

# 颈动脉内膜剥脱术与支架置入术治疗颈动脉狭窄的卫生经济学评价

刘洪章<sup>①</sup>, 杜炎秋<sup>①</sup>, 刘瑾瑜<sup>①</sup>, 崔世军<sup>②</sup>, 郭大乔<sup>③</sup>, 刘翼<sup>④</sup>, 黄葭燕<sup>①</sup>

**摘要** 目的:评价颈动脉内膜剥脱术和颈动脉支架置入术治疗颈动脉狭窄患者的经济学价值,为临床决策提供参考。方法:通过专家访谈,确认两种术式的标准流程,进而计算出两种术式的直接医疗成本。通过系统综述的方式确定各个效果指标的初始值和范围。由此构建出决策树模型,对两种术式进行成本-效果分析和概率敏感性分析。结果:在各个指标上,颈动脉内膜剥脱术的成本效果比均低于颈动脉支架置入术。敏感性分析结果显示,在手术后脑卒中发生率、短暂性脑缺血发生率、再狭窄发生率和高灌注综合征发生率上,颈动脉内膜剥脱术比颈动脉支架置入术占绝对优势的概率均大于85%。在手术后局部血肿、脑出血和心肌梗死发生率上,颈动脉内膜剥脱术比颈动脉支架置入术并没有绝对优势。结论:颈动脉内膜剥脱术相比颈动脉支架置入术有较好的经济性,建议临床医生在充分考虑患者的实际病情下,使用颈动脉内膜剥脱术进行治疗。此外,应采取相关行动,积极推广颈动脉内膜剥脱术,提高颈动脉狭窄患者的生命质量,改善健康状况。

**关键词** 颈动脉内膜剥脱术;颈动脉支架置入术;成本-效果分析;决策树模型

**中图分类号** R1-9;F224.95 **文献标志码** A **文章编号** 1003-0743(2023)05-0080-06

**The Health Economics Evaluation of Carotid Endarterectomy and Stent Implantation for Carotid Artery Stenosis/LIU Hong-zhang, DU Yan-qiu, LIU Jing-yu, et al./Chinese Health Economics, 2023,42(5):80-85**

**Abstract Objective:** To evaluate the economic value of carotid endarterectomy and carotid stent implantation in the treatment of patients with carotid artery stenosis, and to provide references for clinical decision-making. **Methods:** Through expert interviews, the standard procedures of the two procedures were confirmed to calculate the direct medical costs of the two procedures were calculated. The initial value and range of each effect index were determined by systematic review. The decision tree model was constructed to analyze the cost-effectiveness and probability sensitivity of these two operations. **Results:** In all indicators, the cost-effectiveness ratio of carotid endarterectomy was lower than that of carotid stent implantation. The results of sensitivity analysis showed that in the incidence of stroke, transient cerebral ischemia, restenosis and hyperperfusion syndrome after surgery, the probability of carotid endarterectomy taking an absolute advantage over carotid stenting was more than 85%. In terms of the incidence of local hematoma, cerebral hemorrhage and myocardial infarction after surgery, carotid endarterectomy had no absolute advantage over carotid stenting. **Conclusion:** Carotid endarterectomy is more economical than stent implantation. It is recommended that clinicians should use endarterectomy for treatment under full consideration of the actual condition of patients. In addition, relevant actions should be taken to actively promote carotid endarterectomy to improve the quality of life and health of patients with carotid artery stenosis.

**Keywords** carotid endarterectomy; carotid artery stent implantation; cost-effectiveness analysis; decision tree model

**First-author's address** National Health Commission Key Laboratory of Health Technology Assessment, School of Public Health, Fudan University, Shanghai, 200032, China

**Corresponding author** HUANG Jia-yan, E-mail: jiayanhuang@fudan.edu.cn

颈内动脉狭窄是缺血性脑卒中的直接危险因素,约25%~30%的颈动脉狭窄与缺血性脑卒中有密切的关系<sup>[1]</sup>。颈动脉狭窄的手术治疗方式包括颈动脉内膜剥脱术(carotid endarterectomy, CEA)和颈动脉支架置入术(carotid artery stenting, CAS)。前者通过剥除引起狭窄的斑块以解除动脉狭窄,而后者采用微创介入的方式通过支架扩大颈动脉,以达到解除狭窄的目的<sup>[2]</sup>。

由于一些原因的存在,例如CEA较CAS更复杂,当前国内临床领域中对于颈动脉狭窄的手术治疗还是以更为微创的CAS为主<sup>[3]</sup>。事实上,现有国内外研究对于该两种术式的安全性和有效性的研究结果并不一致<sup>[4]</sup>。而且CAS在临床上使用了较多的医用耗材,导致CAS的价格明显高于CEA。那么如何在成本与效果之间进行权衡和选择?国内鲜有对于两种术式的卫生经济学评价研究。本研究将收集两种术式的直接医疗成本,通过决策树模型比较两种术式的成本效果比,评估其卫生经济学价值,据此为医生的临床决策提供参考。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 决策树模型的建立

本研究根据国家脑卒中防治委员会发布的CEA和CAS的临床指南,形成了两种术式的基本操作流程(病

① 复旦大学公共卫生学院 国家卫生健康委员会卫生技术评估重点实验室 上海 200032

② 首都医科大学宣武医院血管外科 北京 100053

③ 复旦大学附属中山医院血管外科 上海 200032

④ 四川大学华西医院神经外科 成都 610041

作者简介:刘洪章(2000—),男,硕士在读;研究方向:卫生技术评估;E-mail: 21211020185@m.fudan.edu.cn。

通信作者:黄葭燕, E-mail: jiayanhuang@fudan.edu.cn。

人从入院到出院的全过程)。在此基础上,进行专家咨询,确定最终的术式流程。咨询专家的选择原则:(1)咨询专家为同时精通CEA和CAS的神经外科或血管外科医生,且具有高级职称;(2)专家所在机构为同时开展这两种术式的三甲医院,以获得两种术式的直接对比资料;(3)专家尽可能来自全国不同地区,使其更具有代表性。本研究最终选择了4位专家,分别来自首都医科大学宣武医院、复旦大学附属中山医院、四川大学华西医院、广东省人民医院。

本研究根据最终确认的两种术式流程,构建决策树模型。该模型包含两种术式策略,CEA策略是所有的颈动脉狭窄患者均采用CEA进行治疗;CAS策略是所有的颈动脉狭窄患者均采用CAS进行治疗。本研究以避免脑卒中发生人数为效果指标的模型为例,见图1。

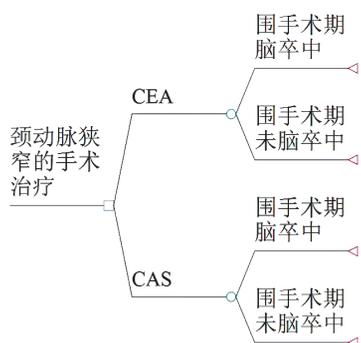


图1 决策树模型

### 1.2 成本数据来源

本研究基于卫生健康系统的视角,考虑患者手术后围手术期内发生的直接医疗成本,并且通过医疗机构的收费价格代替。通过专家访谈确定的两种手术流程,将流程中每个项目的医疗费用单价乘以流程的次数与概率得到每个术式的标准成本。其中,每种术式所需的医疗服务项目及其所需次数来源于专家咨询。考虑数据的可获得性,用医疗机构的服务项目收费单价来代替项目成本。医疗项目收费单价则来源于各医院或所在省份公示的价格,见表1。医疗服务项目包括手术费、医用耗材费、检查检验费、床位费、护理费、药品费和诊疗费。此外,本研究也计算了术后主要并发症的医疗成本。本研究搜集了4家医院所在地的医疗项目的具体成本,4家医院数据的中位数作为敏感

性分析的初始值,以其最小值作为敏感性分析的下限,最大值作为敏感性分析的上限,详见表2。本研究由于评价周期只考虑围手术期,成本核算过程均不考虑贴现。

### 1.3 效果数据来源

本研究的效果指标主要包括两类:安全性指标和有效性指标。其中,有效性指标包括围手术期避免卒中人数、围手术期避免再狭窄人数;安全性指标包括围手术期避免局部血肿人数、围手术期避免脑出血人数、围手术期避免短暂性脑缺血人数、围手术期避免心肌梗死人数、围手术期避免高灌注综合征人数。效果指标通过不良结局发生率来计算,例如用围手术期卒中率来计算避免卒中人数。研究通过系统综述的方法确定各指标的值和范围,关注围手术期两种术式的安全性和有效性。

本研究按照PICOS的原则(受试对象、干预措施、对照措施、结局、方法)构建了检索式,其中,受试对象为颈动脉狭窄患者,干预措施为CEA,对照措施为CAS,结局为相关效果指标,研究方法限定为随机对照试验。检索数据库选择Embase、Web of Science、Cochrane Library、PubMed、中国知网、万方和中国生物医学文献服务系统,检索时间从建库到2021年。纳入标准为符合PICOS原则的研究,排除标准为提取不到两种术式直接对比数据的文献等。

通过文献检索后,本研究共获得检索相关文献4 240篇,剔除重复文献后获得3 953篇,阅读题目和摘要排除3 645篇,对余下308篇进行全文阅读。阅读后剔除非CEA与CAS比较115篇、结局指标不一致68篇及未找到全文108篇,最后纳入17篇文献。对研究进行数据提取后,使用Stata 17软件进行meta分析,作为模型中的效果参数,详见表3。

### 1.4 成本-效果分析和敏感性分析

本研究以决策树模型为基础,使用TreeAge Pro (Version 2011)软件进行10 000人队列的成本-效果分析。在进行成本-效果分析的时候,每个策略的总成本包括手术的治疗费用以及除结局指标外的并发症的治疗费用,效果则是避免多少不良结局产生的患者数量。如结局指标为避免脑卒中发生的人数时,其策略总成本是由术式的总费用与治疗脑出血、短暂性脑缺

表1 各类成本数据的来源

样本医院	医疗服务项目	药品	医疗器械及耗材
首都医科大学宣武医院	首都医科大学宣武医院网站	北京市医疗保障局网站	北京市宣武医院器械价格
复旦大学附属中山医院	上海市医疗机构医疗服务项目和价格汇编(2017上海阳光医药采购网年版)	上海阳光医药采购网	上海械达供应链公司网站
广东省人民医院	广东省基本医疗服务价格项目目录(2021年版)	广东省药品交易中心网站	临床调查
四川大学华西医院	成都市医疗服务项目与价格汇编(2016版)	四川省药械招标采购服务中心网站	临床调查

表2 成本参数及其范围

元

项目	CEA			CAS		
	初始值	下限	上限	初始值	下限	上限
手术费	3 578.00	3 000.00	4 500.00	2 841.00	900.00	6 000.00
医疗器械及耗材费	1 891.75	157.50	3 865.00	37 609.28	24 633.60	53 091.50
检查检验费	9 838.26	7 033.50	13 213.00	8 593.74	7 551.44	12 363.00
床位费	536.88	125.00	868.00	149.91	75.00	620.00
护理费	208.00	82.00	346.12	101.66	68.00	203.00
药品费	158.37	45.17	1 028.76	160.76	74.55	1 127.24
诊疗费	150.00	88.00	800.00	86.50	10.00	600.00
围手术期术式总费用	17 186.30	11 500.00	21 761.76	52 887.71	34 997.53	64 104.24
再狭窄治疗费用	44 907.03	33 073.60	60 590.50	44 907.03	33 073.60	60 590.50
脑出血治疗费用	2 233.94	564.62	6 359.48	2 233.94	564.62	6 359.48
短暂性脑缺血治疗费用	2 875.77	1 786.84	3 859.19	2 875.77	1 786.84	3 859.19
脑卒中治疗费用	4 006.47	914.06	5 255.57	4 006.47	914.06	5 255.57
心肌梗塞治疗费用	1 170.10	717.13	1 746.67	1 170.10	717.13	1 746.67
高灌注综合征治疗费用	929.75	322.98	1 557.90	929.75	322.98	1 557.90
局部血肿治疗费用	2 851.00	1 604.00	6 276.40	2 851.00	1 604.00	6 276.40

表3 效果参数与meta分析结果

%

类别	指标	CEA		CAS		P
		初始值	95%置信区间	初始值	95%置信区间	
有效性	围手术期脑卒中率 <sup>[5-19]</sup>	2.73	1.92 ~ 3.65	4.88	3.44 ~ 6.52	<0.001
	围手术期再狭窄率 <sup>[6,18,19]</sup>	6.22	4.20 ~ 8.60	8.80	5.39 ~ 12.96	0.137
	围手术期脑出血率 <sup>[5-6,9,12]</sup>	0.00	0.00 ~ 0.20	0.00	0.00 ~ 0.00	0.163
安全性	围手术期短暂性脑缺血率 <sup>[13,16-17,20]</sup>	0.39	0.00 ~ 2.09	2.22	0.88 ~ 4.06	0.044
	围手术期心肌梗死率 <sup>[10-12,15-19]</sup>	1.27	0.37 ~ 2.55	0.33	0.09 ~ 0.67	0.001
	围手术期高灌注综合征率 <sup>[12-14]</sup>	0.66	0.00 ~ 4.39	2.93	0.08 ~ 8.17	0.338
	围手术期局部血肿率 <sup>[12,19,20]</sup>	5.14	3.66 ~ 6.82	2.40	1.35 ~ 3.68	0.007

血、再狭窄、心肌梗死、高灌注综合征和局部血肿的治疗费用相加得到。

分析指标包括成本效果比和增量成本效果比。对于成本效果比，为每获得一个单位效果所付出的成本，即成本效果比=策略A的成本/策略A的效果。对于增量成本效果比，为单位增量效果所需要付出的增量成本，即增量成本效果比=(策略A的成本-策略B的成本)/(策略A的效果-策略B的效果)。基于此，如果某一术式成本更低且在某指标上效果更好，则称在该指标上存在绝对优势。此外，由于成本以及效果参数的不确定性，本研究将对两种术式的价格和效果指标通过蒙特卡洛模拟，进行多因素敏感性分析，分析多种因素联合作用对成本效果比的影响。在进行敏感性分析时，假设所有的参数均服从于三角分布，以参数的初始值和上下限作为分布的最大可能值，最大值和最小值。

## 2 结果

### 2.1 CEA在安全性和有效性上占优势的指标的成本-效

### 果分析和敏感性分析

以避免卒中人数和避免短暂性脑缺血人数为结局指标，进行成本-效果分析，结果显示，CEA比CAS的临床效果更好，且成本更低，CEA的成本效果比低于CAS的成本效果比，因此CEA在这两个指标上占绝对优势，见表4。对该两项指标进行1 000次的蒙特卡洛模拟后，概率敏感性分析结果显示，CEA的成本效果比占绝对优势的概率大于95%，见图2、图3。

### 2.2 CAS在安全性和有效性上占优势的指标的成本-效果分析和敏感性分析

对以避免心肌梗死人数和避免局部血肿人数为结局指标，进行成本-效果分析，结果显示，CAS的临床效果优于CEA，但是其成本和成本效果比均高于CEA，增量成本效果比为135.07万元/人到393.00万元/人，因此在该两项指标上，CEA相较于CAS并无绝对优势，见表5。对这两项指标进行概率敏感性分析后发现，CEA的成本效果比占绝对优势的概率接近0，即在一般情况下，CAS的效果和成本均高于CEA，见图4、图5。

表4 CEA比CAS指标占优势时两种术式的成本-效果分析

指标	CEA			CAS			增量成本效果比* (万元/人)	CEA占绝对优势的 概率(%)
	成本 (亿元)	效果 (人数)	成本效果比 (万元/人)	成本 (亿元)	效果 (人数)	成本效果比 (万元/人)		
避免脑卒中人数	2.02	9 727	2.07	5.70	9 512	5.99	-171.37	100.00
避免短暂性脑缺血人数	2.03	9 961	2.03	5.71	9 778	5.84	-201.52	96.40

注：\*示增量成本效果比= (CEA的成本-CAS的成本) / (CEA的效果-CAS的效果)。

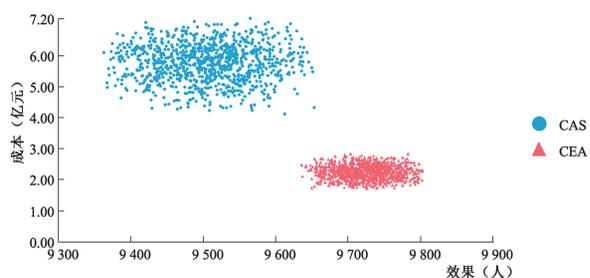


图2 脑卒中发生率为指标的概率敏感性分析

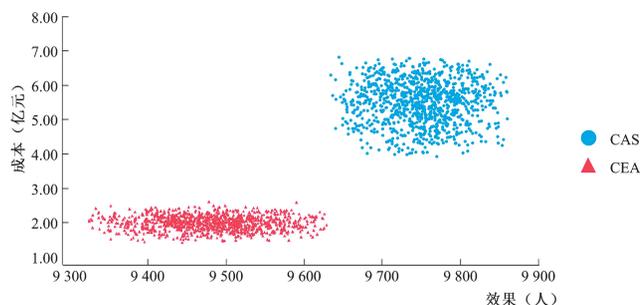


图5 局部血肿率为指标的概率敏感性分析

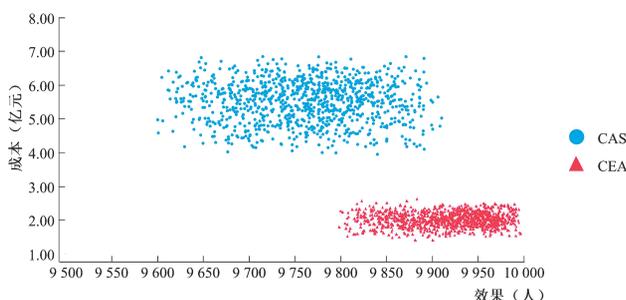


图3 短暂性脑缺血率为指标的概率敏感性分析

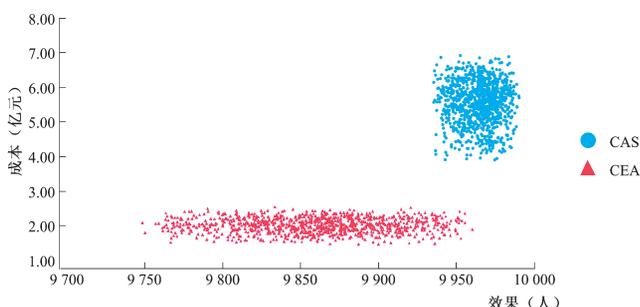


图4 心肌梗死率为指标的概率敏感性分析

2.3 两种术式在安全性和有效性上并无差异的指标的成本-效果分析和敏感性分析

以避免再狭窄人数, 避免脑出血人数和避免高灌

表5 CAS比CEA指标占优势时两种术式的成本-效果分析

指标	CEA			CAS			增量成本效果比* (万元/人)	CEA占绝对优势的 概率(%)
	成本 (亿元)	效果 (人数)	成本效果比 (万元/人)	成本 (亿元)	效果 (人数)	成本效果比 (万元/人)		
避免心肌梗塞人数	2.03	9 873	2.05	5.72	9 967	5.74	393.00	0.40
避免局部血肿人数	2.01	9 486	2.00	5.71	9 760	5.85	135.07	0.00

注：\*示增量成本效果比= (CEA的成本-CAS的成本) / (CEA的效果-CAS的效果)。

注综合征人数为结局指标进行成本-效果分析, CEA和CAS的临床效果并无差异, 且CEA的成本和成本效果比均小于CAS, 增量成本效果比在-138.65万元/人到0, 见表6。对该3项指标进行概率敏感性分析后, 结果显示, CEA在避免再狭窄人数和避免高灌注综合征人数上, 其成本效果比存在绝对优势的的概率大于85%, 而在避免脑出血人数上, 其成本效果比不存在绝对优势。见图6、图7、图8。

### 3 讨论

本研究通过构建决策树模型, 从卫生系统视角对CEA和CAS进行经济学评价。评价结果表明, 在各个指标上, CEA的成本效果比均小于CAS的成本效果比。敏感性分析的结果也显示在多数情况下, CEA较于CAS的成本效果比存在着绝对优势, 即CEA相比于CAS更具有经济性。Young<sup>[21]</sup>的研究结果与本研究的的结果相似, 该研究通过构建马尔可夫模型对两种术式进行成本-效果分析, 结果显示, CEA相比于CAS对有症状的患者更有益且直接成本更低, 敏感性分析结果表明, CEA相比于CAS为最佳干预的概率达59%。Alberto<sup>[22]</sup>和Khan<sup>[23]</sup>的研究结果同样与本研究结果类似, 即CAS的成本高于CEA的成本, 且成本效果比也高于CEA的成本效果比。需注意的是, 这些研究的效果指标的数据均来源于单一的队列或者大型的临床试验,

表6 CAS比CEA指标占优势时两种术式的成本-效果分析

指标	CEA			CAS			增量成本效果比* (万元/人)	CEA占绝对优势的 概率(%)
	成本 (亿元)	效果 (人数)	成本效果比 (万元/人)	成本 (亿元)	效果 (人数)	成本效果比 (万元/人)		
避免再狭窄人数	1.75	9 378	1.86	5.32	9 120	5.84	-138.65	93.80
避免脑出血人数*	2.03	9 990	2.03	5.72	9 990	5.73	0.00	0.00
避免高灌注综合征人数	2.03	9 934	2.04	5.72	9 707	5.89	-162.60	86.20

注：\*示增量成本效果比=（CEA的成本-CAS的成本）/（CEA的效果-CAS的效果）；由于系统综述得到两种术式该指标发生率均为0，因此进行模拟的时候采用专家访谈得来的数据，CEA和CAS围手术期脑出血率均为0.10%。

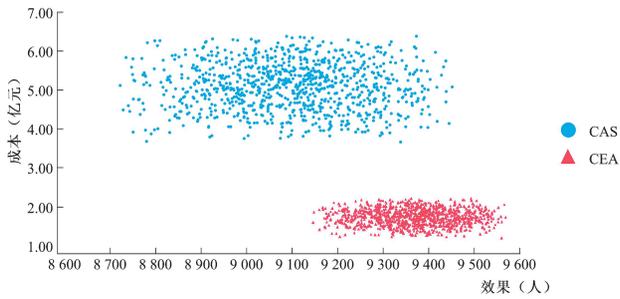


图6 再狭窄率为指标的概率敏感性分析

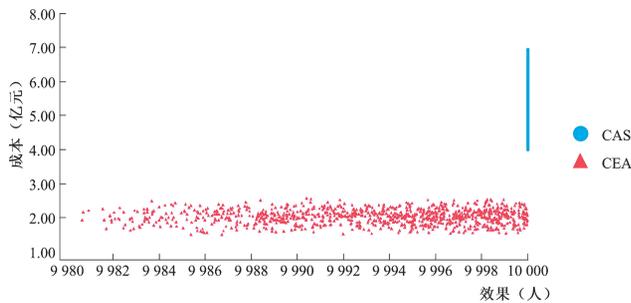


图7 脑出血率为指标的概率敏感性分析

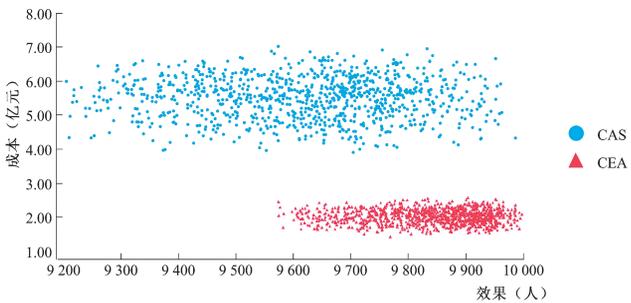


图8 高灌注综合征发生率为指标的概率敏感性分析

且研究均在美国进行，但最后的结果与本研究结果相似，证明了本研究结果的稳健性。

虽然经济学评价明确了CEA较于CAS更具有经济性，但目前我国的颈动脉狭窄的手术治疗中，CAS所占的比重较CEA高<sup>[24]</sup>。分析其原因如下：从医生的角度看，CEA相较于CAS更为复杂<sup>[25]</sup>，医生需要经过长时间的学习才能掌握，且随着介入器械的发展，CAS操作更加容易、安全<sup>[24]</sup>，此消彼长，从而导致CEA所占的比重较低。而且较于采用CEA来说，患者采用CAS的医疗费用更高，住院的时间更短<sup>[26]</sup>。从患者的角度看，

CEA需要在全身麻醉的条件下进行，患者需要承担麻醉和手术本身的双重风险，而CAS只需要在局部麻醉下就可以进行<sup>[27]</sup>。而且CAS作为一种微创手术，年老体弱、对开刀有恐惧心理的患者可能会更加倾向选择该术式进行治疗。从我国医疗机构的组织形式和准入制度的角度看，CAS在我国属于介入治疗的术式，不少具有开展其他介入手术能力的医生也可以开展CAS，因此神经内科、介入科、神经外科等科室都在开展CAS。而开展CEA手术的科室较少，主要是神经外科和血管外科，少量的CEA患者由心胸外科完成<sup>[28]</sup>。此外，缺血性脑血管病患者大多先在神经内科接受治疗，直到存在禁忌证才被转至神经外科接受手术治疗。故一般情况下，患者能够接受CAS的概率大于接受CEA的概率。

鉴于CEA的经济学价值，首先，本研究建议应加强对于CEA的推广，培养更多愿意且能够开展CEA的医生。其次，应建立健全不同科室的联合会诊制度与转诊制度，使患者在术前能得到准确且全面的评价，从而确定CEA或CAS的适应证。对于患者来说，满意度也是临床手术选择中所需要考虑的因素，因此要在信息充分告知的基础上，尽量消除医患双方的“信息差”，尊重患者的选择意愿。最后，建议进一步推广显微CEA手术。显微CEA手术是现代显微镜与外科技术相结合的产物，与肉眼下或手术放大镜下的CEA相比，显微CEA拥有更好的视野，术者可减少过度牵拉神经，便于更加细致地缝合和止血<sup>[28]</sup>。显微CEA在没有明显增加成本的情况下，提高了CEA手术的安全性，降低了发生并发症的风险，因此可通过在CEA的培训中加入显微CEA的相关知识，培养更多的临床医生掌握该术式。

参 考 文 献

[1] CRONENWETT J L, JOHNSTON K W. 卢瑟福血管外科学[M]. 第7版. 郭伟, 符伟国, 陈忠, 译. 北京: 北京大学医学出版社, 2013.  
 [2] 脑卒中防治系列指导规范编审委员会. 中国颈动脉狭窄介入诊疗指导规范[R]. 北京: 北京国家卫生计生委脑卒中防治工程委员会, 2015.  
 [3] 刘勇, 刘攀, 王修玉, 等. 急诊颈动脉内膜剥脱术在颈动脉源性急性缺血性脑卒中治疗中的应用研究进展[J]. 山东医

- 药, 2022,62(27):98-101.
- [4] BROTT T G, HOWARD G, ROUBIN G S et al. Long-term results of stenting versus endarterectomy for carotid-artery stenosis[J]. *N Engl j med*, 2016,374(11):1021-1031.
- [5] SPACE Collaborative Group, RINGLEB P A, ALLENBERG J, et al. 30 day results from the SPACE trial of stent-protected angioplasty versus carotid endarterectomy in symptomatic patients: a randomised non-inferiority trial[J]. *Lancet*, 2006, 368(9543):1239-1247.
- [6] ECKSTEIN H H, RINGLEB P, ALLENBERG J R, et al. Results of the stent-protected angioplasty versus carotid endarterectomy (SPACE) study to treat symptomatic stenoses at 2 years: a multinational, prospective, randomised trial[J]. *Lancet neurology*, 2008,7(10):893-902.
- [7] ECKSTEIN H H, REIFF T, RINGLEN P, et al. SPACE-2: a missed opportunity to compare carotid endarterectomy, carotid stenting, and best medical treatment in patients with asymptomatic carotid stenoses[J]. *European journal of vascular and endovascular surgery: the official journal of the European society for vascular surgery*, 2016, 51(6):761-765.
- [8] 凌锋, 焦力群, 代表国家“十五”医学攻关脑卒中规范化外科治疗技术推广应用研究课题组. 颈动脉内膜剥脱术与支架成形术对颈动脉粥样硬化性狭窄治疗的初步研究[J]. *中国脑血管病杂志*, 2006(1):4-8.
- [9] NAYLOR A R, ROSS A, ABBOTT R J, et al. Randomized study of carotid angioplasty and stenting versus carotid endarterectomy: a stopped trial[J]. *Journal of vascular surgery*, 1998,28(2):326-334.
- [10] YADAV J S, WHOLEY M H, KUNTZ R E, et al. Protected carotid-artery stenting versus endarterectomy in high-risk patients[J]. *The New England journal of medicine*, 2004,351(15):1493-1501.
- [11] ROSENFELD K, MATSUMURA J S, CHATURVEDI S, et al. Randomized trial of stent versus surgery for asymptomatic carotid stenosis[J]. *New England journal of medicine*, 2016, 374(11):1011-1020.
- [12] 刘昌伟, 刘暴, 叶炜, 等. 颈动脉内膜剥脱术和颈动脉支架的前瞻性随机对照研究[J]. *中华外科杂志*, 2009(4): 267-270.
- [13] WANG P, LIANG C, DU J, et al. Effects of carotid endarterectomy and carotid artery stenting on high-risk carotid stenosis patients[J]. *Pakistan journal of medical sciences*, 2013,29(6):1315-1318.
- [14] MANNHEIM D, KARMELI R. A prospective randomized trial comparing endarterectomy to stenting in severe asymptomatic carotid stenosis[J]. *Journal of cardiovascular surgery*, 2017,58(6):814-817.
- [15] MAS J L, ARQUIZAN C, CALVET D, et al. Long-term follow-up study of endarterectomy versus angioplasty in patients with symptomatic severe carotid stenosis trial[J]. *Stroke*, 2014,45(9):2750-2756.
- [16] MAS J L, CHATELLIER G, BEYSSEN B, et al. Endarterectomy versus stenting in patients with symptomatic severe carotid stenosis[J]. *The New England journal of medicine*, 2006,355(16):1660-1671.
- [17] BONATI L H, JONGEN L M, HALLER S. New ischaemic brain lesions on MRI after stenting or endarterectomy for symptomatic carotid stenosis: a sub study of the International Carotid Stenting Study (ICSS)[J]. *Lancet neurology*, 2010, 52(3):798.
- [18] HOWARD V J, LUTSEP H L, MACKEY A, et al. Influence of sex on outcomes of stenting versus endarterectomy: a subgroup analysis of the carotid revascularization endarterectomy versus stenting trial (CREST)[J]. *Lancet neurology*, 2011,10(6):530-537.
- [19] BONATI L H, DOBSON J, FEATHERSTONE R L, et al. Long-term outcomes after stenting versus endarterectomy for treatment of symptomatic carotid stenosis: the international carotid stenting study (ICSS) randomised trial[J]. *The lancet*, 2015,385(9967):529-538.
- [20] 沈俐萍. 颈动脉内膜剥脱术与颈动脉支架成形术治疗颅外颈动脉狭窄的效果比较[J]. *华夏医学*, 2021,34(1): 145-148.
- [21] YOUNG K C, HOLLOWAY R G, BURGIN W S, et al. A cost-effectiveness analysis of carotid artery stenting compared with endarterectomy[J]. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases*, 2010,19(5):404-409.
- [22] MAUD A, VÁZQUEZ G, NYMAN J A, et al. Cost-effectiveness analysis of protected carotid artery stent placement versus endarterectomy in high-risk patients[J]. *Journal of endovascular therapy*, 2010,17(2):224-229.
- [23] KHAN A A, CHAUDHRY S A, SIVAGNANAM K, et al. Cost-effectiveness of carotid artery stent placement versus endarterectomy in patients with carotid artery stenosis[J]. *Journal of neurosurgery*, 2012,117(1):89-93.
- [24] 王瑞霞, 张维立. 症状性颈动脉狭窄内膜剥脱术和支架成形术再狭窄率对比[J]. *解放军预防医学杂志*, 2018,36(8): 1096.
- [25] 池魁, 袁涛, 高翔, 等. 颈动脉狭窄的外科治疗选择及疗效分析[J]. *血管与腔内血管外科杂志*, 2021,7(10):1268-1269, 1272.
- [26] 赵峰, 刘景峰, 孙猛, 等. 支架成形术和颈动脉内膜切除术治疗颈动脉狭窄的效果比较[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2018,16(18): 2708-2710.
- [27] 韩同磊, 赵志青. 经颈动脉血运重建术对颈动脉狭窄治疗方式的挑战[J]. *临床外科杂志*, 2020,28(6):508-510.
- [28] 杨仁杰, 李龙, 张潇, 等. 中国颈动脉内膜切除术的文献评价与现状分析[J]. *中国脑血管病杂志*, 2021,18(3):158-167.

[收稿日期: 2023-01-12] (编辑: 彭博)