

后循环血管重建手术治疗椎-基底动脉闭塞疗效初探

尚彦国 佟小光

【摘要】 目的 探讨后循环血管重建手术治疗双侧椎动脉或基底动脉闭塞的术式选择和疗效。**方法** 分别采用枕动脉-小脑后下动脉、颞浅动脉-小脑上动脉、颞浅动脉-大脑后动脉,以及移植桡动脉行枕动脉-椎动脉寰椎上段吻合术等术式治疗 9 例双侧椎动脉或基底动脉闭塞患者。**结果** 术中吲哚菁绿荧光血管造影显示所有患者吻合血管形态良好、血流通畅;术后第 7 天脑血管造影检查,8 例吻合血管血流通畅,1 例吻合血管未显影,MR(或 CT)灌注成像 7 例血流灌注明显改善。术后患者头晕症状完全消失(2 例)、构音障碍减轻及吞咽功能好转(5 例)。9 例患者中仅 1 例于术后 15 d 死于心肺功能衰竭,其余 8 例随访期间均未发生脑缺血症状,4 例基本恢复正常生活。**结论** 根据椎-基底动脉闭塞部位选择相应后循环血管重建手术方式,初步结果显示效果良好,但仍需大样本随机对照研究予以验证。

【关键词】 椎底动脉供血不足; 脑血管重建手术; 颞动脉; 荧光素血管造影术

DOI:10.3969/j.issn.1672-6731.2012.03.021

Posterior circulation revascularization to manage vertebrobasilar occlusion

SHANG Yan-guo, TONG Xiao-guang

Department of Neurosurgery, Tianjin Huanhu Hospital, Tianjin 300060, China

Corresponding author: TONG Xiao-guang (Email: tongxg@yahoo.com)

【Abstract】 Objective To discuss the technique and effect of posterior circulation revascularization to manage vertebrobasilar occlusion. **Methods** Nine patients with vertebrobasilar occlusion were treated by using occipital artery - posterior inferior cerebellar artery bypass, superficial temporal artery - superior cerebellar artery bypass, superficial temporal artery - posterior cerebral artery bypass and occipital artery - vertebral artery bypass with radial artery graft. **Results** Intraoperative indocyanine green angiography showed all the bypass arteries were patent. Postoperative DSA or CTA showed bypass arteries patent in 8 patients, among whom seven patients got obvious improvement on MR or CT perfusion. One patient died of heart failure on the 15th day postoperative. During the follow-up of eight patients, no stroke reoccurred, four patients got back to nearly normal life. **Conclusion** Most of the patients with vertebrobasilar occlusion could benefit from the posterior circulation revascularization, which should be confirmed by randomized controlled clinical trials in the future.

【Key words】 Vertebrobasilar insufficiency; Cerebral revascularization; Temporal arteries; Fluorescein angiography

椎-基底动脉供血不足可导致短暂性脑缺血发作或卒中,临床主要表现为严重头晕,发作性或持续性面部或偏侧肢体麻木、无力,严重者可出现吞咽困难、构音障碍,甚至意识不清。造成缺血的原因有多种,其中动脉粥样硬化引起的椎动脉或基底动脉狭窄或闭塞为常见原因。对于椎动脉颅外段、颅内段及基底动脉中至重度狭窄,一般治疗原则为:以药物为主、支架植入血管成形术为辅的联合

治疗方案;对于双侧椎动脉闭塞或基底动脉闭塞的患者则仅采用药物治疗。天津市环湖医院神经外科血管外科组自 2010 年以来,采用后循环血管重建手术共治疗 9 例双侧椎动脉闭塞或基底动脉闭塞患者,现对其治疗效果和手术方式进行初步探讨及经验总结,以为临床治疗此类患者提供一些具有参考价值的资料。

资料与方法

一、一般资料

本组 9 例患者,男 8 例,女 1 例;年龄 51 ~ 72 岁,

作者单位:300060 天津市环湖医院神经外科

通讯作者:佟小光(Email:tongxg@yahoo.com)

平均 59 岁。其中 6 例既往有高血压病史 (10 ~ 42 年)、5 例糖尿病病史 (4 例同时伴有高血压病, 2 ~ 5 年), 所有患者均有吸烟嗜好, 而且吸烟史 > 20 年。其中 2 例患者临床主要表现为严重头晕, 视物成双, 活动严重受限, 但无其他神经功能障碍; 其余 7 例表现为言语不清、吞咽困难、饮食呛咳, 一侧肢体反复出现或两侧肢体交替出现麻木无力, 一侧面瘫, 其中 2 例呈嗜睡状态。

二、术前影像学评价

1. 常规检查 头部 MRI (6 例) 或 CT (3 例因体内金属无法行 MRI 检查) 检查显示梗死灶, 其中 4 例病灶位于脑桥和双侧小脑半球, 3 例位于脑桥、双侧小脑半球和双侧枕叶, 2 例位于双侧小脑和双侧枕叶。除 1 例双侧枕叶梗死和 1 例双侧小脑半球梗死灶直径 > 3 cm 外, 其余均为直径 < 1 cm 的点状梗死灶。

2. 头颈部 CT 血管造影检查 本组患者入院后均接受 CT 血管造影 (CTA) 检查, 显示双侧椎动脉起始部完全闭塞 2 例 (图 1)、双侧椎动脉颅内段近端完全闭塞 3 例 (图 2)、双侧椎动脉颅内段远端和基底动脉下段完全闭塞 3 例 (图 3), 以及基底动脉中段完全闭塞 1 例 (图 4)。

3. 头颈部脑血管造影检查 脑血管造影 (DSA) 检查证实 CTA 诊断, 2 例左侧后交通动脉可向基底动脉代偿供血, 其余 7 例均未见后交通动脉代偿供血。本组 8 例患者颞浅动脉和枕动脉直径为 1.20 ~ 1.80 mm, 适宜行血管重建术, 1 例枕动脉近端直径 1.30 mm、远端逐渐减小至 1.00 mm, 不宜直接行椎动脉血管吻合术, 故移植桡动脉作为供血动脉。

4. 头部灌注成像 本组有 6 例患者行 MR 灌注成像、3 例行 CT 灌注成像, 均显示双侧小脑、脑桥、双侧枕叶血流平均通过时间 (MTT) 和达峰时间 (TTP) 延迟 > 50%。

三、手术方法

本组 9 例患者分别采用枕动脉-小脑后下动脉吻合术 (4 例)、颞浅动脉-小脑上动脉吻合术 (2 例)、颞浅动脉-大脑后动脉吻合术 (2 例), 以及移植桡动脉行枕动脉-椎动脉寰椎上段吻合术 (1 例) 等后循环血管重建手术术式。

1. 术前准备 术前予以阿司匹林 100 mg/d 口服, 连续应用 > 5 d。术前 1 d 头部备皮后于超声下标记供血动脉体表投影 (颞浅动脉或枕动脉); 需行

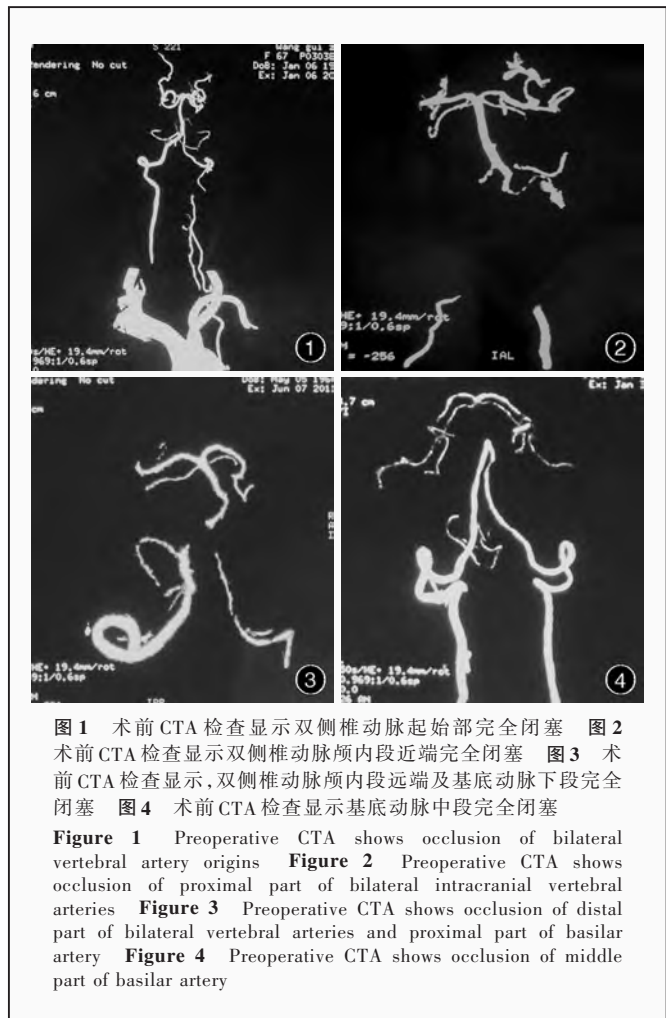


图 1 术前 CTA 检查显示双侧椎动脉起始部完全闭塞 图 2 术前 CTA 检查显示双侧椎动脉颅内段近端完全闭塞 图 3 术前 CTA 检查显示, 双侧椎动脉颅内段远端及基底动脉下段完全闭塞 图 4 术前 CTA 检查显示基底动脉中段完全闭塞

Figure 1 Preoperative CTA shows occlusion of bilateral vertebral artery origins Figure 2 Preoperative CTA shows occlusion of proximal part of bilateral intracranial vertebral arteries Figure 3 Preoperative CTA shows occlusion of distal part of bilateral vertebral arteries and proximal part of basilar artery Figure 4 Preoperative CTA shows occlusion of middle part of basilar artery

桡动脉移植的患者于术前 1 d 行 Allen 试验以确定移植的桡动脉, 并行超声检查确认和标记。

2. 分离供血动脉 行颞浅动脉-小脑上动脉或大脑后动脉吻合术, 患者术中采取仰卧位, 头向对侧扭转 30°、后仰 15°; 行枕动脉-小脑后下动脉或椎动脉吻合术者侧卧位。于手术显微镜下切开头皮, 分离供血动脉。一般情况下, 颞浅动脉比较容易分离, 但枕动脉由于穿行于头夹肌和头半棘肌之间, 分离比较困难、耗时。

3. 开颅及分离受血动脉 施行颞浅动脉-小脑上动脉或大脑后动脉吻合术的患者行额颞入路手术去颞弓, 骨窗达颞底, 分离外侧裂使颞极松弛, 自颞叶前部底面进入中央颅底后部, 分离 Liliequist 膜, 分别显露动眼神经、大脑后动脉及小脑上动脉, 完全分离受血动脉 (小脑上动脉或大脑后动脉) 周围的蛛网膜, 同时注意保护动眼神经、滑车神经及穿支动脉; 行枕动脉-小脑后下动脉吻合术者则经枕下外侧开颅去寰椎后弓, 骨窗达乙状窦和枕骨髁后

方,分离小脑延髓池,显露小脑后下动脉尾襟,注意保护后组脑神经;实施枕动脉-椎动脉吻合术(移植桡动脉)者则无需开颅,但须分离椎动脉寰椎上段周围的静脉丛,操作过程易发生出血,应注意预防。

4. 血管吻合缝合 供血动脉远端切断后临时阻断,用肝素盐水和罂粟碱盐水冲洗血管腔,与受血动脉比对后确定供血动脉所需长度,多余部分去除,吻合端去除外膜,修理整齐;受血动脉选取无穿支动脉的部位,在长约 5 mm 范围两端临时阻断,纵向切开,去除少许管壁形成椭圆形缺口,用肝素盐水和罂粟碱盐水冲洗血管腔;供血动脉远端和受血动脉以 9-0 或 10-0 显微缝线行端侧吻合缝合,缝合后吻合口不能有活动性出血,少许渗血采用纤丝速即纱包裹数分钟即可停止。血管吻合后应于术中检查确认吻合血管血流通畅与否,可通过微型多普勒超声检查确认,亦可采用吲哚菁绿荧光血管造影进行观察并确认(图 5)。

5. 术后管理 除术后常规处理外,还需严格控制血压变化,血压过高易导致颅内出血、过低可能引起新的缺血性卒中。术后 3 d 内可采用静脉降压药物地尔硫革和硝酸甘油控制血压,将地尔硫革和硝酸甘油各 40 mg 加入生理盐水 250 ml 中静脉滴注,由监护室护士根据患者血压变化控制液体滴速,使收缩压控制在 120 ~ 140 mm Hg(1 mm Hg = 0.133 kPa);3 d 后改为口服降压药硝苯地平 30 mg, 1 次/d,同时可根据患者血压控制情况配合应用其他口服降压药物。术后予阿司匹林 100 mg/d 口服,连续治疗 1 年。

结 果

一、手术效果评价

1. 影像学评价 本组 9 例患者血管吻合缝合

后,术中即刻行吲哚菁绿荧光血管造影和 A 型超声波检查均显示吻合血管血流通畅。术后 7 ~ 10 d 分别行 DSA(6 例)和 CTA(3 例)复查,其中 1 例枕动脉-小脑后下动脉吻合术患者 DSA 检查吻合血管未显影,1 例颞浅动脉-大脑后动脉吻合术患者 DSA 显示吻合血管血流通畅,但大脑后动脉分支动脉和基底动脉显影欠佳;其他 7 例患者术后 DSA 或 CTA 检查均显示吻合血管血流通畅,向后循环供血良好(图 6 ~ 8)。本组有 6 例患者术后 3 ~ 7 d 行 MR、2 例行 CT 灌注成像,结果显示 7 例患者 MTT 和 TTP 已恢复至接近正常水平(图 9)。

2. 临床改善程度 9 例中 1 例为 DSA 复查吻合血管未显影,术后出现意识障碍,15 d 后因心肺功能衰竭死亡;其余 8 例术后意识状态与术前比较无异常。术后第 7 天,2 例术前表现为严重头晕患者症状完全消失,可下地活动;2 例术前嗜睡患者,1 例意识清醒,另 1 例仍嗜睡(复查 DSA 显影较差者);余 5 例构音障碍减轻,吞咽功能好转。

3. 并发症情况 本组 9 例患者中 5 例发生支气管肺炎,3 例较轻,经药物治疗好转;2 例较重者行气管切开术并呼吸机辅助呼吸。2 例患者出现上消化道出血,予以奥美拉唑后未再发生出血。2 例患者脑脊液检测提示颅内炎症,经对症治疗后症状好转,但脑脊液细菌培养均为阴性。

二、预后评价

本组 9 例患者中,除 1 例术后 15 d 死于心肺功能衰竭,余 8 例分别获得 2 个月至 2 年随访,8 例患者均未发生短暂性脑缺血发作或卒中。所有患者术前均需他人照料日常生活,术后随访期间 4 例恢复正常生活,Glasgow 预后分级(GOS)评分 5 分;4 例日常生活仍需他人照料,GOS 评分 3 分。其中 4 例患者术后 6 个月复查 CTA,显示吻合血管血流通畅,

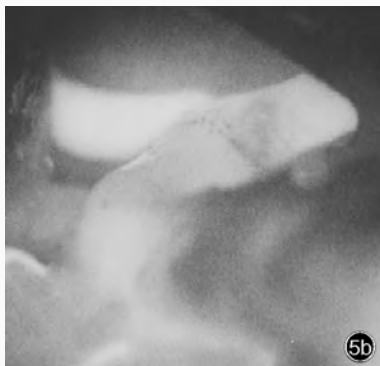
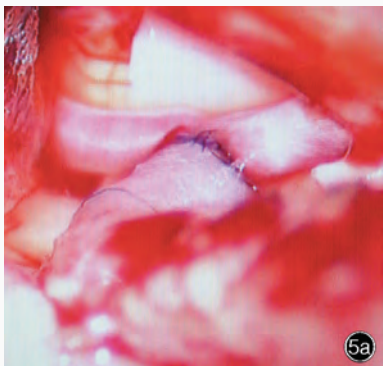


图 5 术中显微镜及吲哚菁绿荧光血管造影所见 5a 手术显微镜观察颞浅动脉-小脑上动脉端侧吻合缝合良好 5b 吲哚菁绿荧光血管造影显示颞浅动脉-小脑上动脉端侧吻合缝合良好

Figure 5 Intraoperative pictures. Superficial temporal artery - superior cerebellar artery end - side bypass under operative microscope (Panel 5a). Intraoperative indocyanine green angiography shows bypass arteries are patent (Panel 5b)

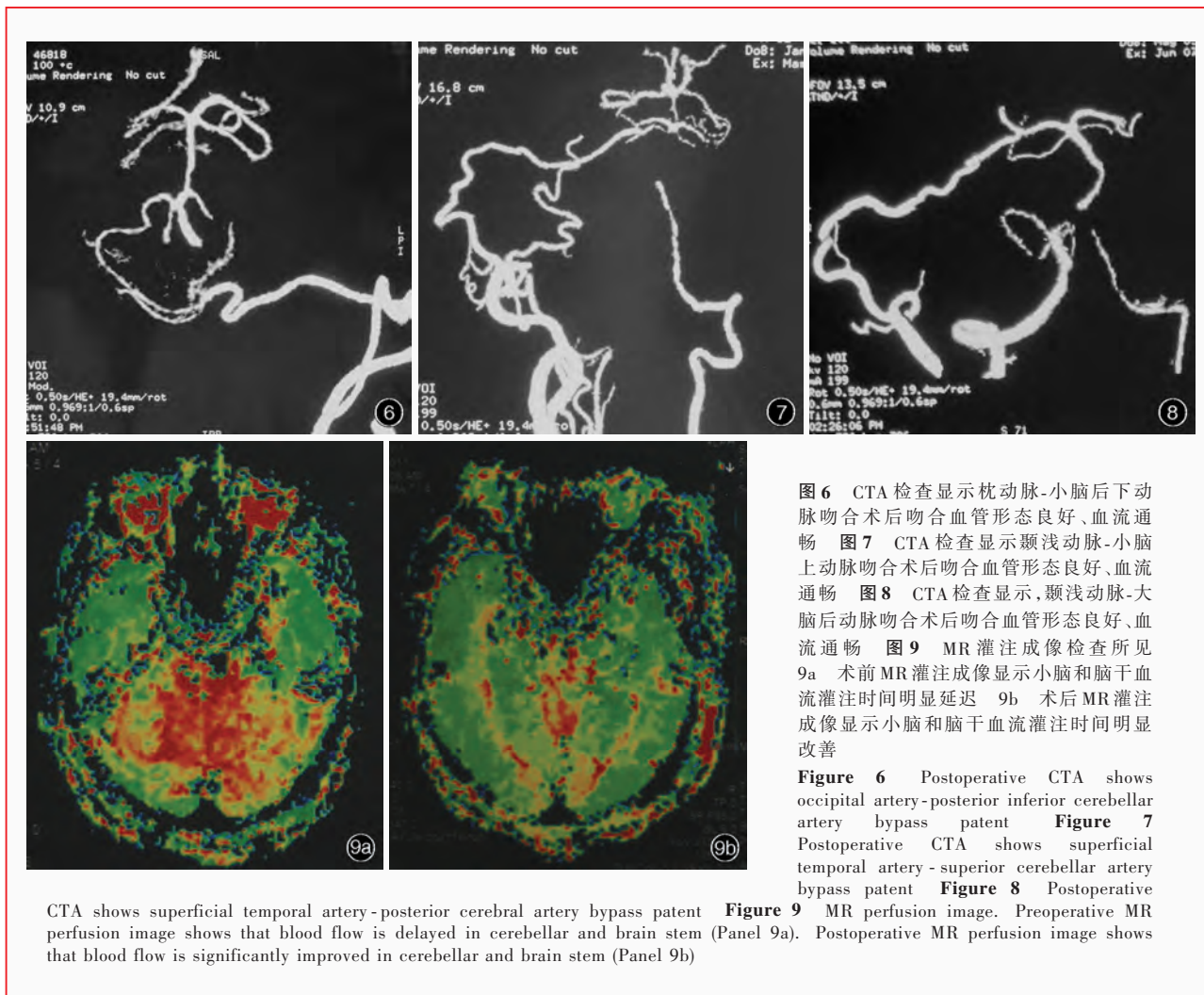


图6 CTA检查显示枕动脉-小脑后下动脉吻合术后吻合血管形态良好、血流通畅 图7 CTA检查显示颞浅动脉-小脑上动脉吻合术后吻合血管形态良好、血流通畅 图8 CTA检查显示,颞浅动脉-大脑后动脉吻合术后吻合血管形态良好、血流通畅 图9 MR灌注成像检查所见 9a 术前MR灌注成像显示小脑和脑干血流灌注时间明显延迟 9b 术后MR灌注成像显示小脑和脑干血流灌注时间明显改善

Figure 6 Postoperative CTA shows occipital artery-posterior inferior cerebellar artery bypass patent Figure 7 Postoperative CTA shows superficial temporal artery-superior cerebellar artery bypass patent Figure 8 Postoperative CTA shows superficial temporal artery-posterior cerebral artery bypass patent Figure 9 MR perfusion image. Preoperative MR perfusion image shows that blood flow is delayed in cerebellar and brain stem (Panel 9a). Postoperative MR perfusion image shows that blood flow is significantly improved in cerebellar and brain stem (Panel 9b)

向后循环供血良好。

讨 论

一、病例选择及术前评价

本组病例选择原则:(1)临床表现为严重头晕,日常活动受限,一侧肢体麻木无力,视物不清、吞咽困难、构音障碍等,经药物治疗症状仍然反复出现或交替出现,甚至持续不能缓解且呈渐进性加重趋势者。(2)脑血管造影检查显示双侧椎动脉闭塞或基底动脉闭塞,CTA或MRA可显示闭塞部位以远的部分血管。(3)MRI显示小脑、脑干、间脑及颞枕叶多发梗死,MR或CT灌注成像相应部位血流灌注延迟。(4)全身营养和代谢情况,以及心肺功能检查无手术禁忌证。对于脑血管闭塞患者而言,术前评价脑血流储备情况对是否施行血管重建手术至关重要。目前普遍认为,PET-CT检测脑组织摄氧分数可反映脑血流储备情况,但因其价格昂贵,国内鲜有

医院能够实施此项检查;也可静脉注射乙酰唑胺行CT灌注成像,但由于小脑脑干周围颅骨较多,易出现伪影。本组大多数患者行MR灌注成像,体内有金属物者则行CT灌注成像,结果显示所有椎-基底动脉闭塞者均有明显的血流灌注延迟,为血管重建手术适应证。

二、手术方式的选择

后循环血管重建手术系指将颈外动脉及其分支或颈内动脉及其分支直接或间接与椎-基底动脉及其分支进行吻合缝合,以期实现由颈动脉系统向椎-基底动脉系统供血的手术方式。其中临床较为常用的术式为:枕动脉-小脑后下动脉和颞浅动脉-小脑上动脉吻合术,其他术式包括枕动脉-小脑前下动脉吻合术、枕动脉-大脑后动脉吻合术、颞浅动脉-大脑后动脉吻合术、大脑中动脉-大脑后动脉吻合术、脑膜中动脉-大脑中动脉吻合术和颈外动脉-大脑后动脉吻合术等^[1-7]。后循环血管重建手术的术

式选择需考虑以下因素:椎-基底动脉闭塞部位、预计所提供的血流量大小、受血动脉形态及该术式的难易程度。

常见椎-基底动脉闭塞情况有 4 种,即双侧椎动脉起始部(段)闭塞、双侧椎动脉颅内段近端闭塞、双侧椎动脉颅内段远端(包括基底动脉下段)闭塞、基底动脉中段闭塞。对于双侧椎动脉起始部(段)闭塞的患者,可选择颅外段颈动脉与颅外段椎动脉之间的血管吻合术,也可行枕动脉-小脑后下动脉吻合术;而双侧椎动脉颅内段近端闭塞者,以枕动脉-小脑后下动脉吻合术为宜,若枕动脉形态欠佳,可行颞浅动脉-小脑上动脉或大脑后动脉吻合术;对于双侧椎动脉颅内段远端(包括基底动脉下段)闭塞的患者,应选择枕动脉-小脑前下动脉吻合术,但该术式位置较深、操作困难,故多选用颞浅动脉-小脑上动脉或大脑后动脉吻合术;对于基底动脉中段闭塞的患者则宜选择颞浅动脉-小脑上动脉或大脑后动脉吻合术。简言之,上述这些术式可统分为上部(头侧)吻合术和下部(尾侧)吻合术,上部术式以小脑上动脉或大脑后动脉为受血动脉,下部则以小脑后下动脉或颅外段椎动脉为受血动脉,本组 9 例患者即以此作为术式选择原则之一。

血管闭塞部位不同对血流量需求亦不尽相同:双侧椎动脉起始部(段)闭塞或颅内段近端闭塞的患者,后循环处于完全缺血状态,因此对血流量的需求亦较大;而基底动脉下段或上段闭塞者,仅闭塞血管以远组织缺血,故对血流量需求相对较小。受血动脉的选择^[8-10]也会影响血流量:在所有受血动脉中,颅外段椎动脉直径最大,不影响血流量;大脑后动脉的吻合部位一般在 P2A 段,其平均直径约为 2.13 mm,小脑上动脉的吻合部位若选择在中脑脑桥前段位于动眼神经和小脑幕切迹之间的部位,则其平均直径约为 1.67 mm,二者均可通过吻合术提供中等程度血流量;小脑上动脉吻合部位若选择在中脑脑桥外侧段的头、尾支干,其平均直径约为 1.25 mm 和 1.15 mm,通过吻合术提供的血流量相对少一些;小脑后下动脉的吻合部位常在其尾攀,该部位平均直径约为 1.68 mm,血流通过较流畅,而小脑前下动脉的吻合部位为小脑皮质段,平均直径约 1.07 mm,通过的血流量较小。作为常用供血动脉,颞浅动脉和枕动脉的直径变异较大,对于直径 > 1.20 mm 的血管可作为吻合血管,直接完成血管吻合术,而对血管直径 < 1.20 mm 者则需移植桡动脉

或大隐静脉作为搭桥血管来完成血管吻合术。

由于动脉粥样硬化对血管壁的病理性作用,导致椎-基底动脉闭塞患者后循环各分支动脉形态不良,因此制定手术方案时应选择形态基本正常的动脉血管作为受血血管。椎-基底动脉闭塞的患者,在锁骨下动脉和(或)椎动脉造影过程中往往无法观察到闭塞血管以远的动脉,如果后交通动脉良好可于颈动脉造影时观察到椎-基底动脉闭塞以远的动脉血管,但显影较浅淡。因此,术前准备除了 DSA 外还应行 CTA 检查。椎-基底动脉闭塞以远的动脉血管主要通过或好或差的侧支循环代偿血流,因此 CTA 显影优于 DSA。CTA 观察时,粥样硬化严重的动脉血管主要表现为血管壁不规则、不光滑,手术中可见其外观呈白色,血管壁硬化、变脆,切开后可见内膜增厚和大量粥样斑块存在,致使无法缝合。因此,应选择硬化程度较轻的部位作为吻合部位,或选择其他血管作为受血动脉。

整体而言,后循环血管重建手术比前循环难度大得多。而后循环血管重建手术方式的不同,其难易程度亦不尽相同,应选择相对容易的术式。颅外段颈动脉和颅外段椎动脉之间的吻合术相对容易,因为无需开颅、血管较粗、术区也较浅;枕动脉-小脑后下动脉或小脑前下动脉吻合术难度相对大一些,由于该部位位置较深,操作困难,而且周围有较多后组脑神经分支穿行,需注意保护;经颞下入路行颞浅动脉-小脑上动脉或大脑后动脉吻合术也比较困难,因为有 Labbie 静脉和其他颞底静脉走行于该术式路径中,需注意保护,而且术中需显露小脑上动脉外侧段并切开小脑幕切迹,易损伤滑车神经,当显露大脑后动脉时需向上牵拉过多颞叶,易造成或加重脑挫伤。有研究证实^[11],经颞前入路显露大脑后动脉 P2A 段和小脑上动脉前段,对颞叶的牵拉损伤程度较轻,显露更清楚。笔者同意这一观点,也鉴于此,本组 4 例需行颞浅动脉-小脑上动脉或大脑后动脉吻合术的患者,均未采用经颞下入路,而采用经颞前入路手术从而更好地显露小脑上动脉和大脑后动脉,而且对脑叶牵拉程度轻微;小脑上动脉的吻合部位不使用外侧段的头、尾支干,而使用前段动眼神经与小脑幕切迹之间的部分。

三、手术疗效评价

1976 年, Ausman 首次完成枕动脉-小脑后下动脉吻合术,在其后的十余年中又开展了枕动脉-小脑前下动脉吻合术、颞浅动脉-小脑上动脉吻合术等,

后来各国医师也都逐渐开展了后循环血管吻合手术,并改进和完善了各种术式和操作细节。尽管如此,临床仍较少应用后循环血管重建手术治疗后循环血管闭塞性疾病,因此至今仍无大型随机对照临床试验证实其疗效,目前仅有一些手术后患者症状与体征改善程度的经验性结论^[12-13]。在以往报道的病例中,血管吻合术后的血流通畅率约为 95%,大多数患者术后症状能够得到明显改善,使短暂性脑缺血发作和缺血性卒中发生率有所下降^[14-15]。本组 9 例患者术中荧光血管造影均显示吻合口形态良好、血流通畅;术后第 7 天复查 DSA 或 CTA 8 例患者吻合血管形态良好、血流通畅,1 例吻合血管未显影;8 例复查 MR 或 CT 灌注成像,其中 7 例血流灌注明显改善。术后第 7 天时,2 例严重头晕患者症状完全消失,可以下床活动;5 例构音障碍减轻、吞咽功能好转。本组仅有 1 例患者于术后 15 d 因心肺功能衰竭而死亡,其余 8 例随访期间未再出现缺血症状,其中 4 例基本恢复正常生活。本组患者术后吻合血管通畅率高,脑血流灌注显著改善,临床症状与体征改善明显,总体治疗效果良好。

四、术后并发症评价

由于后循环血管重建手术时间较长,手术操作邻近脑干,而大多数患者全身情况欠佳,因此导致后循环吻合术相比前循环手术更易出现并发症。最常见的并发症为支气管肺炎,此与手术时间长、患者吞咽困难和呛咳有关。症状较轻者,经加强护理和抗生素治疗即可平稳渡过围手术期;症状严重的患者需行气管切开插管术,纤维支气管镜吸痰,必要时需呼吸机辅助呼吸。本组 9 例患者中 5 例发生支气管肺炎,3 例症状轻微者经药物治疗病情好转、2 例严重者行气管切开术并呼吸机辅助呼吸。另一常见并发症为上消化道出血,可能与手术邻近脑干及围手术期服用阿司匹林有关,本组有 2 例发生上消化道出血,经奥美拉唑治疗后好转。由于手术时间较长,颅内感染风险明显增加,本组有 2 例患者脑脊液检查提示颅内感染,经对症治疗后病情好转,但多次脑脊液细菌培养均未见细菌生长。

对本组病例观察显示,双侧椎动脉闭塞或基底动脉闭塞的患者临床症状比较严重,针对不同部位的闭塞,选择相应的后循环血管重建手术方式,术后观察随访近期效果良好。由于本组病例数较少,

无法进行统计学分析,故后循环血管重建手术治疗椎-基底动脉闭塞的远期效果仍有待大样本随机对照临床试验研究结果加以证实。

参 考 文 献

- [1] Coert BA, Chang SD, Marks MP, et al. Revascularization of the posterior circulation. *Skull Base*, 2005, 15:43-62.
- [2] Starke RM, Chwajol M, Lefton D, et al. Occipital artery-to-posterior inferior cerebellar artery bypass for treatment of bilateral vertebral artery occlusion: the role of quantitative magnetic resonance angiography noninvasive optimal vessel analysis: technical case report. *Neurosurgery*, 2009, 64:779-781.
- [3] Crowley RW, Medel R, Dumont AS. Operative nuances of an occipital artery to posterior inferior cerebellar artery bypass. *Neurosurg Focus*, 2009, 26:E19.
- [4] Ulku CH, Ustun ME, Buyukmumcu M. Distal superficial temporal artery to proximal posterior cerebral artery bypass by posterior oblique transzygomatic subtemporal approach. *Skull Base*, 2010, 20:415-420.
- [5] Ustun ME, Buyukmumcu M, Ulku CH, et al. Transzygomatic-subtemporal approach for middle meningeal-to-P2 segment of the posterior cerebral artery bypass: an anatomical and technical study. *Skull Base*, 2006, 16:39-44.
- [6] Ozturk K, Uysal II, Arbag H, et al. A modified technique for bypass of the external carotid artery to the proximal posterior cerebral artery: an anatomical and technical study. *Acta Otolaryngol*, 2006, 126:526-529.
- [7] Shi X, Qian H, K C KI, et al. Bypass of the maxillary to proximal middle cerebral artery or proximal posterior cerebral artery with radial artery graft. *Acta Neurochir (Wien)*, 2011, 153:1649-1655.
- [8] Kawashima M, Rhoton AL Jr, Tanriover N, et al. Microsurgical anatomy of cerebral revascularization. Part II: posterior circulation. *J Neurosurg*, 2005, 102:132-147.
- [9] Garcia-Gonzalez U, Cavalcanti DD, Agrawal A, et al. Anatomical study on the "perforator-free zone": reconsidering the proximal superior cerebellar artery and basilar artery perforators. *Neurosurgery*, 2012, 70:764-772.
- [10] Ates O, Ahmed AS, Niemann D, et al. The occipital artery for posterior circulation bypass: microsurgical anatomy. *Neurosurg Focus*, 2008, 24:E9.
- [11] Zador Z, Lu DC, Arnold CM, et al. Deep bypasses to the distal posterior circulation: anatomical and clinical comparison of pretemporal and subtemporal approaches. *Neurosurgery*, 2010, 66: 92-100.
- [12] Hayden MG, Lee M, Guzman R, et al. The evolution of cerebral revascularization surgery. *Neurosurg Focus*, 2009, 26:E17.
- [13] Sekhar LN, Natarajan SK, Ellenbogen RG, et al. Cerebral revascularization for ischemia, aneurysms, and cranial base tumors. *Neurosurgery*, 2008, 62(Suppl):1373-1408.
- [14] Ausman JI, Diaz FG, Vacca DF, et al. Superficial temporal and occipital artery bypass pedicles to superior, anterior inferior, and posterior inferior cerebellar arteries for vertebrobasilar insufficiency. *J Neurosurg*, 1990, 72:554-558.
- [15] Roski RA, Spetzler RF, Hopkins LN. Occipital artery to posterior inferior cerebellar artery bypass for vertebrobasilar ischemia. *Neurosurgery*, 1982, 10:44-49.

(收稿日期:2012-05-07)