

·综述 General review·

颈动脉支架治疗

陈星宇, 李慎茂

【摘要】 颈动脉狭窄是短暂性脑缺血发作和缺血性卒中发生的主要原因之一。颈动脉支架置入术为颈动脉狭窄的治疗开辟了一条新的治疗途径,具有创伤小、安全和并发症少等特点,并为禁忌颈动脉内膜切除术的患者创造了新的机会。实验证实,其对卒中二级预防的效果与经典的颈动脉内膜切除术相同。手术的安全性与其有效性依赖于规范的操作和术前对脑血流与脑功能的全面评估。随着保护技术的应用和防止再狭窄技术的成熟,介入治疗将在颈动脉狭窄治疗中发挥更大的作用。

【关键词】 颈动脉狭窄;颈动脉支架术;颈动脉内膜切除术

中图分类号:R543.4 文献标识码:A 文章编号:1008-794X(2007)-08-0563-05

Stenting therapy for carotid artery stenosis CHEN Xing-yu, LI Shen-mao. Department of Interventional Radiology, Xuanwu Hospital, Capital University of Medical Sciences, Beijing 100053, China

【Abstract】 Carotid artery stenosis is the main cause for transient ischemic attack (TIA) and cerebral ischemic stroke. Carotid artery stenting (CAS) therapy has provided a new approach for carotid artery stenosis with safety of causing slight wound and less complication. It also gives opportunities to the patients with contraindication to carotid artery endarterectomy (CAE). There is similar tendency between CAS and CAE involving the secondary prevention of stroke in experiments. The safety and efficacy of the stenting depend on the normative operation and complete evaluation of cerebral hemodynamics and functions before hand. With application of the technique of preventive filter devices and progressing preventive technology against restenosis, the interventional therapy is going to play a more important role in the therapy of carotid stenosis. (J Intervent Radiol, 2007, 16: 563-577)

【Key words】 Stenosis, carotid artery; Stenting; Carotid artery endarterectomy

卒中是导致死亡的第三大原因,仅次于心脏病和癌症,也是致残的最主要病因。成年人群脑血管病发病率为 150/10 万 ~ 200/10 万,其中缺血性脑血管病占 75% ~ 85%。在卒中患者中,20% ~ 25% 的病例由颅外颈动脉疾病引起^[1]。颈动脉狭窄(carotid stenosis, CS)是短暂性脑缺血发作(TIA)和缺血性脑卒中发作的主要原因之一。积极治疗 CS 对预防缺血性卒中、降低致残率和病死率都有极为重要的意义。自 1953 年 DeBakey 首次成功报道颈动脉内膜切除术(carotid endarterectomy, CEA)后,其安全性一直受到质疑^[2]。随着技术的不断改进,分流术及补片的应用,其并发症越来越少。20 世纪 90 年代,随着几项大规模多中心临床研究的相继报道,CEA 治疗 CS 和预防缺血性卒中已取得显著疗

效。但传统的 CEA 治疗,当狭窄的部位接近颅底或位于颈动脉起始及多血管病变时,开放性手术相当困难。另外,CEA 手术还有较高的颈部神经损害,局部血肿,深静脉血栓形成,肺部及心脏并发症等^[3]。随医学科学技术的发展,颈动脉支架术(carotid artery stenting, CAS)由于其具有微创、安全、并发症低的特点而受到医学界的推崇。目前 CAS 广泛开展并取得了良好的效果,显示了其在治疗 CS 中的优势^[4]。

1 历史与现状

1951 年, Fisher 报道通过颅外动脉手术解除 TIA 和预防卒中的设想。1953 年 DeBakey 首次为颈内动脉完全闭塞的患者行 CEA 并成功重建了血流,其后颈动脉手术得到很大的发展。1961 年, 13 个医疗中心对 6 535 例 CS 患者进行手术和非手术治疗的随机对照研究,发现两组患者的卒中和病死率差

作者单位:100053 北京 首都医科大学宣武医院介入放射科
治疗中心(第一作者现在厦门大学附属中山医院神经内科)

通讯作者:李慎茂

异无统计学意义, 因此对 CEA 疗法提出了质疑。1967 年, Yasargil 成功实施了第 1 例颞浅动脉-大脑中动脉旁路移植术, 其后 10 年, 颅外-颅内动脉旁路移植术在脑缺血的治疗中被广泛应用。1985 年“国际颅内外动脉旁路移植联合研究组”分析大宗手术患者的资料, 并与内科治疗的患者进行了严格的对照研究, 得出颅内-外动脉旁路移植不能降低缺血性卒中发生率的结论, 旁路移植术随后跌入低谷。近年来随血管内技术的发展, 血管内支架成形术已经成为治疗 CS 的主要方法之一。1980 年, Kerber 和 Mullen 首次用球囊扩张主动脉弓以上的血管取得成功。1989 - 1990 年 Mathias 等首先使用 Wallstent 支架行颈动脉支架术。Theron 等首先使用 Streker 支架。1993 年 Diethrich 等首先使用 Palmaz 支架行颈动脉支架术。至 2001 年底, 全球已完成 CAS 20 000 余例。1998 年, 在国内开始进行颈动脉支架置入术治疗颅内动脉粥样硬化性狭窄^[5]; 2002 年, 在开始应用脑保护装置进行颈动脉和椎动脉狭窄的血管内扩张和支架置入术^[6]。在过去的 20 多年里, 由于支架技术的应用, 使颈动脉成形术的安全性和疗效大大提高。颈动脉支架血管内成型术中最大的风险——斑块脱落造成远段颅内血管闭塞, 也由于保护装置的应用而明显降低, 术中卒中风险由原来的 5% 下降到 2% 以下。颈动脉支架术后远期随访 2 年以内再狭窄率在 5% 以下。

2 相关临床试验

NASCET、ECSTC 和 ACAS 这 3 项多中心大规模临床试验已证实, CEA 能有效降低 CS 所致的卒中发生率。近年来, CAS 越来越多地应用于 CS 的治疗, 且 CAS 具有微侵袭性, 可在局麻下操作。医师可在术中严密观察患者的反应, 及时了解病情变化, 特别对于那些行 CEA 并发症较高的患者^[7]。Golledge 等^[8]对有症状颈动脉狭窄 CAS 与 CEA 术后早期结果进行了比较。结果发现, CAS 组术后 30 d 病死率为 0.8%, 卒中发生率为 7.1%; 而 CEA 术后 30 d 病死率为 1.2%, 卒中发生率为 2.2%。可见, 在治疗有症状 CS 方面, CAS 的卒中发生率高于 CEA 组。因此, 对于有症状颈动脉狭窄患者, 不建议行 CAS。Brooks 等^[9]也对 CEA 和 CAS 治疗结果进行了比较。104 例单侧颈动脉狭窄病例随机进行 CEA 或 CAS, 用颈部超声随访 2 年。CAS 术后再狭窄率降至 5%, 忽略超声检查操作技术因素后, 重建的血管通畅良好。随访中 CEA 组死亡 1 例, CAS 组 TIA 1 例,

2 组中均未发生卒中。由此认为, 在降低颈动脉狭窄和术后并发症方面, CEA 和 CAS 的效果相同。Gable 等^[10]报道 29 例患者进行了 31 次介入治疗, 其中 21 例 (68%) 为原发颈动脉狭窄。术后对所有患者进行超声随访, 6 个月后每半年随访 1 次 (随访时间 20 ~ 46 个月, 平均 28 个月)。随访结果表明, 围手术期并发症的发生率为 6%, 其中 TIA 3 例, 卒中 1 例; 短期内支架内再狭窄 1 例, 并进行了溶栓治疗。27 例 (29 条血管, 占 94%) 血管再狭窄程度小于 50%, 2 条血管 (6%) 出现严重再狭窄, 狭窄超过 90%, 这 2 例患者均出现了症状 (1 例 TIA, 1 例重度卒中)。最后结论是, CAS 术后卒中或死亡的发生率低 (3%), 术后 28 个月平均血管再狭窄率为 6%。Criado 等^[11]对颈动脉狭窄行 CEA 手术有高危患者进行了 CAS 治疗, 共 132 例行 135 次治疗。有症状颈动脉狭窄患者动脉狭窄率 > 70%, 无症状患者颈动脉狭窄程度 > 80% 时, 60% 的患者无症状, 40% 的患者有症状。12 例应用 Wallstent 支架, 120 例应用 Smart 支架, 均未应用脑保护装置。术后血管内残余狭窄 < 20% 者 14 例。CAS 术后 2 h 发生 TIA 1 例; 术后 3 d 因支架内血栓形成发生重度卒中 1 例, 支架扩张术出现轻微卒中 1 例, 术中出现一过性失语 1 例 (4 h 后缓解)。平均随访 (16 ± 9) 个月, 所有支架血管均通畅。作者得出的结论是, 对不适合进行 CEA 的患者, CAS 是首选疗法。William 等^[12]则认为, 症状颈动脉狭窄患者随机进行 CAS 和 CEA 治疗, 随访 48 个月。CAS 组术后平均狭窄率为 5%, 无一例出现严重并发症或死亡, 但有 5 例出现低血压或心动过缓等症; CEA 组有 3 例出现并发症, 包括脑神经损伤和全身麻醉引起的症状。2 组患者术后的康复时间相同, 但 CAS 组的费用高于 CEA 组。李慎茂等^[13]对 478 例患者颈动脉狭窄血管内支架治疗并发症的临床分析, 技术成功率为 100%, 患者症状消失或好转率为 78.7%。术中栓子脱落 5 例, 其中 2 例治疗后恢复, 2 例遗留一侧肢体运动障碍, 1 例死亡; 术后颅内出血死亡 1 例, 术后 30 d 内卒中或死亡 6 例, 占 1.26%。术后 3 个月至 5 年内进行随访, 占 77.8%。平均随访时间为 14 个月。再狭窄 17 例, 占 4.6%, 再狭窄率 ≥ 50% 的患者 3 例, 占 0.4%。

3 手术适应证

CAS 作为一种微创的治疗方法, 它减少了颈部血管神经的损伤, 只需局部麻醉, 并大大降低了颈动脉血流阻断时间。每次球囊扩张阻断血流的时间

只需 5 ~ 20 s。而 NASECET 的结果显示,CEA 手术平均阻断血流的时间为 32 s^[14]。CAS 的安全性高,围手术期病死率为 0% ~ 1.3%,大卒中的发生率为 0.7% ~ 1.4%,6 个月随访的再狭窄率为 2.3% ~ 4.8%,取得了良好效果^[15]。

CAS 的适应证为:①无症状者,血管管径狭窄程度 > 80%,有症状者(TIA 或卒中发作),血管管径狭窄程度 > 50%;②血管管径狭窄程度 < 50%,但有溃疡斑块形成;③颈动脉内膜纤维组织形成不良,大动脉粥样硬化期有局限性狭窄;④放疗术后狭窄或内膜剥脱术后、支架置入术后再狭窄;⑤急性动脉溶栓后残余狭窄;⑥由于颈部肿瘤压迫而导致狭窄。禁忌证为:①3 个月内颅内出血,2 周内新鲜脑梗死灶者;②不能控制的高血压;③肝素、阿司匹林及其他抗血小板聚集类药物禁忌者;④对比剂过敏者;⑤颈内动脉完全闭塞者;⑥伴有颅内动脉瘤,且不能提前或同时处理者;⑦预计 30 d 内有其他部位外科手术者;⑧2 周内曾发生心肌梗死者;⑨严重心、肝、肾疾病者^[16]。

多数学者认为手术适应证应根据颈动脉狭窄段的情况而定,如:狭窄程度、斑块性质以及狭窄血管本身和狭窄血管周围情况等,并未提及颈内动脉狭窄远端以及颅内血管情况,更未涉及颅内其他血管情况。这是一个狭义与广义上的手术适应证的区别,并无是非。但颈动脉支架治疗包括 CEA 的目的均为改善脑供血,预防卒中。在此意义上讲,术前应对全脑血管进行详尽分析,对脑组织供血及代偿、狭窄是否与临床症状有关进行综合评价。若颈内动脉远端有严重狭窄或完全闭塞,而颈内动脉起始部有狭窄,此时颈内动脉起始部支架治疗毫无意义。同理,颈内动脉有 > 95% 狭窄,而前、后交通动脉开放,代偿供血,患者无临床症状或仅有较轻微临床症状,此时的治疗则需要极为谨慎,切勿因治疗的并发症导致丧失代偿,引起严重后果。又如:颅内已有大面积梗死灶,出现严重临床症状,此时治疗可能对病情无补,如梗死时间短支架植入后甚至有可能造成脑出血,加重病情^[13]。

4 手术相关问题

4.1 术中心率下降

手术中心率缓慢最为常见,因球囊扩张刺激颈静脉窦压力感受器所致。术前必须了解患者的心脏情况,特别注意窦性心动过缓的患者。心功能正常患者,术中若心率下降的程度不大,则不必处理,

一般数分钟后可自行缓解,当心率下降到 50 次/min 时,则应给予阿托品^[13],窦性心动过缓患者术前应安装临时起搏器。

4.2 “颈外动脉支撑”技术^[17]

颈内动脉狭窄患者年龄均较大,主动脉弓较迂曲,需要用支撑力较强和远端较为固定的导丝,导引导管才能顺利通过并定位。由于颈内动脉颅外段无分支,血管腔较粗,导丝得不到有力的固定,会使导引导管输送困难。在输送导引导管时,穿越狭窄段的导丝必将对狭窄处的斑块强烈摩擦,甚至是“切割”,增加斑块脱落的危险性。为了避免颈内动脉硬化斑块脱落,应最大限度地减少与颈内动脉硬化斑块接触。因此,应选择分支较多的颈外动脉,可避免造成临床症状,而且颈外动脉的分支较长,导丝嵌入后,可获得较强的支撑力,有利于较粗的导引导管顺利输送到位。

4.3 “导引导管衬管”技术^[17]

在导丝的引导下,输送较粗的导引导管很容易“铲”掉沿途血管内的粥样硬化斑块,或“铲”起动脉硬化斑块,形成夹层。故作者在 8 F 导引导管内衬 1 支头端为硅橡胶的软头导管,作为“导引导管衬管”,以 6 F 为宜,露出导管 2 ~ 3 cm,可起到保护作用。待导引导管到位后,再将衬管撤出。

4.4 术中栓子脱落

可发生于手术的各个阶段,是较常见的严重并发症,包括造影时输送导管和支架释放后的造影^[17-22],致残率约 30%,甚至可导致患者死亡。因此早期的溶栓、脱水、解痉、给氧以及脑保护等治疗十分重要。在扩张狭窄部位和释放支架过程中,斑块脱落不可避免,应尽量使用保护装置,尤其是必须扩张的高度狭窄的动脉,保护装置尤为重要。另外,为有效地降低栓子脱落,术前规范化给药和术中规范化操作十分必要,包括全身肝素化、不间断地给导管冲水和排除空气等。

4.5 出血性卒中

颈动脉狭窄支架置入术后,其远端颅内血管的过度灌注所引起的脑出血,是十分凶险的并发症,多见于脑血管高度狭窄病例。因颅内血管长期处于低血流灌注的状况,加之颅内没有足够代偿,血管自主调节功能受损。一旦大量血液涌入,极易造成“灌注压过度突破”^[19-21]。另外,颈动脉狭窄程度高、近期脑梗死及术后高血压,也是术后出血性卒中的重要影响因素。出血性卒中多见于术后 2 ~ 3 h,表现为患者突然昏迷,预后很差。由于此类患者长期

服用抗血小板聚集药物,术中又全身肝素化,故出血量较多,且不易止住。若发生出血,应立即中和肝素、降低血压。必要时行脱水 and 脑血肿穿刺引流。目前,对出血性卒中尚无预测标准,据国外相关研究,当经颅多普勒超声检查(TCD)显示大脑中动脉血流速度超过术前基础值的 1.5 倍时,出血风险明显增加。因此,对高度狭窄,尤其是双侧狭窄或一侧闭塞、一侧狭窄,而代偿不明显的患者,应在球囊扩张时即控制血压。目前,国内根据患者基础血压的不同,建议维持收缩压于 120 ~ 140 mm Hg,并维持 24 ~ 48 h。避免对近期脑梗死患者行颈动脉狭窄的扩张和支架置入术。

4.6 预扩张标准

这是操作中遇到的经典问题^[18,22-24]。置入支架的主要目的是扩张动脉和预防动脉粥样硬化斑块脱落,在无保护装置时,若动脉并非高度狭窄,可不行扩张。支架释放后,任其缓慢自膨胀。对高度狭窄必须扩张的动脉,宜先行预扩张,然后释放支架。预扩张的目的是将狭窄部位的斑块撕开、压扁。若能及时用支架覆盖,可不增大斑块脱落的危险。即使用保护装置,亦应进行预扩张,不宜仅行后扩张。因为后扩张时,斑块撕裂的情况虽不易发生,但由于支架网眼对斑块的切割,尤其在高度狭窄的动脉中使用激光切割式支架,其形态与血管狭窄基本一致,此时行后扩张,无疑会将支架加压成皱褶,甚至部分断裂,并导致血管内膜严重损伤,小斑块脱落的风险增大,被切割而脱落的斑块碎屑虽然可被保护装置捕获,但仍有被切割而未脱落的斑块在后期脱落时,造成严重后果。李慎茂等^[17]在 283 例患者中未使用保护装置,对 202 例采取预扩张,占 71.4%;而发生术中栓子脱落的仅 5 例患者中,3 例采用后扩张。

4.7 脑保护装置

术中 TCD 监测证实,狭窄动脉在球囊扩张过程中,因动脉粥样硬化斑块破裂而产生大量栓子^[25]。因此,目前主张常规应用脑保护装置。目前常用的脑保护装置介绍如下。

4.7.1 远端球囊阻断装置 其原理是将阻断球囊输送到狭窄远端的颈内动脉,球囊充盈扩张后阻断颈内动脉,阻止近端扩张时产生的栓子流入颈内动脉。释放支架后,通过导管冲洗和吸除近端含有斑块碎片的血液,再用生理盐水将余下的碎屑冲洗到颈外动脉。但由于完全阻断病侧颈内动脉血流,不适用于伴有对侧颈动脉狭窄、闭塞或颅底动脉环发

育不良的患者。

4.7.2 近端球囊阻断装置 其原理将 2 枚阻断球囊分别输送至颈总动脉和颈外动脉,球囊充盈扩张后实现颈总动脉和颈外动脉血流阻断,预扩张和释放支架前后,通过导管冲洗和吸除远端含有斑块碎片的血液。但由于完全阻断病侧颈总动脉血流,同样不适用于伴有对侧颈动脉狭窄、闭塞或颅底动脉环发育不良的患者,且操作复杂。

4.7.3 防栓塞导管 其主要方法是将带有球囊的 8 F 导管置于颈总动脉,充盈球囊后阻断颈总动脉,另一阻断球囊置于颈外动脉,充盈球囊阻断颈外动脉。在行颈内动脉狭窄球囊扩张和支架置入时,产生的碎屑经过导管反流过滤后注入股静脉鞘管,栓子不会流入颈内动脉。但操作复杂,且不适用于脑循环代偿不良者,应用甚少。

4.7.4 过滤保护装置 先将过滤装置放置在狭窄远端并打开,过滤装置像一把伞或囊袋形结构,上面有许多微孔允许血液成分通过,在过滤栓子的同时,不影响脑内血液的供应,操作相对简单。其缺点是装置远端质地较硬,易刺激血管内壁,导致颈内动脉痉挛。操作时需将过滤装置保持在原位,减少在动脉内的滑动,可减少血管痉挛的发生。随着生产工艺的改进,上述缺陷有望得到解决。

临床实践证实,脑保护装置的使用是可行和有效的。研究表明,CAS 时应用脑保护装置与未应用组相比,脑梗死发生率下降 79%^[26]。预防血管痉挛首先不宜选择过分大于血管直径的保护装置,其次是尽量避免释放后的保护装置移动,这样不仅可减少血管痉挛,而且使血管壁损伤程度降低,减少卒中及其他并发症的发生。前 3 种保护装置国内极少应用。过滤保护装置应用最为广泛。

4.8 麻醉

CAS 手术通常采取局部浸润麻醉,患者处清醒状态,便于术中观察病情变化。若术前发现一侧颈动脉闭塞,另一侧颈内动脉高度狭窄,或双侧颈内动脉狭窄,且无代偿,术中因球囊扩张时阻断颈动脉血流时可能发生 TIA 而引起躁动,影响术中准确支架释放,则宜行全身麻醉。

CAS 为颈动脉狭窄的治疗开辟了一条新的途径,是安全、可靠的治疗颈动脉狭窄的手段。但手术的安全性与有效性依赖于规范的操作,这样能减少并发症;同时术前对脑血流与脑功能的全面评估,也是确定手术适应证和影响预后的重要方面。但目前临床上还没有一个标准的操作规范,操作的随意

性较大,治疗效果也不尽相同,因此亟待出台一个标准的治疗规范。同时,CAS 的主要缺点是术后短期内血栓形成和后期血管再狭窄,患者需长期服用抗血小板药等。随着 CAS 技术不断发展和完善,治疗有望进一步规范化,介入治疗将在颈动脉狭窄治疗中发挥更大的作用。

[参考文献]

- [1] Kazmierski MK. III Kliniki Kardiologii Slaskiej Akademii Medycznej w Katowicach[J]. Wiad Lek, 2003, 56: 260 - 265.
- [2] Gorelick PB. Carotid endarterectomy: where do we draw the line [J]. Stroke, 1999, 30: 1745 - 1750.
- [3] Papavanioliou AK, Magnadolir HB, Conda T, et al. Clinical outcome after carotid endarterectomy: comparison of the use of regional and general anesthesia [J]. J Neurosurg, 2000, 92: 291 - 298.
- [4] Paciaroni M, Eliasziw M, Kappelle L, et al. Medical complications associated with carotid endarterectomy. North American symptomatic carotid endarterectomy trial (NASCET) [J]. Stroke, 1999, 30: 1759.
- [5] 武剑,王拥军,李慎茂,等. 血管内支架治疗颈动脉粥样硬化性高度狭窄三例报告[J]. 中华神经科杂志, 1999, 32: 169 - 172.
- [6] 刘加春,王大明,翟乐乐,等. 滤网保护装置在颈动脉和椎动脉狭窄支架置入术中的应用[J]. 中国脑血管病杂志, 2005, 2: 68 - 71.
- [7] Hanel RA, Xavier AR, Kirmani JF, et al. Management of carotid artery stenosis: comparing endarterectomy and stenting [J]. Curr Cardiol Rep, 2003, 5: 153 - 159.
- [8] Golledge J, Mitchell A, Greenhalgh RM, et al. Systematic comparison of the early outcome of angioplasty and endarterectomy for symptomatic carotid artery disease [J]. Stroke, 2000, 31: 1439 - 1443.
- [9] Brooks WH, McClure RR, Jones MR, et al. Carotid angioplasty and stenting versus carotid endarterectomy: randomized trial in a community hospital [J]. J Am Coll Cardiol, 2001, 38: 1589 - 1595.
- [10] Gable DR, Bergamini T, Garrett WV, et al. Intermediate followup of carotid artery stent placement [J]. Am J Surg, 2003, 185: 183 - 187.
- [11] Criado FJ, Lingelbach JM, Ledesma DF, et al. Carotid artery stenting in a vascular surgery practice [J]. J Vasc Surg, 2002, 35: 430 - 434.
- [12] Brooks WH, McClure RR, Jones MR, et al. Carotid angioplasty and stenting versus carotid endarterectomy for treatment of asymptomatic carotid stenosis: a randomized trial in a community hospital [J]. Neurosurgery, 2004, 54: 318 - 325.
- [13] 李慎茂,凌锋,缪中荣,等. 颈动脉血管内支架治疗并发症的临床分析[J]. 中国脑血管病杂志, 2005, 2: 56.
- [14] Mericle RA, Kim SH, Lanzino C, et al. Carotid artery angioplasty and use of stents in high-risk patients with contralateral occlusion [J]. J Neurosurg, 1999, 90: 1031 - 1036.
- [15] North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) steering Committee: North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial. Methods. Patient characteristics and progress [J]. Stroke, 1991, 22: 711 - 720.
- [16] 中华医学会神经外科分会. 介入神经放射诊断治疗规范(修订稿) [J]. 中国脑血管病杂志, 2005, 2: 476 - 489.
- [17] 李慎茂,朱凤水,董岩,等. 血管内支架在治疗颈内动脉高度狭窄疾病中的应用 [J]. 中华放射学杂志, 2000, 34: 12.
- [18] 李慎茂,缪中荣,凌锋,等. 颈内动脉狭窄 83 例的血管内支架治疗 [J]. 中华普通外科杂志, 2002, 17: 6.
- [19] McCarthy WJ, Wang R, Pearce WH, et al. Carotid endarterectomy with an occluded contralateral carotid artery [J]. Am J Surg, 1993, 166: 168 - 172.
- [20] Riles TS, Imparato AM, Jacobowitz GR, et al. The cause of perioperative stroke after carotid endarterectomy [J]. J Vasc Surg, 1994, 19: 206 - 216.
- [21] Appleberg M, Cottier D, Crozier J, et al. Carotid endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis: patients with severe bilateral disease a high risk subgroup [J]. Aust N Z J Surg, 1995, 65: 160 - 165.
- [22] Wholey MH, Wholey M, Bergeron P, et al. Current global status of carotid artery stent placement [J]. Cathet Cardiovasc Diagn, 1998, 44: 1 - 6.
- [23] Wholey MH, Wholey M, Eles G, et al. Endovascular stents for carotid artery occlusive disease [J]. J Endovasc Surg, 1997, 4: 326 - 338.
- [24] Yadav JS, Roubin GS, Vitek J, et al. Elective stenting of the extracranial carotid arteries [J]. Circulation, 1997, 95: 367 - 381.
- [25] McCleary AJ, Nelson M, Dearden NM, et al. Cerebral haemodynamics and embolization during carotid angioplasty in high-risk patients [J]. Br J Surg, 1998, 85: 771 - 774.
- [26] Castriota F, Cremonesi A, Manetti R, et al. Impact of cerebral protection devices on early outcome of carotid stenting [J]. J Endovasc Ther, 2002, 9: 786 - 792.

(收稿日期:2006-10-30)