中国临床医学
Chinese Journal of Clinical Medicine
ISSN 1008-6358
CN 31-1794/R

药物涂层装置治疗椎动脉起始处狭窄病变的临床疗效分析

王永刚, 史振宇, 郭大乔, 唐骁, 司逸, 郭宝磊

引用本文:
王永刚,史振宇,郭大乔,唐骁,司逸,郭宝磊. 药物涂层装置治疗椎动脉起始处狭窄病变的临床疗效分析[J]. 中国临床医学, 2022, 29(2): 147–152.

在线阅读 View online: https://doi.org/10.12025/j.issn.1008–6358.2022.20211985

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

基于单中心的累及颈总动脉/无名动脉的颈动脉狭窄手术治疗策略及疗效分析

Clinical efficacy and surgical strategies of carotid artery and innominate artery stenosis based on single clinical center

中国临床医学. 2019, 26(2): 166–170 https://doi.org/10.12025/j.issn.1008–6358.2019.20190234

血清ECP水平与药物洗脱支架晚期支架内再狭窄的相关性

The relationship between serum eosinophil cationic protein levels and late in–stent restenosis of drug–eluting stents

中国临床医学. 2020, 27(3): 406–409 https://doi.org/10.12025/j.issn.1008–6358.2020.20200847

腔内治疗3级钝性外伤后胸主动脉扩张性疾病的中期随访结果

Mid–term follow–up results of endovascular repair for Grade 3 blunt thoracic aortic injuries

中国临床医学. 2021, 28(2): 204–209 https://doi.org/10.12025/j.issn.1008–6358.2021.20202698

Guidezilla延长导管在冠状动脉非闭塞性钙化病变介入治疗中的应用

Application of Guidezilla extension catheter during percutaneous coronary intervention for non–total occlusive calcified lesions

中国临床医学. 2019, 26(2): 161–165 https://doi.org/10.12025/j.issn.1008–6358.2019.20190487

左心室收缩功能显著减退患者行冠状动脉旋磨术的安全性分析

Safety of coronary rotablation in patients with significant left ventricular systolic dysfunction

中国临床医学. 2020, 27(6): 945–949 https://doi.org/10.12025/j.issn.1008–6358.2020.20201748

DOI：10.12025/j.issn.1008-6358.2022.20211985

·论　著·

药物涂层装置治疗椎动脉起始处狭窄病变的临床疗效分析

王永刚，史振宇*，郭大乔，唐　骁，司　逸，郭宝磊
复旦大学附属中山医院血管外科，上海　200032

引用本文　王永刚，史振宇，郭大乔，等．药物涂层装置治疗椎动脉起始处狭窄病变的临床疗效分析[J]. 中国临床医学，2022, 29(2): 147-152. WANG Y G, SHI Z Y, GUO D Q, et al. Clinical efficacy of drug-coated device in treatment of ostial vertebral artery stenosis[J].Chinese Journal of Clinical Medicine, 2022, 29(2): 147-152.

［**摘要**］ **目的**　探讨药物涂层装置在椎动脉起始处狭窄（ostial vertebral artery stenosis,OVAS）患者中应用的安全性和有效性。**方法**　回顾性分析2018年1月到2020年12月复旦大学附属中山医院血管外科连续收治的18例使用药物涂层装置治疗的OVAS患者的临床资料。所有患者术前行电子计算机断层扫描血管造影、磁共振血管造影和（或）颈部血管超声明确狭窄程度，必要时通过数字减影血管造影（DSA）确认。新发病变手术方式为药物涂层球囊（drug-coated balloon，DCB）、DCB＋裸支架、药物涂层支架（drug-eluting stent，DES）；再狭窄病变手术方式为DCB、DES。观察围手术期技术成功率、临床成功率、不良事件发生情况。术后定期随访，观察病变血管通畅率、随访期不良事件发生率、二次干预率。**结果**　18例患者中新发病变16例、再狭窄病变2例。男性12例，女性6例；年龄54～84岁，平均（67.5±7.8）岁。16例新发OVAS患者中，应用DCB患者6例、DES患者8例、DCB＋裸支架患者2例；2例术后再狭窄患者：1例植入DES、1例应用DCB。围手术期1例患者眩晕症状未得到缓解，1例患者发生小脑卒中。技术成功率为94.4%（17/18），临床成功率88.9%（16/18），围手术期不良事件发生率5.6%（1/18）。随访时间3～38个月，平均（15.4±10.9）个月。随访过程中，1例眩晕症状患者好转，未作任何处理；1例脑卒中患者予对症支持治疗后好转；1例新发病变DCB扩张后，于术后第3个月发生再狭窄。随访过程中血管通畅率94.4%（17/18）、不良事件发生率5.6%（1/18）、二次干预率0%。**结论**　药物涂层装置治疗在OVAS患者中应用再狭窄率低，安全有效。

［**关键词**］ 椎动脉起始处狭窄；腔内治疗；裸支架；药物涂层装置
［**中图分类号**］ R 734.2　　［**文献标志码**］ A

Clinical efficacy of drug-coated device in treatment of ostial vertebral artery stenosis

WANG Yong-gang, SHI Zhen-yu*, GUO Da-qiao, TANG Xiao, SI Yi, GUO Bao-lei
Department of Vascular Surgery, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

［**Abstract**］ **Objective**　To evaluate the safety and effectiveness of drug-coated devices for patients with ostial vertebral artery stenosis (OVAS). **Methods**　Clinical data of 18 consecutive OVAS patients treated with drug-coated devices admitted to the Department of Vascular Surgery of Zhongshan Hospital, Fudan University from January 2018 to December 2020 were retrospectively analyzed. All patients underwent preoperative computed tomography angiography, magnetic resonance angiography and/or carotid ultrasound to clarify the degree of stenosis, and confirmed by digital subtraction angiography if necessary. Surgical methods for new OVAS lesion were: drug-coated balloon(DCB), DCB＋bare metal stent, drug-eluting stent(DES); for restenotic OVAS lesion were: DCB, DES. The perioperative clinical success rate, technical success rate, incidence of adverse events were observed. Regular postoperative follow-up was performed to observe the vascular patency rate, the incidence of adverse events and the rate of secondary interventions. **Results**　Among 18 patients, 16 had new lesions and 2 had restenotic lesions. There were 12 males and 6 females; ages ranged from 54 to 84 years old, with a mean age of (67.5±7.8) years old. 16 patients with new OVAS: 6 patients with DCB, 8 patients with DES, and 2 patients with DCB＋bare metal stent; 2 patients with restenosis OVAS: 1 patient with DES and 1 patient with DCB. One patient had unrelieved vertigo symptoms and one patient had a cerebellar stroke during the perioperative period.

［**收稿日期**］ 2021-08-27　　［**接受日期**］ 2021-12-22
［**基金项目**］ 国家自然科学基金（81870342）. Supported by National Natural Science Foundation of China (81870342).
［**作者简介**］ 王永刚，博士. E-mail: wangyonggang2015@sohu.com
*通信作者(Corresponding author).Tel:021-64041990, E-mail: maxshizhenyu@163.com

The technical success rate was 94.4% (17/18), the clinical success rate was 88.9% (16/18), and the incidence of perioperative adverse events was 5.6% (1/18). The follow-up time was 3-38 months with a mean follow-up time of (15.4±10.9) months. One patient with vertigo symptoms improved during the follow-up period without any treatment, and one patient with stroke improved after symptomatic support treatment without any treatment. During follow-up, restenosis occurred in one new lesion patient in 3 months post-treatment. The vascular patency rate was 94.4% (17/18), the incidence of adverse events was 5.6% (1/18), the rate of secondary intervention was 0%.

Conclusions Drug-coated device is safe and effective for the treatment of OVAS patients with low restenosis rate.

［**Key words**］ ostial vertebral artery stenosis; endovascular therapy; bare metal stent; drug-coated devices

自从 Sundt 等[1]于 1980 年报道了第 1 例椎动脉经皮血管成形术以来，越来越多研究[2]报道了使用球囊血管成形术和（或）支架治疗椎动脉病变。目前研究[3]表明，对于椎动脉起始处狭窄（ostial vertebral artery stenosis，OVAS）伴有椎基底动脉系统症状、无症状双侧椎动脉狭窄大于 70%，以及单侧椎动脉狭窄伴有对侧血管发育不良或闭塞的高危患者，可考虑腔内治疗。然而腔内治疗中普通球囊血管成形术（plain old balloon angioplasty，POBA）和（或）裸支架（bare metal stent，BMS）植入术后易发生再狭窄，再狭窄率可高达 25%～30%[4]。药物涂层球囊（drug-coated balloon，DCB）或药物涂层支架（drug-eluting stent，DES）可释放抗增生及免疫调节药物来防止内膜增生，有效预防再狭窄[5-6]，目前在下肢动脉硬化闭塞性疾病的腔内治疗中得到广泛应用[7]，但是国内缺乏药物涂层装置用于 OVAS 腔内治疗的报道。基于此，本研究对药物涂层装置治疗的 18 例 OVAS 患者进行随访观察，评估药物涂层装置在 OVAS 患者中应用的安全性和有效性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析 2018 年 1 月至 2020 年 12 月复旦大学附属中山医院血管外科连续收治的 18 例药物涂层装置治疗 OVAS 患者。纳入标准：（1）症状性患者，包括眩晕或晕厥、反复发作的后循环短暂性脑缺血发作（transient ischemic attack，TIA）或表现为后循环的脑卒中；（2）OVAS 的高危患者[8]，如单侧椎动脉狭窄伴对侧血管发育不良或对侧椎动脉闭塞；（3）椎动脉中度及重度狭窄。排除标准：（1）无症状及椎动脉轻度狭窄患者；（2）未进行规律随访及失访患者。本研究得到复旦大学附属中山医院伦理委员会的批准（B2021-063）。

所有患者术前均进行电子计算机断层扫描血管造影（computed tomography angiography，CTA）、磁共振血管造影（magnetic resonance angiography，MRA）和(或)颈部血管超声（carotid ultrasound，CUS），必要时通过数字减影血管造影（digital subtraction angiography, DSA）确认。根据北美症状性动脉内膜切除协作研究组（the North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial，NASCET）标准计算椎动脉狭窄程度。轻度狭窄：血管狭窄率＜50%；中度狭窄：50%≤血管狭窄率＜70%；重度狭窄：血管狭窄率≥70%[3]。

1.2 手术方法 在复合手术室内，所有患者在局部麻醉下，医师依据股动脉血管条件行股动脉切开或经皮股动脉穿刺，放置 5F 导管鞘后，常规静脉肝素化（60～100 IU/kg），将 7F 长鞘通过 0.035 inch 导丝推进到锁骨下动脉。在路图（Roadmap）引导下，将 0.014 inch 的微导丝通过椎动脉狭窄病变进入远端椎动脉。依据病变侧血管条件和解剖学形态，决定是否使用远端栓塞保护装置（embolic protection device，EPD）。在球囊血管成形术和（或）支架植入前，术中 DSA 结合术前影像学检查选择球囊或支架尺寸（oversize 10%～15%）。新发病变手术方式：DCB、DCB＋BMS、DES。对于椎动脉起始处明显扭曲的 OVAS 患者在 POBA 序贯扩张的基础上，单纯使用 DCB；对于椎动脉形态好、直径≤4 mm 且短病变的患者可使用冠状动脉 DES；而对于直径大于 4 mm 的患者，因目前市场上所能提供的冠状动脉支架直径最大为 3.5 mm，因此选择使用 DCB＋BMS。再狭窄病变手术方式：DCB、DES。术后再次造影测量残余狭窄、明确后循环血流变化以及排除血管破裂、远端栓塞或血管穿孔、穿刺点血肿等不良事件。

1.3　随访方法及终点事件　围手术期技术成功定义为残余狭窄≤30%，无院内卒中或死亡。临床成功定义为技术成功，加上椎基底动脉系统症状消失[9]。围手术期不良事件定义为院内卒中或死亡，血管穿孔、出血、远端栓塞、穿刺点并发症等[9]。患者分别于术后3、6、12个月以及每年进行门诊随访，行CTA、MRA和（或）CUS等无创影像学检查，必要时行DSA检查。随访过程中血管通畅定义为再狭窄≤50%。随访终点事件：主要终点事件包括死亡和脑卒中；次要终点事件包括支架移位或断裂、再狭窄、再发TIA、眩晕或晕厥等[2,9]。

1.4　统计学处理　采用SPSS 23.0处理相关数据。正态分布计量资料以$\bar{x}\pm s$表示，计数资料用%表示，Kaplan-Meier法分析随访期间血管通畅率和不良事件发生率。

2　结　果

2.1　一般情况　共纳入18例患者（表1），其中新发病变16例、再狭窄病变2例；男性12例（66.7%），女性6例（33.3%）；年龄54～84岁，平均（67.5±7.8）岁。其中左侧OVAS患者12例（66.7%）、右侧OVAS患者6例（33.3%）。吸烟患者2例（11.1%）、饮酒患者3例（16.7%）；冠心病1例（5.6%）、高血压4例（22.2%）、糖尿病2例（11.1%）、高脂血症3例（16.7%）。伴发的主要症状：眩晕或晕厥患者15例（83.3%）、后循环TIA或脑卒中患者3例（16.7%）。一侧椎动脉闭塞患者2例（11.1%），其中1例合并锁骨下动脉病变（5.6%）。合并同侧颈动脉病变2例（11.1%）。中度狭窄病变血管10例（55.6%）、重度狭窄病变血管8例（44.4%）。

2.2　围手术期结果　16例新发OVAS患者中，手术方式为DCB的患者6例，5例采用Orchid DCB（Acotec Scientific公司）、1例采用Reewarm DCB（中国Endovastec公司）；手术方式为DES的患者8例，4例患者采用Xience Xpedition DES（美国Abbott Vascular公司）、3例患者为FireBird2 DES（中国MicroPort公司）、1例Buma DES（中国Sinomed公司）；DCB＋BMS患者2例，1例为Orchid DCB、1例为Reewarm DCB，裸支架均为Herculink Elite支架（美国Abbott Vascular公司）。

表1　OVAS患者基本信息

指标	数值
年龄/岁	67.5±7.8
性别 *n* (%)	
男性	12 (66.7)
女性	6 (33.3)
新发病变 *n* (%)	16 (88.9)
再狭窄病变 *n* (%)	2 (11.1)
左侧OVAS *n* (%)	12 (66.7)
右侧OVAS *n* (%)	6 (33.3)
伴发主要症状 *n* (%)	
眩晕或晕厥	15 (83.3)
后循环TIA或脑卒中	3 (16.7)
一侧椎动脉闭塞 *n* (%)	2 (11.1)
合并对侧锁骨下动脉狭窄 *n* (%)	1 (5.6)
合并同侧颈动脉病变 *n* (%)	2 (11.1)
椎动脉狭窄程度 *n* (%)	
中度狭窄	10 (55.6)
重度狭窄	8 (44.4)

2例OVAS再狭窄患者，1例为PALMAZ BLUE支架（美国Cordis公司）再狭窄，处理方式为Buma DES；1例为Express SD支架（美国Boston Scientific公司）再狭窄，处理方式为Orchid DCB。2例患者使用EPD，其中1例为Emboshield NAV6（美国Abbott Vascular公司）、1例为Filterwire EZ（美国Boston Scientific公司）。2例合并同侧颈动脉狭窄的患者均一期处理，处理方式为颈动脉支架植入术（carotid artery stenting，CAS）。1例合并对侧锁骨下动脉狭窄的患者一期处理，处理方式是POBA＋BMS。

手术进展顺利，DCB扩张和（或）DES/BMS植入后残余狭窄≤30%，未发生血管破裂、穿孔、远端栓塞和穿刺点血肿等不良事件。围手术期1例患者眩晕症状未得到缓解，1例患者发生小脑卒中。技术成功率为94.4%（17/18），临床成功率88.9%（16/18），围手术期不良事件发生率5.6%（1/18，表2）。

2.3　随访及统计学结果　18例患者随访时间3～38个月，平均（15.4±10.9）个月。随访过程中1例眩晕症状患者好转，未作任何处理。1例脑卒中患者予对症支持治疗后好转，未作任何处理。1例新发病变在Orchid DCB扩张后，于术后第3个月发生再狭窄，狭窄程度约50%，因患者

无症状，未作处理。随访过程中未发生脑卒中、TIA、出血、死亡等并发症。随访过程中血管通畅率 94.4%（17/18，图 1A）、不良事件发生率 5.6%（1/18，图 1B）、二次干预率 0。

表 2 药物涂层装置治疗 OVAS 患者的围手术期结果

N=18

指标	数值
新发病变 *n* (%)	16 (88.9)
DCB	6
DES	8
DCB＋BMS	2
再狭窄病变 *n* (%)	2 (11.1)
DCB	1
DES	1
远端保护装置 *n* (%)	2 (11.1)
Emboshield NAV6	1
Filterwire EZ	1
合并对侧锁骨下动脉狭窄 *n* (%)（POBA＋BMS）	1 (5.6)
合并同侧颈动脉病变 *n* (%)（CAS）	2 (11.1)
技术成功 *n* (%)	17 (94.4)
临床成功 *n* (%)	16 (88.9)
围手术期不良事件发生 *n* (%)	1 (11.1)

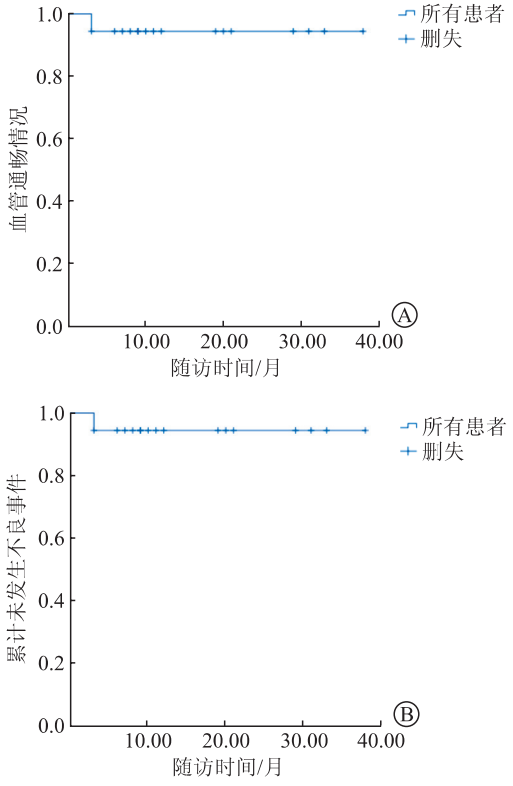

图 1 患者随访结果

A：所有患者随访期血管通畅情况；B：所有患者随访期不良事件发生情况

3 讨 论

临床上约 80% 的脑卒中是缺血性的，20%～25% 的缺血性脑卒中发生在后循环中。10%～20% 的椎动脉狭窄（vertebral artery stenosis，VAS）患者会发生脑卒中。因 VAS（狭窄程度大于 50%）引起的 TIA 5 年内脑卒中复发的风险为 30%。VAS 患者发生卒中或死亡的风险是非 VAS 患者的 6 倍[10]。其中，OVAS 是 VAS 最常见的病变部位[8]。

目前对 OVAS 治疗方式尚存在争议，但对于 OVAS 高危患者可以考虑腔内治疗，然而 POBA 和（或）BMS 术后最常见的并发症为再狭窄。再狭窄主要是因血腔内治疗会导致血管壁损伤，平滑肌细胞增生，导致新血管增生进而导致血管狭窄。而使用 DCB/DES 可释放抗增生及免疫调节药物来防止新内膜增生，预防再狭窄[11-13]。目前，国内尚未见 OVAS 使用药涂装置治疗的报道，在国外一项关于椎动脉 DCB 的研究[14]中，12 例患者中位随访期 6.1 个月，均未发生再狭窄。相较于 BMS，DES 有更低的再狭窄率，再狭窄率分别为 4.5%（DES）和 19.1%（BMS）[15]、4.7%（DES） 和 11.6%（BMS）[16]。本研究也表明，采用药物涂层装置治疗 OVAS 患者（无论对于新发病变还是再狭窄病变）安全有效。

本研究入组 18 例患者均为 OVAS 的高危患者，技术成功率为 94.4%（17/18）、临床成功率 88.9%（16/18）、围手术期不良事件发生率 5.6%（1/18）。围手术期仅 1 例患者发生小脑卒中，随访过程中症状消失。与既往椎动脉支架研究[13]报道的 0～5% 相似，也从一方面说明，腔内治疗对 OVAS 是安全有效的。随访过程中血管通畅率 94.4%（17/18）、不良事件发生率 5.6%（1/18）、二次干预率为 0。再狭窄率和再干预率明显好于同时期使用普通 BMS 治疗的患者，说明药物涂层装置的使用确实有助于防治 OVAS 腔内治疗后的再狭窄。

本研究中 16 例新发 OVAS 病变中，6 例患者使用 DCB，8 例患者使用 DES，2 例患者使用 DCB＋BMS。对于不同药物涂层装置的选择，研究[17]表明，DCB 在症状性颅内动脉粥样硬化性疾

病（intracranial atherosclerotic diseases，ICAD）疗效确切，甚至鼓励在颅外血管中也使用DCB。

笔者依据有限使用经验认为，相较于DES，对于OVAS病变，DES和DCB各有利弊。DCB柔顺性更好，特别是对于明显扭曲OVAS病变，操作更加灵活。使用DCB治疗后的血管内没有残留的异物，减少由于锁骨下动脉与椎动脉解剖关系，造成的支架断裂等。此外，DCB患者不需要延长双重抗血小板治疗（dual antiplatelet therapy，DAPT）的持续时间，而DES患者的DAPT持续时间建议为3～6个月。在使用较短DAPT持续时间（1～3个月）的DCB研究[18]中，与观察到的较长DAPT持续时间相比，主要心脏不良事件无显著增加。但是，DCB使用的主要缺点在于对于OVAS病变缺少支撑，即刻的残余狭窄和迟发性的弹性回缩更明显。而本组单纯使用DCB患者中，存在1例在随访过程中出现弹性回缩，反映了DCB在这一方面的不足。释放时后定位更准确的自膨式DES可能是今后的一种选择。

本研究入组2例支架内再狭窄患者，其中1例为BMS术后植入DES，1例为BMS术后应用DCB。随访均未发生不良事件，但对于已发生的OVAS再狭窄患者药物涂层装置是一种选择。本研究中2例患者使用EPD来防止栓塞事件，对于EPD的使用目前尚存在争议，有研究[13]表明额外的操作可能导致更高的并发症发生率。但是对于治疗侧椎动脉接近闭塞（斑块负荷量大）或完全闭塞、对侧椎动脉闭塞、病变侧椎动脉直径在3 mm以上的患者可使用EPD来防止栓塞，同时要注意治疗侧椎动脉起始处扭曲不明显，保护伞易于释放及回收。

综上所述，药物涂层装置在OVAS患者中应用再狭窄率低、安全有效。

利益冲突：所有作者声明不存在利益冲突。

参考文献

[1] SUNDT T M Jr, SMITH H C, CAMPBELL J K, et al. Transluminal angioplasty for basilar artery stenosis[J]. Mayo Clin Proc, 1980, 55(11):673-680.

[2] JENKINS J S, PATEL S N, WHITE C J, et al. Endovascular stenting for vertebral artery stenosis[J]. J Am Coll Cardiol, 2010, 55(6):538-542.

[3] LAZZARO M A, BADRUDDIN A, ABRAHAM M G, et al. Proposed angiographic criteria for measurement of vertebral artery origin stenosis: the vertebral origin treatment with endovascular therapy (VOTE) method[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2012, 21(8):712-716.

[4] JENKINS J S, STEWART M. Endovascular treatment of vertebral artery stenosis[J]. Prog Cardiovasc Dis, 2017, 59(6):619-625.

[5] TESFAMARIAM B. Local arterial wall drug delivery using balloon catheter system[J]. J Control Release, 2016, 238:149-156.

[6] WERNER M, BRÄUNLICH S, ULRICH M, et al. Drug-eluting stents for the treatment of vertebral artery origin stenosis[J]. J Endovasc Ther, 2010, 17(2):232-240.

[7] JIA X, ZHANG J, ZHUANG B, et al. Acotec drug-coated balloon catheter: randomized, multicenter, controlled clinical study in femoropopliteal arteries: evidence from the AcoArt Ⅰ Trial[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2016, 9(18):1941-1949.

[8] QIU D, ZHANG L, DENG J, et al. New insights into vertigo attack frequency as a predictor of ischemic stroke[J]. Front Neurol, 2020, 11:593524.

[9] MADONIS S M, JENKINS J S.Vertebral artery stenosis[J]. Prog Cardiovasc Dis, 2021, 65:55-59.

[10] SAVITZ S I, CAPLAN L R. Vertebrobasilar disease[J]. N Engl J Med, 2005, 352(25):2618-2626.

[11] WANG Y, MA Y, GAO P, et al. First report of drug-coated balloon angioplasty for vertebral artery origin stenosis[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2018, 11(5):500-502.

[12] VAJDA Z, MILOSLAVSKI E, GUTHE T, et al. Treatment of stenoses of vertebral artery origin using short drug-eluting coronary stents: improved follow-up results[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2009, 30(9):1653-1656.

[13] BORHANI HAGHIGHI A, EDGELL R C, CRUZ FLORES S, et al. Vertebral artery origin stenosis and its treatment[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2011, 20(4):369-376.

[14] GRUBER P, BERBERAT J, KAHLES T, et al. Angioplasty using drug-coated balloons in ostial vertebral artery stenosis[J]. Ann Vasc Surg, 2020, 64:157-162.

[15] SONG L, LI J, GU Y, et al. Drug-eluting *vs*. bare metal stents for symptomatic vertebral artery stenosis[J]. J

Endovasc Ther, 2012, 19(2):231-238.

［16］ LANGWIESER N, BUYER D, SCHUSTER T, et al. Bare metal *vs*.drug-eluting stents for extracranial vertebral artery disease:a meta-analysis of nonrandomized comparative studies[J]. J Endovasc Ther, 2014, 21(5):683-692.

［17］ GRUBER P, BRAUN C, KAHLES T, et al. Percutaneous transluminal angioplasty using the novel drug-coated balloon catheter SeQuent Please NEO for the treatment of symptomatic intracranial severe stenosis: feasibility and safety study[J]. J Neurointerv Surg, 2019, 11(7):719-722.

［18］ KLRBER F X, RITTGER H, BONAVENTURA K, et al. Drug-coated balloons for treatment of coronary artery disease: updated recommendations from a consensus group[J]. Clin Res Cardiol, 2013, 102(11):785-797.

［本文编辑］ 王 迪