

颈段颈动脉支架成形术后发生脑梗死的危险因素研究

李野¹, 雷小晶², 赵国¹, 张勇^{3*}

¹青岛大学, 山东 青岛

²潍坊医学院临床医学院, 山东 潍坊

³青岛大学附属医院神经内科, 山东 青岛

收稿日期: 2022年8月23日; 录用日期: 2022年9月18日; 发布日期: 2022年9月26日

摘要

目的: 探讨颈段颈动脉支架成形术后发生脑梗死的相关危险因素。方法: 回顾性收集青岛大学附属医院2015年7月至2017年6月采用自膨式支架进行血管成形术治疗颈段颈动脉狭窄患者的临床和影像学相关资料, 采用门诊、电话、查阅再次住院病历的方法进行中长期随访, 记录支架成形术后发生脑梗死的情况。数据变量应用单因素方差分析, 分类数据的比较用 χ^2 检验或精确概率计算。采用多因素Logistic逐步回归判断颈段颈动脉支架成形术后发生脑梗死的危险因素。结果: 共纳入204例患者, 平均年龄 66.34 ± 6.85 岁, 男性166例(81.4%), 女性38例(18.6%), 其中植入开环支架127例, 闭环支架41例, 混合支架36例。随访时间60个月, 其中11例患者出现支架内再狭窄(5.39%), 26例患者术后发生脑梗死(12.7%), 手术同侧脑梗死9例(4.41%), 非同侧脑梗死17例(8.46%)。单因素回归分析显示, 吸烟、支架置入术中支架内球囊后扩张、术后支架内再狭窄和术后脑梗死的发生有关, 多因素回归分析显示, 吸烟和支架置入术中支架内球囊后扩张是术后发生脑梗死的独立危险因素。结论: 颈段颈动脉支架成形术的支架类型和术后脑梗死的发生无明显相关性, 吸烟和支架置入术中支架内球囊后扩张是术后发生脑梗死的独立危险因素。

关键词

颈动脉支架成形术, 脑梗死, 中长期随访, 复发, 支架内再狭窄

Risk Factors of Cerebral Infarction after Cervical Segment Carotid Artery Stenting

Ye Li¹, Xiaojing Lei², Guo Zhao¹, Yong Zhang^{3*}

¹Qingdao University, Qingdao Shandong

²School of Clinical Medical, Weifang Medical University, Weifang Shandong

*通讯作者 Email: bravezhang@126.com

³Department of Neurology, Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong

Received: Aug. 23rd, 2022; accepted: Sep. 18th, 2022; published: Sep. 26th, 2022

Abstract

Objective: To investigate the risk factors associated with cerebral infarction after cervical segment carotid artery stenting (CAS). **Methods:** Clinical and imaging data of patients with cervical segment carotid artery stenosis treated with self-expanding stent in the affiliated hospital of Qingdao University from July 2015 to June 2017 were collected. Medium-and long-term follow-up was conducted by outpatient interviews, reviewing hospital records and via telephone interviews, and the cerebral infarction after CAS events was recorded. Comparisons among continuous variables were made by using one-way ANOVA. Categorical data were tested using X² test or the Fisher exact test. Multivariate Logistic regression analysis was performed to identify the risk factors of cerebral infarction after cervical segment CAS. **Results:** 204 patients were enrolled in this analysis. The average age is 66.34 ± 6.85, 166 male (81.4%), 38 female (18.6%). 127 patients were implanted with open-loop stents, 41 patients with closed-loop stent, and 36 patients with hybrid stents. Follow-up time was 60 months, 11 patients developed in-stent restenosis (5.39%), 26 patients developed cerebral infarction (12.7%), among them 9 patients were on the same side of operation, 17 patients were not on the same side of operation. Univariate regression analysis showed that smoking and posterior ballooning after stenting and in-stent restenosis were associated with cerebral infarction after CAS. Multiple regression model showed that the independent risk factors for cerebral infarction after CAS were smoking and posterior ballooning after stenting. **Conclusion:** Stent type was not associated with cerebral infarction after CAS, the independent risk factors for cerebral infarction after CAS were smoking and posterior ballooning after stenting.

Keywords

Carotid Artery Stenting, Cerebral Infarction, Medium- and Long-Term Follow-Up, Recurrence, In-Stent Restenosis

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

卒中是严重的全球健康问题，根据统计缺血性卒中是全球致死的第二大死亡原因[1]。颈动脉狭窄是导致缺血性脑卒中的独立致病因素，颈动脉狭窄在中老年人群的发病率很高，约 20%的脑卒中或短暂性脑缺血发作是由于颅外段的颈动脉粥样硬化性狭窄造成的[2] [3] [4]。颈动脉支架成形术(carotid artery stenting, CAS)和颈动脉内膜剥脱术(carotid endarterectomy, CEA)是两种有效的治疗颈动脉狭窄的手术方法[5]。2015年发布的 ICSS 研究和 2016年发布的 CREST 研究证实 CAS 治疗颈动脉狭窄的有效性及安全性不弱于 CEA，进一步为 CAS 的临床应用提供了临床证据[6]。随着介入技术及手术器械的发展，越来越多的患者选择了 CAS 治疗。临床实践过程中发现，进行 CAS 治疗后依然有部分患者预后不佳，发生了脑梗死，影响患者的生存质量。因此，明确颈段颈动脉支架成形术后脑梗死发生的危险因素，对于预防脑梗死的发生具有重要意义。本研究的主要目的是为了探讨颈动脉狭窄患者 CAS 术后发生脑梗死的危

险因素,为进一步预防脑梗死发生,并为提高颈动脉狭窄患者术后的生存质量提供理论依据。

2. 资料和方法

2.1. 资料

收集青岛大学附属医院 2015 年 7 月至 2017 年 6 月采用自膨式支架进行血管成形术治疗颈段颈动脉狭窄患者的临床和影像学相关资料,病人出院 1、6、12、36、60 月采用门诊、电话、查阅再次住院病历的方法进行中长期随访,60 个月时安排患者行颈部血管彩色多普勒超声或颈部血管 CTA 评估患者手术部位血管有无发生再狭窄及再狭窄的程度,记录支架成形术后脑梗死的发生情况。研究前已经取得医院伦理委员会关于本研究伦理方面的审批及同意,同时获得入组患者的知情同意。

2.2. 入排标准

纳入标准:青岛大学附属医院 2015 年 7 月至 2017 年 6 月采用自膨式支架进行血管成形术治疗颈段颈动脉狭窄患者;年龄 18~80 岁;术前相关影像学检查资料证实症状性颈动脉狭窄患者患侧颈动脉狭窄程度 $\geq 50\%$,非症状性颈动脉狭窄患者患侧颈动脉狭窄率 $\geq 70\%$;病因分型为大动脉粥样硬化型;改良 Rankin 评分(Modified Rankin Scale, mRS) < 3 分;患者或授权委托人术前签署知情同意书;能够完成随访者。

排除标准:严重出血倾向患者;凝血功能障碍患者;病变内及周围严重钙化;手术侧颈动脉多发狭窄,且手术无法处理远端狭窄;颈动脉严重迂曲或极度成角;并发恶性疾病;预计生存期不超过 1 年;精神疾患;认知功能障碍;肝肾等重要器官功能障碍或不全;手术后未规范服用抗血小板药物者;随访期间死亡、失联、或者其他原因不能够完成随访者,随访资料不完整者。

2.3. 治疗过程与围手术期管理

术前 3~5 天开始给予两种药物联合抗血小板聚集治疗(拜阿司匹林肠溶片 100 mg/d + 氯吡格雷 75 mg/d)。手术操作:患者平卧位,术中给予监测血压、心电监护、血氧饱和度监测。局麻下以 Seldinger 法穿刺右侧股动脉(失败者穿刺左侧股动脉),留置 6-8F 股动脉鞘管,常规给予肝素预防术中血栓形成。进行脑血管造影检查确认需要处理的病变血管,同时根据血管狭窄情况、走形,狭窄处斑块情况选择合适的支架。至少距离病变 50 mm 的地方释放脑保护伞。若最狭窄部位能够顺利通过支架,则不进行球囊预扩张,置入比参考血管直径大 1 mm 的自膨式支架。支架释放后若仍存有明显狭窄大于 30%,则进行支架内球囊后扩张,使支架充分扩张到和狭窄远端正常血管接近。操作完毕,造影检查结果满意后撤出脑保护伞。术中密切观察患者生命体征,血压、心率波动范围,术中并发症等,常规备用阿托品、多巴胺、硝酸甘油、罂粟碱、法舒地尔、尼莫地平等药物。术后处理:监护 24~48 小时,观察生命体征、穿刺点、足背动脉等,严格管理血压、心率在合理范围,术后继续应用两种抗血小板聚集药物持续最少 3 个月,后改为一种抗血小板聚集药物。无禁忌症者,长期口服他汀类药物调整血脂、稳定粥样硬化斑块。

2.4. 随访及评估

治疗前后及出院前由专业医师进行详细的体格检查,详细记录所有患者的资料,治疗后定期(1、6、12、36、60 月)进行电话、门诊或住院随访,当地医院复诊患者电话联系追查随访结果。通过患者症状、体征以及相关检查明确是否发生脑梗死。

2.5. 终点事件及定义

脑梗死定义为有新发的神经功能缺损症状同时合并影像学检查支持的梗死病灶,或者无临床症状但

头 MRI 示新发脑梗死。术后支架内再狭窄定义为术后 30 天以上, 脑血管造影、头颅 CTA、颈动脉彩超显示支架内狭窄程度 $\geq 50\%$ 。

2.6. 统计学处理

应用 SPSS17.0 统计学软件进行数据分析, 计量资料以($\bar{X} \pm S$)表示, 两两比较采用 t 检验, 多组间比较采用单因素方差分析, 计数资料以百分比表示, 采用 X^2 检验和 Fisher 确切概率法, 患者支架术后发生脑梗死的相关危险因素采用多因素 Logistic 逐步回归分析, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 基线资料分析

本研究共纳入 204 例患者, 其中植入开环支架组 127 例, 闭环支架组 41 例; 混合支架组 36 例。在所有 204 例患者中, 开环支架组平均年龄为 66.10 ± 7.21 岁, 男性占 101 例(79.5%), 女性占 26 例(20.5%); 闭环支架组平均年龄为 67.56 ± 6.60 岁, 男性占 31 例(75.6%), 女性占 10 例(24.4%); 混合支架组平均年龄为 65.81 ± 5.74 岁, 男性占 34 例(94.4%), 女性占 2 例(5.6%)。三组患者年龄、性别、高血压、2 型糖尿病、高脂血症、冠心病、吸烟史、饮酒史、既往卒中史、是否症状性狭窄、病变血管位置等一般临床资料差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

Table 1. Clinical data of included patients

表 1. 纳入患者的临床资料

项目	开环支架组 (n = 127)	闭环支架组 (n = 41)	混合支架组 (n = 36)	X^2	F	P
年龄, 岁	66.10 ± 7.21	67.56 ± 6.60	65.81 ± 5.74		0.837	0.435
男性, 例(%)	101 (79.5)	31 (75.6)	34 (94.4)	5.242		0.073
高血压, 例(%)	100 (78.7)	31 (75.6)	29 (80.6)	0.296		0.862
高脂血症, 例(%)	22 (17.3)	6 (14.6)	7 (19.4)	0.319		0.853
2 型糖尿病, 例(%)	36 (28.3)	12 (29.3)	14 (38.9)	1.504		0.471
冠心病, 例(%)	29 (22.8)	12 (29.2)	14 (38.9)	3.810		0.149
吸烟, 例(%)	66 (52.0)	19 (46.3)	23 (63.9)	2.497		0.287
饮酒, 例(%)	49 (38.6)	16 (39.0)	11 (30.6)	0.842		0.656
既往卒中史例(%)	25 (19.7)	13 (31.7)	13 (36.1)	6.267		0.072
症状性狭窄例(%)	83 (65.3)	30 (73.2)	26 (72.2)	0.578		0.749
位置(左), 例(%)	59 (46.5)	16 (39.0)	11 (30.6)	3.115		0.211

3.2. 临床随访结果

204 例患者成功进行了 204 次颈动脉支架成形术, 植入开环支架 127 例, 闭环支架 41 例, 混合支架 36 例, 颈动脉支架置入成功率 100%。围手术期情况: 21 例手术中出现迷走反射、血压下降, 动脉夹层动脉瘤等并发症, 其中开环支架发生 12 例, 闭环支架发生 5 例, 混合支架发生 4 例, 三组之间发生围手术期并发症的差异无统计学意义($P > 0.05$)。84 例患者进行了支架置入术中支架内球囊后扩张, 闭环支架组、混合支架组术中支架内球囊后扩张的比例高于开环支架组($P < 0.05$)。术前狭窄程度和术后残余狭窄差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

204 例患者均进行术后临床随访。通过脑血管造影、血管 CTA、颈部血管超声显示 193 例支架无塌陷或变形, 11 例患者有支架内狭窄(5.39%) (开环支架组 6 例, 闭环支架组 3 例, 混合支架组 2 例, $P = 0.814$)。通过临床表现、头颅 MRI、头颅 CT 检查显示 26 例术后随访期间发生脑梗死(12.7%) (开环支架组 14 例, 闭环支架组 7 例, 混合支架组 5 例, $P = 0.585$), 手术同侧脑梗死 9 例(4.41%), (开环支架组 4 例, 闭环支架组 3 例, 混合支架组 2 例, $P = 0.865$)。术后支架内再狭窄、术后脑梗死发生率、术后支架同侧脑梗死发生率三组之间无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

Table 2. Stenosis rate and follow-up results of target vessels before and after treatment
表 2. 靶血管治疗前后狭窄率及随访结果

项目	开环支架组 (n = 127)	闭环支架组 (n = 41)	混合支架组 (n = 36)	X ²	F	P
术前狭窄程度	88.93 ± 9.01	86.27 ± 10.92	91.31 ± 6.56		3.004	0.052
术后残余狭窄	6.50 ± 5.66	6.66 ± 6.65	4.33 ± 5.09		2.163	0.118
支架内球囊后扩张	43 (33.9)	21 (51.2)	20 (55.6)	7.588		0.047*
术后再狭窄, 例(%)	6 (4.7)	3 (7.3)	2 (5.6)	0.411		0.814
术后脑梗死, 例(%)	14 (11.0)	7 (17.1)	5 (12.8)	1.071		0.585
围手术期并发症(%)	12 (9.4)	5 (12.2)	4 (13.9)	0.500 [#]		0.802
术后同侧脑梗死(%)	4 (3.1)	3 (7.3)	2 (5.6)	0.736 [#]		0.865

[#]Fisher 确切概率法; * $P < 0.05$ 。

3.3. 单因素分析结果

单因素分析表明, 吸烟、支架置入术中支架内球囊后扩张、术后支架内再狭窄和术后脑梗死的发生有关。见表 3。

Table 3. Univariate analysis of cerebral infarction
表 3. 发生脑梗死的单因素分析

项目	脑梗死组 (n = 26)	非脑梗死组 (n = 178)	X ²	T	P
年龄, 岁	66.54 ± 7.33	66.37 ± 6.92		0.115	0.909
高血压, 例(%)	1 (73.1)	14 (79.2)		0.505	0.477
2 型糖尿病, 例(%)	9 (34.6)	53 (29.8)		0.251	0.651
高脂血症例(%)	5 (19.2)	30 (16.9)		0.090	0.782
吸烟, 例(%)	19 (73.1)	8 (49.4)		5.083	0.024*
支架内球囊后扩张(%)	1 (65.3)	67 (37.6)	7.210		0.007*
既往卒中史(%)	7 (26.9)	4 (23.0)	0.059		0.808
支架内再狭窄(%)	7 (26.9)	4 (2.2)	27.078		0.000*
开环支架, 例(%)	14 (53.8)	11 (63.5)	0.897		0.344
闭环支架, 例(%)	7 (26.9)	34 (19.1)	0.837		0.360
混合支架, 例(%)	5 (19.2)	31 (17.4)	0.051		0.821

* $P < 0.05$ 。

3.4. 多因素分析结果

多因素回归分析表明, 吸烟、支架置入术中球囊后扩张是术后脑梗死发生的独立预测因素。见表 4。

Table 4. Multivariate regression analysis of cerebral infarction

表 4. 发生脑梗死的多因素回归分析

	OR	95%可信区间	r	P
支架植入术中球囊后扩	2.842	1.157~6.978	1.044	0.023*
吸烟	3.878	1.3664~11.010	1.355	0.011*

*P < 0.05。

4. 讨论

根据美国血管外科学会颅外颈动脉疾病治疗指南指出: 对于颈动脉狭窄程度大于 70%的无症状或大于 50%的有症状患者, 建议外科手术干预[7]。颈动脉内膜切除术一直是治疗颅外颈动脉狭窄的主要方法。但随着血管介入治疗技术发展, 颈动脉支架成形术已是治疗颈动脉狭窄的优先选择。随着新型的血管内支架和脑保护装置的应用使 CAS 的并发症大大降低, SAPHIRE、CREST 研究结果的公布促进 CAS 迅速推广[8] [9]。

颈动脉支架成形术作为一种预防性手术, 其长期有效性及安全性需要进一步总结分析。根据 NASCET 研究, 对于无症状的颈动脉狭窄患者追踪随访 5 年, 颈动脉狭窄(狭窄率 50%~59%)同侧卒中率为 12.9%, 随着狭窄率的上升卒中发病率也升高; 对于症状性狭窄患者仅仅接受内科药物治疗, 狭窄率在 50%~69%与 70%~99%的 2 年同侧脑卒中发生率为 13.6%与 20.2% [10]。本组对 204 例颈动脉狭窄支架术后患者进行 5 年的临床随访, 手术同侧脑梗死发生率为 4.41% (9 例), 总的脑梗死发生率为 12.7% (26 例)。本研究作为相对大宗病例的中长期随访结果研究, 证明了颈动脉支架成形术预防脑梗死发生的中长期疗效及安全性。支架成形术后脑梗死发生率降低主要原因: 1) 支架成形术能够有效改善血管狭窄症状, 促使血液正常循环, 脑灌注恢复正常, 挽救缺血半暗带, 促进神经功能恢复; 2) 颈动脉支架成形术后, 不仅能够改善血管狭窄, 而且支架能够覆盖斑块、稳定斑块, 加上支架成形术后, 患者服用双抗、强力降脂、控制危险因素等依从性高, 降低了原有斑块脱落引起卒中复发的风险。

支架内再狭窄是支架成形术后中长期随访中常见的问题。EVA-3S (症状性严重颈动脉狭窄内膜剥脱术及血管成形术对比实验)结果分析发现, 大于 50%的再狭窄或血管闭塞定义为再狭窄, 3 年的再狭窄率为 12.5%, 大于 70%定义为再狭窄或闭塞, 10 年的再狭窄率为 5.0% [11] [12]。本组随访的患者有 204 例, 有 11 例发生支架内再狭窄, 支架内再狭窄发生率为 5.39%。再狭窄的原因主要和支架置入后异物损伤血管壁激活血管平滑肌细胞血管壁增生并炎症维修损伤引起内膜增生及原发性动脉粥样硬化病变有关。根据病变血管情况, 选择合适的支架, 术中仔细操作避免过度刺激血管内膜, 尽量避免术中球囊后扩张, 以及术后规律服用抗血小板聚集药物、他汀类药物可有效降低支架内的再狭窄发生。有文献报道, 因支架的材质、设计方式不同, 有不同的力学特性, 可能引起了 CAS 术后不同的支架内再狭窄发生不同[13] [14]。但本研究发现支架的类型和术后再狭窄及术后脑梗死的发生无明确相关性。本研究发现闭环支架组及混合支架组 CAS 术中球囊后扩张的比例高于开环支架组, 考虑与闭环设计支架更坚硬、顺性低、支架植入后与硬化斑块的紧密贴附不足、支架与血管壁间存在一定的间隙、贴壁性较差等因素有关。

有研究显示, 年龄、脑卒中病史、高血糖、吸烟、高血压、高血脂及心功能不全、吸烟等均是颈动

脉狭窄患者 CAS 术后发生脑梗死的危险因素[15] [16]。本研究发现, CAS 术后发生脑梗死的独立危险因素与吸烟、术中支架内球囊后扩张、支架内再狭窄等因素有关。吸烟作为一个主要的危险因素, 同样见于其他多数评估长期治疗结果的研究, 这主要由于吸烟本身就是发生脑梗死的一个独立危险因素[17]。术中支架内球囊后扩张会引起血管内膜撕裂、切割斑块、斑块破裂、出血、血栓形成、引起栓子脱落等, 堵塞远处血管引起脑梗死, 同时也会导致血管内膜损伤, 刺激血管内膜增生引起支架内再狭窄。支架内再狭窄会引起血运障碍、栓子脱落引起脑梗死[18] [19]。

针对以上颈动脉狭窄患者 CAS 术后发生脑梗死的危险因素, 临床应予以重视, 主治医师应制定合理手术方案, 选择合适大小的支架, 尽量避免术中支架内球囊后扩张, 术后指导患者戒烟, 合理应用抗血小板聚集药物以及他汀类药物, 尽量避免支架内再狭窄的发生, 降低脑梗死发生率, 可能会改善患者的预后。

本研究结果显示: 颈段颈动脉支架成形术的支架类型和术后脑梗死的发生无明显相关性, 吸烟和支架置入术中支架内球囊后扩张是术后发生脑梗死的独立危险因素。但本研究也存在一定局限性, 如本研究为回顾性观察研究, 数据可能存在偏倚, 许多数据无法获取, 影响数据进一步分析。本研究入组患者较少, 支架内再狭窄、术后脑梗死入组例数较少, 对进一步分层研究受到一定限制, 可能引起统计数据的误差。期待大样本多中心随访对照研究能够得出更有信服力的结论。

参考文献

- [1] Jusufovic, M., Sandset, E.C., Skagen, K., et al. (2016) Blood Pressure Lowering Treatment in Patients with Carotid Artery Stenosis. *Current Hypertension Reviews*, **12**, 148-155. <https://doi.org/10.2174/157340211202160525010133>
- [2] Fairhead, J.F. and Rothwell, P.M. (2005) The Need for Urgency in Identification and Treatment of Symptomatic Carotid Stenosis Is Already Established. *Cerebrovascular Diseases*, **19**, 355-358. <https://doi.org/10.1159/000085201>
- [3] Bazan, H.A., Smith, T.A., Donovan, M.J., et al. (2014) Future Management of Carotid Stenosis: Role of Urgent Carotid Interventions in the Acutely Symptomatic Carotid Patient and Best Medical Therapy for Asymptomatic Carotid Disease. *Ochsner Journal*, **14**, 608-615.
- [4] 何天啸, 蒋庆君, 柏骏, 等. 经颈动脉支架成形术治疗颈动脉狭窄的研究进展[J]. 中国血管外科杂志:电子版, 2021, 13(3): 264-267.
- [5] Galyfos, G., Sianou, A. and Filis, K. (2017) Cerebral Hyperperfusion Syndrome and Intracranial Hemorrhage after Carotid Endarterectomy or Carotid Stenting: A Meta-Analysis. *Journal of the Neurological Sciences*, **381**, 74-82. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2017.08.020>
- [6] Benes, V. and Bradac, O. (2018) Carotid Endarterectomy and Carotid Artery Stenting in the Light of ICSS and CREST Studies. In: Esposito, G., Regli, L., Kaku, Y. and Tsukahara, T., Eds., *Trends in the Management of Cerebrovascular Diseases*, Springer, Cham, 95-99. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73739-3_14
- [7] Hobson II, R.W., Mackey, W.C., Ascher, N., 等. 颈动脉粥样硬化疾病的处理美国血管外科学会临床实践指南[J]. 国际脑血管病杂志, 2008, 16(12): 881-887.
- [8] 姜卫剑. 如何正确解读医学文献和临床试验结果——对颈动脉支架成形术临床试验结果的解读分析[J]. 中国卒中杂志, 2008(12): 939-943.
- [9] Qureshi, A.I., Huang, W., Lobanova, I., et al. (2021) Repeat Revascularization over 10 Years Following Carotid Endarterectomy or Carotid Stent Placement: An Analysis of CREST. *World Neurosurgery*, **154**, e671-e676. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2021.07.118>
- [10] 王军. 颈动脉狭窄的外科及介入治疗进展[J] 中国中西医结合外科杂志, 2004, 10(4): 329-330.
- [11] 李宏建. 有症状重度颈动脉狭窄患者动脉内膜切除术与血管成形术比较(EVA-3S)试验 4 年随访结果[J]. 国际脑血管病杂志, 2009, 17(3): 180.
- [12] 李宏建. 有症状重度颈动脉狭窄患者动脉内膜切除术与血管成形术比较的长期随访研究[J]. 国际脑血管病杂志, 2015, 23(2): 85.
- [13] 赵振心, 刘道志, 罗七一. 颈动脉支架的现状与展望[J]. 中国医疗器械信息, 2008, 14(3): 17-20+25.
- [14] 曲乐丰, 蔡家伟, 吴鉴今. 颈动脉双层支架的设计和临床研究[J]. 中国血管外科杂志: 电子版, 2019, 11(4):

245-248.

- [15] 张舟, 袁琪, 朴哲, 等. 颈动脉狭窄患者支架植入术后并发症危险因素分析[J]. 中风与神经疾病杂志, 2021, 38(10): 1107-1109.
- [16] 陈大伟, 石进. 颈动脉狭窄的脑卒中风险评估现状和思考[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2022, 24(6): 561-563.
- [17] 张慧, 邓剑, 张亚青, 等. 吸烟对脑梗死患者脑血管反应性的影响[J]. 中国卒中杂志, 2020, 15(5): 510-515.
- [18] 苗成, 柳毅, 杨慧, 等. 影响颈动脉支架植入术后血流动力学稳定性的危险因素分析及对预后的影响[J]. 中国医学工程, 2022, 30(1): 19-22.
- [19] 王清媛, 陈忠, 寇镭, 等. 颈动脉支架置入常规后扩张与否的对比性研究[J]. 心肺血管病杂志, 2022, 41(2): 168-172.