

中国卒中学会关于无症状性颈动脉狭窄 筛查的科学声明

中国卒中学会科学声明专家组

通信作者:刘丽萍,首都医科大学附属北京天坛医院 国家神经系统疾病临床医学研究中心,北京 100070,Email:lipingsister@gmail.com;王文志,北京市神经外科研究所,北京 100070,Email:qgnfbwz@163.com

【摘要】 无症状性颈动脉狭窄(aCAS)是卒中发生的重要危险因素,但有关 aCAS 筛查的获益与风险意见不一。为进一步明确相关问题,中国卒中学会组织国内相关领域的专家展开讨论,结合了国内外研究进展、aCAS 的循证证据和我国国情制定本科学声明。本声明提出对于普通人群不推荐常规开展颈动脉筛查,以期提高临床医生及相关人员开展 aCAS 人群评估及管理的理论性及可操作性,同时也提出了需要开展深入研究的临床问题和公共卫生问题。

【关键词】 脑梗死; 颅内动脉硬化 无症状性颈动脉狭窄; 筛查

卒中是危害我国国民健康和生活质量的重要疾病之一,最新流行病学数据显示全国 20 岁及以上成年人卒中的患病率为 1 596.0/10 万、发病率为 345.1/10 万人年、死亡率为 159.2/10 万人年,且卒中高危人群众多,我国目前约有高血压患者 2.7 亿,糖尿病患者 1.1 亿,血脂异常患者 1.6 亿,同时大众对这些主要危险因素的知晓率、控制率低,卒中发病人数仍有逐年上升趋势,防控形势严峻^[1-3]。其中,颈动脉粥样硬化性病变是卒中发生发展的重要原因及病理改变,日益受到重视。

无症状性颈动脉狭窄 (asymptomatic carotid artery stenosis, aCAS),尤其是中重度的 aCAS 是卒中发生的重要危险因素。早期的证据显示内外科治疗可能降低 aCAS 相关性卒中风险,因此有关是否应在人群中开展颈动脉筛查的话题持续受到关注。自 2007 年以来包括美国预防服务特别工作组 (United States Preventive Services Task Force, USPSTF) 科学声明、欧洲血管外科学会 (the Society for Vascular Surgery, SVS) 临床管理指南及近期的更新等多个科学声明基于证据检索相继提出了不

建议在普通人群或低危人群中开展无症状颈动脉筛查的推荐^[4-9],但由于具有针对性的高质量临床研究证据不足及结论不统一,有关 aCAS 筛查的获益与风险争议不断。为进一步明确相关问题,中国卒中学会组织国内相关领域的专家展开讨论,依据中国卒中学会指南制定指导手册,凝练最新研究证据并结合中国实际制定本科学声明,旨在提高临床医生及相关人员开展 aCAS 人群评估及管理的理论性及可操作性,同时也提出了尚未明确的临床问题和公共卫生问题,需要开展深入研究。

一、研究现状

1. 概念:aCAS 指发生在颈动脉颅外段的动脉粥样硬化性狭窄,且不伴由于缺血性卒中、短暂性脑缺血发作或颈动脉狭窄相关的其他神经系统体征或症状。多数研究将时间界定为既往 6 个月内无上述症状发生^[10-11]。尽管伴有 aCAS 人群的卒中风险并不完全取决于颈动脉狭窄的严重程度,但其与卒中发生关系密切,约 3.5% 的首次缺血性卒中归因于 50% 以上狭窄的 aCAS^[12]。多数研究将有临床意义的狭窄定义为颈动脉超声 (duplex ultrasound,

DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20210728-01674

收稿日期 2021-07-28 本文编辑 朱瑶

引用本文:中国卒中学会科学声明专家组.中国卒中学会关于无症状性颈动脉狭窄筛查的科学声明[J].

中华医学杂志,2022,102(3):175-179. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20210728-01674.



DUS)判定的 50%~99% 或者 60%~99% 的狭窄^[6]。参照相关研究^[13],本声明中采用北美症状性颈动脉内膜切除试验法(North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trail, NASCET)评价颈动脉狭窄程度,将 50%~69% 及 70%~99% 的狭窄分别定义为中度狭窄和重度狭窄^[14]。

2. 流行病学:欧美人群的缺血性卒中患者与大血管相关病因中主要归因于颅外动脉狭窄,而亚洲人群中这一比例仅为 40%~53%,更多的则是与颅内动脉狭窄相关^[15-17],因此 aCAS 卒中风险的意义对欧美人群相较于亚洲(尤其是东亚)人群更为重要,相关研究结果也需关注种族差异。aCAS 在普通人群中的流行病学数据仍较为匮乏,2010 年一项纳入以高加索人群为主的 4 项人群研究的荟萃分析显示(共 23 706 例)^[18],中、重度 aCAS 在人群中的患病率分别波动在 0~7.5%、0~3.1%。这种趋势在男性中更为常见,且随着年龄增长而增加。与此相对应的,对于中国人群的研究提示 aCAS 在中国普通人群中的患病率不高,国内一项针对 2014—2015 年间年龄>40 岁且合并 3 项或以上危险因素人群(共纳入 84 880 例)的颈动脉超声筛查的研究数据显示,aCAS 的患病率为 0.4% (95%CI 0.3%~0.4%)^[19]。相比之下,亚裔人群中颅内动脉粥样硬化性狭窄更为常见,颅内动脉粥样硬化性狭窄是我国导致卒中的重要病因之一,也是卒中复发的重要危险因素^[15]。

3. 危险因素与卒中风险:aCAS 的危险因素与心脑血管病类似,主要包括:年龄、性别、吸烟、糖尿病、外周动脉病、高血压及血脂异常等,既往报道了包括 PACAS (prevalence of asymptomatic carotid artery stenosis)评分在内的多个预测 aCAS 的评估工具^[20],具有一定预测价值,但均缺乏有效的外部验证。中国人群尚无相关预测工具的报道。2014 年一项荟萃分析显示无或仅给予内科治疗的 aCAS 患者的同侧卒中发生风险为 1.7/100 人年。其中在 2000 年前完成入组的研究中,同侧卒中发生率为 2.3/100 人年,而 2000 年至 2010 年完成入组的研究中,则降为 1.0/100 人年($P<0.001$),这可能与药物治疗的改进及戒烟有关。此外,荟萃分析也显示,aCAS 患者(>50%,共 11 391 例)5 年累积全因死亡率高达 23.6%,3 倍于同期普通人群的死亡率(8.33%/5 年),且 62.9% 归因于心血管死亡^[21],因此对于 aCAS 人群不仅需要关注其卒中风险,也需要警惕其较高的全因死亡。

4. 筛查的获益与危害:既往研究显示内外科治疗均对 aCAS 卒中的预防显示出一定的有效性,同时在筛查的过程也有助于发现潜在的危险因素并根据风险程度积极开展一级预防,因此开展 aCAS 筛查具有一定意义,但目前缺少充分的直接证据表明筛查无症状的颈动脉狭窄可减少不良健康结局(卒中发生或死亡)^[22]。

此外,也需考虑卫生经济学效益^[23-24],无选择地开展全人群颈动脉筛查可能不具备成本效益,对 aCAS 高危人群开展有针对性的筛查可提高检出率,可能实现较好的成本效益。2018 年一项基于瑞士 65 岁以上男性 aCAS 患病率及其他公开的成本数据^[25],使用 Markov 模型进行成本效益分析的研究显示,基于每提高一个质量调整生命年愿意支付 50 000 欧元的条件,从最佳药物治疗(best medical treatment, BMT)获益的卒中风险降低至少达到 22%,在 aCAS 人群进行筛查才符合成本效益,研究结果提示在 65 岁以上的男性人群中进行一次颈动脉超声检查可能是符合成本效益的。国内一项通过开展问卷调查并行血清同型半胱氨酸和颈动脉彩超检查的方式筛查脑卒中高危人群的研究对筛查成本进行分析显示,平均问卷筛查 1 例成本为 16.54 元/例,确诊 1 例高危人群平均成本为 51.32 元/例;平均完成 2 个项目筛查成本为 93.54 元,获益及是否降低卒中发生的风险目前尚不明确。因此,仍需要综合深入开展筛查的卫生经济学评价研究^[26]。

由于颈动脉超声检查的准确性与从业者专业技术水平密切相关,研究显示尽管颈动脉超声对 aCAS 的筛查的敏感性和特异性尚可,但中、重度 aCAS 的判定常会导致大量的假阳性结果^[22],可能导致额外的检查,如 CT 血管成像(computed tomography angiography, CTA)、磁共振血管成像(magnetic resonance angiography, MRA)、全脑血管造影(digital subtraction angiography, DSA)等。弓上 MRA 对于 70%~99% 狭窄的诊断敏感度较高,但存在一定的夸大效应,且对患者配合度要求高。CTA 与 DSA 的一致率较高,但存在电离辐射、肾毒性及成本高等缺点。这些进一步验证性检查同样存在一定的假阳性结果,可能会导致不必要的干预,如支架植入(cerebral artery stenting, CAS)或颈动脉内膜剥脱术(carotid endarterectomy, CEA)等。尽管目前没有充分的直接证据表明筛查无症状的颈动脉狭窄会造成危害,但有证据显示进一步的确诊

性检查和干预,尤其是有创性操作存在潜在危害^[22]。

研究证据表明与目前的药物治疗相比,CEA或CAS治疗aCAS在减少不良结局方面没有获益或获益很小(包括卒中、心肌梗死或死亡),而有充分的直接证据表明,CEA或CAS治疗aCAS可以带来潜在的危害(卒中或死亡)^[22],尤其目前国内CEA及CAS治疗的可及性及规范性仍存较大短板。一项来自中国的颈动脉狭窄外科干预的前瞻性多中心队列研究(revascularization of extracranial carotid artery stenosis, RECAS)纳入2013年11月至2016年2月我国36家省级医学中心的颈动脉狭窄手术干预的患者。根据医院年手术例数(35例/年为界)划分为高容量中心及低容量中心,结果显示aCAS外科治疗的总围手术期并发症率为4.8%[术后1个月内任何卒中、心肌梗死和(或)死亡],其中高手术量中心为4.2%,而在低手术量中心则高达9.0%^[27],提示对aCAS的外科治疗在国内较高的围手术期并发症的情况下(尤其在低手术量中心)可能使得治疗的获益被抵消,甚至带来额外伤害。鉴于此,目前对aCAS的外科干预需谨慎。此外,普通民众和部分医师对颈动脉斑块和狭窄的认识也存在较多误区,对其病因缺乏认识而对其危害过分关注,导致对大量无明显临床意义的颈动脉斑块及轻度狭窄采取过度的医疗检查及干预,造成不必要的经济支出及生活、精神心理干扰。

5. 国际指南观点:2007年、2015年USPSTF声明均不建议对无症状成人常规开展颈动脉筛查^[9, 28],2021年该工作组相继根据新近的研究证据重新审议并重申这一推荐^[22]。即在普通人群中筛查无症状颈动脉狭窄毫无益处,而且可能有害。2011、2014版美国心脏病协会/美国卒中协会(American Heart Association/American Stroke Association, AHA/ASA)一级预防指南推荐意见与上述一致^[7-8]。2017年欧洲血管外科学会(European Society for Vascular Surgery, ESVS)指南也不推荐在普通人群进行aCAS的筛查,但对于合并多重血管病危险因素的患者可考虑进行选择性的筛查(如合并外周动脉病或年龄>65岁,且合并冠心病病史、吸烟或高脂血症的患者),筛查的目的并非着眼于发现可能的外科治疗患者,而是对筛查出的aCAS通过危险因素管理及药物治疗降低后期心脑血管并发症及死亡率^[6]。

二、本声明观点

本共识采用AHA/ASA统一方法,将推荐力度

分为I类(应当实施)、IIa类(实施是适当的)、IIb类(可以考虑)、III类(无益或有害),证据级别分为A(多项随机临床试验或荟萃分析)、B(单项随机试验或非随机研究)、C(专家共识、病例研究或医疗标准)三级。根据该系统先对证据类别及级别进行评估,然后评估监测获益与风险之间的平衡、负担以及费用,综合确定推荐力度。

1. 不推荐在普通人群中常规开展颈动脉筛查(III类推荐,C级证据)。需要在中国人群开展研究明确颈动脉筛查的安全性及有效性,并开展卫生经济学评价。

2. 在aCAS的高危人群(如男性、年龄60岁以上、合并2个或以上卒中主要危险因素)中开展颈动脉筛查可能是合理的(IIb类推荐,C级证据)。

3. 对中度以上aCAS患者(狭窄 $\geq 50\%$)应当进一步评估动脉粥样硬化性心血管疾病(arteriosclerotic cardiovascular disease, ASCVD)10年发病风险,给予最佳内科治疗,包括他汀类和(或)抗血小板药物,同时开展高血压、糖尿病等危险因素的管理以及健康生活方式的综合干预(I类推荐,C级证据)。

4. 对重度aCAS(狭窄 $\geq 70\%$)患者,在预期寿命>5年的情况下,建议在有条件的医院(围手术期卒中和死亡发生率<3%)行CEA或CAS(II类推荐,B级证据)。

5. 在专业学会组织下加强和规范颈动脉超声、CEA及CAS的技术培训是必要的。

6. 大力开展aCAS管理的公众健康教育是必要的。

三、未来研究方向

未来需要更多的研究评估在普通成年人群中筛查aCAS的获益和风险。包括:对aCAS合并不稳定斑块的评价及筛选适宜技术研究;比较CEA或CAS联合最佳药物治疗与单纯药物治疗效果,开展长期结局评价的试验(随访>5年),目前正在进行的无症状颈动脉狭窄血管重建与药物治疗试验2(carotid revascularization and medical management for asymptomatic carotid stenosis-2, CREST-2)、无症状颈动脉狭窄血管重建与药物治疗-血流动力学研究(carotid revascularization and medical management for asymptomatic carotid stenosis-hemodynamics, CREST-H)、欧洲颈动脉外科试验2(European carotid surgery trial-2, ECST-2)、同侧高卒中风险的无症状性重度颈动脉粥样硬化狭窄研究



(asymptomatic severe atherosclerotic carotid artery stenosis at higher than average risk of ipsilateral stroke, ACTRIS)等有望提供更多证据^[22];更重要的是亟需在中国人群中开展上述相关研究,同时开发适合国人的 aCAS 高危人群及 aCAS 卒中发生风险评估工具,以及可能因 CEA 或 CAS 治疗导致危害的人群预测工具并加以验证;对筛查的卫生经济学评价研究也是未来的工作重点之一,目的是从不同的角度为政府决策、医疗卫生相关人员、公众等对于无症状性颈动脉狭窄的理解及干预提供更充分的循证依据。

撰写小组成员(按姓氏笔画排序):于森欣(首都医科大学附属北京天坛医院神经病学中心 国家神经系统疾病临床医学研究中心);刘丽萍(首都医科大学附属北京天坛医院神经病学中心 国家神经系统疾病临床医学研究中心);刘改芬(首都医科大学附属北京天坛医院神经病学中心 国家神经系统疾病临床医学研究中心);郑华光(首都医科大学附属北京天坛医院神经内科 国家神经系统疾病临床医学研究中心);徐蔚海(中国医学科学院北京协和医院神经内科);高远(郑州大学第一附属医院神经内科);魏雨菲(首都医科大学附属北京天坛医院神经病学中心 国家神经系统疾病临床医学研究中心)

讨论专家(按姓氏笔画排序):王小姗(南京脑科医院神经内科);王文志(北京市神经外科研究所);王伊龙(首都医科大学附属北京天坛医院神经病学中心);王芙蓉(华中科技大学附属同济医院神经内科);王丽华(哈尔滨医科大学附属第二医院神经内科);王丽娟(广东省人民医院神经内科);王拥军(首都医科大学附属北京天坛医院神经病学中心 国家神经系统疾病临床医学研究中心);王柠(福建医科大学附属第一医院神经内科);毛玲(武汉协和医院神经内科);帅杰(陆军军医大学附属新桥医院神经内科);田成林(解放军总医院第一医学中心神经内科);史怀璋(哈尔滨医科大学附属第一医院神经外科);朱雨岚(哈尔滨医科大学附属第二医院神经内科);刘丽萍(首都医科大学附属北京天坛医院神经病学中心 国家神经系统疾病临床医学研究中心);刘改芬(首都医科大学附属北京天坛医院神经病学中心 国家神经系统疾病临床医学研究中心);刘佩芳(哈尔滨医科大学附属第二医院神经内科);刘尊敬(中日友好医院神经内科);江文(西安第四军医大学西京医院神经内科);李永利(哈尔滨医科大学附属第二医院神经外科);李玮(陆军特色医学中心神经内科);李国忠(哈尔滨医科大学附属第一医院神经内科);李淑娟(北京朝阳医院神经内科);李敬伟(南京大学医学院附属鼓楼医院神经内科);李焰生(上海交通大学医学院附属仁济医院神经内科);杨弋(吉林大学第一医院神经内科);杨春晓(哈尔滨医科大学附属第二医院神经内科);杨清武[陆军(第三)军医大学第二附属医院神经内科];吴江(哈尔滨医科大学附属第四医

院神经内科);吴波(四川大学华西医院神经内科);何俐(四川大学华西医院神经内科);宋波(郑州大学第一附属医院神经内科);宋海庆(首都医科大学宣武医院神经内科);张乐(中南大学湘雅医院神经内科);张忠玲(哈尔滨医科大学附属第一医院神经内科);张猛(陆军特色医学中心神经内科);张颖冬(南京市第一医院神经内科);陈会生(中国医科大学附属第一医院神经内科);陈阳美(重庆医科大学附属第二医院神经内科);陈康宁(第三军医大学西南医院神经内科);罗本燕(浙江大学医学院附属第一医院神经内科);岳伟(天津市环湖医院神经内科);郑华光(首都医科大学附属北京天坛医院神经病学中心 国家神经系统疾病临床医学研究中心);赵钢(西安第四军医大学西京医院神经内科);赵琨(国家卫生健康委卫生发展研究中心);胡学强(中山大学附属第三医院神经内科);徐安定(暨南大学附属第一医院神经内科);徐运(南京大学医学院附属鼓楼医院神经内科);徐蔚海(中国医学科学院北京协和医院神经内科);高远(郑州大学第一附属医院神经内科);黄凯滨(南方医科大学南方医院神经内科);管阳太(上海交通大学医学院附属仁济医院神经内科);滕伟嵩(哈尔滨医科大学附属第二医院神经内科);濮月华(首都医科大学附属北京天坛医院神经病学中心 国家神经系统疾病临床医学研究中心)

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] GBD 2016 Lifetime Risk of Stroke Collaborators, Feigin VL, Nguyen G, et al. Global, regional, and country-specific lifetime risks of stroke, 1990 and 2016[J]. *N Engl J Med*, 2018, 379(25):2429-2437. DOI: 10.1056/NEJMoa1804492.
- [2] Wang W, Jiang B, Sun H, et al. Prevalence, incidence, and mortality of stroke in China: results from a nationwide population-based survey of 480 687 adults[J]. *Circulation*, 2017, 135(8):759-771. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.025250.
- [3] Wang YJ, Li ZX, Gu HQ, et al. China stroke statistics 2019: a report from the National Center for Healthcare Quality Management in neurological diseases, China National Clinical Research Center for Neurological Diseases, the Chinese Stroke Association, National Center for Chronic and Non-communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention and Institute for Global Neuroscience and Stroke Collaborations[J]. *Stroke Vasc Neurol*, 2020, 5(3): 211-239. DOI: 10.1136/svn-2020-000457.
- [4] Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, et al. 2019 ACC/AHA guideline on the primary prevention of cardiovascular disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on clinical practice guidelines[J]. *Circulation*, 2019, 140(11): e596-e646. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000678.
- [5] Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, et al. 2019 ACC/AHA guideline on the primary prevention of cardiovascular disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart

- Association Task Force on clinical practice guidelines[J]. *Circulation*, 2019, 140(11): e563-e595. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000677.
- [6] Naylor AR, Ricco JB, de Borst GJ, et al. Editor's choice-management of atherosclerotic carotid and vertebral artery disease: 2017 clinical practice guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS) [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2018, 55(1): 3-81. DOI: 10.1016/j.ejvs.2017.06.021.
- [7] Meschia JF, Bushnell C, Boden-Albala B, et al. Guidelines for the primary prevention of stroke: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. *Stroke*, 2014, 45(12): 3754-3832. DOI: 10.1161/STR.0000000000000046.
- [8] Goldstein LB, Bushnell CD, Adams RJ, et al. Guidelines for the primary prevention of stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. *Stroke*, 2011, 42(2): 517-584. DOI: 10.1161/STR.0b013e3181fcb238.
- [9] U.S. Preventive Services Task Force. Screening for carotid artery stenosis: U. S. Preventive Services Task Force recommendation statement[J]. *Ann Intern Med*, 2007, 147(12): 854-859. DOI: 10.7326/0003-4819-147-12-200712180-00005.
- [10] Guirguis-Blake JM, Webber EM, Coppola EL. Screening for asymptomatic carotid artery stenosis in the general population: an evidence update for the U.S. Preventive Services Task Force[M]//Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality, 2020:20-05268-EF-1.
- [11] Jonas DE, Feltner C, Amick HR, et al. Screening for asymptomatic carotid artery stenosis: a systematic review and meta-analysis for the U.S. Preventive Services Task Force[M]//U. S. Preventive Services Task Force Evidence Syntheses, formerly Systematic Evidence Reviews. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality, 2014:13-05178-EF-1.
- [12] Fernandes E, Fernandes J, Mendes Pedro L, Gonçalves I. The conundrum of asymptomatic carotid stenosis-determinants of decision and evidence[J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(19): 1279. DOI: 10.21037/atm-2020-cass-12.
- [13] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国头颈部动脉粥样硬化诊治共识[J]. *中华神经科杂志*, 2017, 50(8): 572-578. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2017.08.003.
- [14] Gagne PJ, Matchett J, MacFarland D, et al. Can the NASCET technique for measuring carotid stenosis be reliably applied outside the trial? [J]. *J Vasc Surg*, 1996, 24(3): 449-455; discussion 455-456. DOI: 10.1016/s0741-5214(96)70201-x.
- [15] Wang Y, Zhao X, Liu L, et al. Prevalence and outcomes of symptomatic intracranial large artery stenoses and occlusions in China: the Chinese Intracranial Atherosclerosis (CICAS) Study[J]. *Stroke*, 2014, 45(3): 663-669. DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.003508.
- [16] Sacco RL, Kargman DE, Gu Q, et al. Race-ethnicity and determinants of intracranial atherosclerotic cerebral infarction. The Northern Manhattan Stroke Study [J]. *Stroke*, 1995, 26(1): 14-20. DOI: 10.1161/01.str.26.1.14.
- [17] Hurford R, Wolters FJ, Li L, et al. Prognosis of asymptomatic intracranial stenosis in patients with transient ischemic attack and minor stroke[J]. *JAMA Neurol*, 2020, 77(8): 947-954. DOI: 10.1001/jamaneuro.2020.1326.
- [18] de Weerd M, Greving JP, Hedblad B, et al. Prevalence of asymptomatic carotid artery stenosis in the general population: an individual participant data meta-analysis [J]. *Stroke*, 2010, 41(6): 1294-1297. DOI: 10.1161/STROKEAHA.110.581058.
- [19] Wang X, Li W, Song F, et al. Carotid atherosclerosis detected by ultrasonography: a national cross-sectional study[J]. *J Am Heart Assoc*, 2018, 7(8): e008701. DOI: 10.1161/JAHA.118.008701.
- [20] Poorthuis M, Sherliker P, Morris DR, et al. Development and internal validation of a risk score to detect asymptomatic carotid stenosis[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2021, 61(3): 365-373. DOI: 10.1016/j.ejvs.2020.11.029.
- [21] Giannopoulos A, Kakkos S, Abbott A, et al. Long-term mortality in patients with asymptomatic carotid stenosis: implications for statin therapy[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2015, 50(5): 573-582. DOI: 10.1016/j.ejvs.2015.06.115.
- [22] US Preventive Services Task Force, Krist AH, Davidson KW, et al. Screening for asymptomatic carotid artery stenosis: US Preventive Services Task Force Recommendation Statement[J]. *JAMA*, 2021, 325(5): 476-481. DOI: 10.1001/jama.2020.26988.
- [23] Yin D, Carpenter JP. Cost-effectiveness of screening for asymptomatic carotid stenosis[J]. *J Vasc Surg*, 1998, 27(2): 245-255. DOI: 10.1016/s0741-5214(98)70355-6.
- [24] Lee TT, Solomon NA, Heidenreich PA, et al. Cost-effectiveness of screening for carotid stenosis in asymptomatic persons[J]. *Ann Intern Med*, 1997, 126(5): 337-346. DOI: 10.7326/0003-4819-126-5-199703010-00001.
- [25] Högborg D, Mani K, Wanhainen A, et al. Clinical effect and cost-effectiveness of screening for asymptomatic carotid stenosis: a markov model[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2018, 55(6): 819-827. DOI: 10.1016/j.ejvs.2018.02.029.
- [26] 孙兰, 万玉静, 姚婷, 等. 家庭医生制度下脑卒中高危人群筛查结果及成本分析 [J]. *中华全科医学*, 2018, 16(9): 1504-1506, 1582. DOI: 10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.000411.
- [27] Yang B, Ma Y, Wang T, et al. Carotid endarterectomy and stenting in a Chinese population: safety outcome of the revascularization of extracranial carotid artery stenosis trial[J]. *Transl Stroke Res*, 2021, 12(2): 239-247. DOI: 10.1007/s12975-020-00835-8.
- [28] Weyer GW, Davis AM. Screening for a symptomatic carotid artery stenosis[J]. *JAMA*, 2015, 313(2): 192-193. DOI: 10.1001/jama.2014.16804.