	1.474	0.225
Ⅲ型路径	94	8	4	0	0.576	0.448

注:TIA:短暂性脑缺血发作;HCY:同型半胱氨酸

表 2 303 例患者并发症类型与病变特征关系

病变情况	例数	出血并发症		缺血并发症		穿支破裂		过度灌注		穿支卒中	
		例数	%	例数	%	例数	%	例数	%	例数	%
大脑中动脉	112	5	4.4	4	3.6	2	1.7	3	2.6	2	1.7
颈内动脉	50	0	0	1	2.2	0	0	0	0	0	0
椎动脉颅内段	75	0	0	1	1.3	0	0	0	0	0	0
基底动脉	76	1	1.3	8	10.5	1	1.3	0	0	6	7.9
VBA	13	0	0	1	7.1	0	0	0	0	0	0
病变长度											
>10 mm	137	1	0.7	9	8.0	1	0.7	1	0.7	5	3.5
≤10 mm	166	5	2.9	6	2.4	2	1.2	2	1.2	3	1.8
路径迂曲	94	3	3.2	8	8.5	3	3.2	0	0	2	2.1
局部钙化成角	73	1	1.4	7	9.6	1	1.4	0	0	4	5.5

注:VBA:椎动脉与基底动脉会合部

的病理机制,本研究中新近梗死灶最大径大于>5 cm 的患者,都延迟至发病 3~4 周后治疗,出血风险大大降低。

有效预防穿支卒中,是降低总体并发症发生率的关键。分层分析中,本研究中基底动脉病变发生穿支卒中的概率明显较高。根据冠脉支架成形术的经验,穿支血管直径是预测术后血流的重要指标^[16],而基底动脉穿支的平均直径为 391 μm ,明显低于大脑中动脉的 472 μm 。理论上,穿支卒中可能的原因主要有“雪犁效应”、支架封堵、血栓形成和新生内膜增生。而颅内支架网丝仅为 50 μm ,支架

封堵的概率极低;在分支血管有血流情况下,支架内内膜增生闭塞分支血管的可能性亦很小,因此“雪犁效应”成为首要原因。并且,其闭塞分支血管很可能主要发生于球囊扩张时。本研究中 8 例穿支闭塞患者,5 例在球囊扩张后明确发现穿支减少,对比该 8 例患者球囊扩张后与支架释放后的影像,均未发现穿支减少这一现象。近年来,高场 MR 血管壁成像,对动脉壁斑块位置、成分提供了丰富的信息。炎性不稳定斑块、位于穿支开口部位的斑块增加了穿支闭塞的风险^[8,11]。针对上述特点,该研究中后期采用“小球囊、大支架”的原则。既往有研究显

示,病变位于后循环者,并发症发生率明显高于前循环^[9-10],但本研究结果显示两者间差异并不明显,可能的解释就是:穿支卒中作为并发症首要原因,主要发生于后循环,一旦降低了该并发症发生率,前、后循环的总体并发症发生率也趋于平衡。但实际临床中,穿支闭塞和穿支卒中还有明显的不匹配性,可能与被覆盖血管支配区的代偿及耐受有关。

回顾多家中心的研究报道,在非急诊支架成形术中,术前、术中和术后规范抗凝治疗下,支架内血栓和栓塞的发生率均很低^[9-10,14]。本研究结果与其一致,2例支架内血栓并发症,1例为牙龈出血自行停用抗血小板药;1例为基底动脉慢性闭塞开通患者,术后第2天支架内血栓形成再闭塞,可能与闭塞病变特殊的血流动力学特点有关。1例术后TIA仍频繁发作患者,已给予充分的抗凝和抗血小板治疗,分析可能为慢性小动脉痉挛引起。

多中心药物研究结果显示,患者出现缺血并发症后17d内,是药物治疗过程中脑缺血再发的独立危险因素,既往研究和冠脉支架治疗的经验也证实急诊支架成形术继发缺血性并发症的概率高于择期处理^[3,17]。而本研究中,发病距支架治疗时间>16d组和≤16d组的并发症发生率差异并无统计学意义。近期一项多中心、637例患者的研究结果显示:发病距支架治疗时间<2周和≥2周的患者并发症发生率差异无明显统计学意义,但是发病距支架治疗时间<24h患者的并发症发生概率明显高于≥24h的患者^[14]。这说明药物治疗进展的同时,颅内狭窄支架成形术也日渐完美,以致脑缺血再发生率在发病后17d左右治疗的患者低于发病后1d内治疗的患者。过去,认为引起急诊手术并发症增高的原因是抗血小板治疗不充分,而对患者对抗血小板药物的敏感程度关注不够。研究结果显示,很多的患者对氯吡格雷具有抵抗性^[18],阿司匹林也有剂量相关的耐药性。尽管,目前已有基因芯片技术可筛查此类药物抵抗患者。但治疗时,除增加剂量外,更加安全、有效的解决办法还待进一步研究。

药物与支架对比研究试验结果显示,并发症发生率明显高于本研究^[6],可能原因为:本研究是单中心的结果,手术质量易于控制;另一方面,也提示颅内动脉狭窄支架成形术治疗并不是一项能快速普

及的技术,要有严格、规范的术前评估和手术流程,才能逐渐降低并发症。

参 考 文 献

- [1] Wong KS, Huang YN, Gao S, et al. Intracranial stenosis in Chinese patients with acute stroke. *Neurology*, 1998, 50:812-813.
- [2] Huang YN, Gao S, Li SW, et al. Vascular lesions in Chinese patients with transient ischemic attacks. *Neurology*, 1997, 48: 534-525.
- [3] Kasner SE, Chimowitz MI, Lynn MJ, et al. Predictors of ischemic stroke in the territory of a symptomatic intracranial arterial stenosis. *Circulation*, 2006, 113:555-563.
- [4] Marks MP, Marcellus ML, Do HM, et al. Intracranial angioplasty without stenting for symptomatic atherosclerotic stenosis: long-term follow-up. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2005, 26:525-530.
- [5] Nguyen TN, Zaidat OO, Gupta R, et al. Balloon angioplasty for intracranial atherosclerotic disease. Periprocedural risks and short-term outcomes in a multi-center study. *Stroke*, 2011, 42:107-111.
- [6] Chimowitz MI, Lynn MJ, Derdeyn CP, et al. Stenting versus aggressive medical therapy for intracranial arterial stenosis. *N Engl J Med*, 2011, 365:993-1003.
- [7] 李天晓,王子亮,李钊硕,等. 症状性颅内动脉狭窄介入治疗前的影像评估. *中华放射学杂志*, 2009, 43:1299-1303.
- [8] 李天晓,李钊硕,王子亮,等. Wingspan 支架治疗症状性颅内动脉粥样硬化严重狭窄的临床研究. *中华放射学杂志*, 2010, 44:969-974.
- [9] Fiorella D, Levy EI, Turk AS, et al. US multicenter experience with the Wingspan stent system for the treatment of intracranial atheromatous disease: periprocedural results. *Stroke*, 2007, 38: 881-887.
- [10] Yavuz K, Geyik S, Saatci I, et al. Wingspan stent system in the endovascular treatment of intracranial aneurysms: clinical experience with midterm follow-up results. *J Neurosurg*, 2008, 109:445-453.
- [11] 王子亮,徐浩文,李天晓,等. 颅内动脉硬化狭窄 Wingspan 支架成形穿支卒中的临床研究. *中华放射学杂志*, 2011, 45: 1054-1058.
- [12] 张鑫,刘建民,周晓平,等. 血管内支架结合弹簧圈栓塞犬宽颈动脉瘤的病理学研究. *中华神经外科杂志*, 2007, 23:585-588.
- [13] Riecker A, Ememann U, Kastrup A. Cerebellar hemorrhage after angioplasty. *N Engl J Med*, 2005, 352:633-634.
- [14] Jiang WJ, Cheng-Ching E, Abou-Chebl A, et al. Multicenter analysis of stenting in symptomatic intracranial atherosclerosis. *Neurosurgery*, 2012, 70:25-30.
- [15] Nahab F, Lynn MJ, Kasner SE, et al. Risk factors associated with major cerebrovascular complications after intracranial stenting. *Neurology*, 2009, 72:2014-2019.
- [16] Poerner TC, Krale V, Voelker W, et al. Natural history of small and medium-sized side branches after coronary stent implantation. *Am Heart J*, 2002, 143:627-635.
- [17] Gupta R, Schumacher HC, Mangla S, et al. Urgent endovascular revascularization for symptomatic intracranial atherosclerotic stenosis. *Neurology*, 2003, 61:1729-1735.
- [18] Prabhakaran S, Wells KR, Lee VH, et al. Prevalence and risk factors for aspirin and clopidogrel resistance in cerebrovascular stenting. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2008, 29:281-285.

(收稿日期: 2012-07-18)

(本文编辑:高宏)