DOI: 10.12289/j.issn.2097-4345.24354

·下肢动脉硬化闭塞症专题·

下肢动脉闭塞疾病的减容治疗进展

袁良喜, 陈　亮
(中国人民解放军海军军医大学第一附属医院血管外科,上海　200433)

【摘要】减容治疗是下肢动脉闭塞疾病腔内治疗的发展热点。随着器材的更新,减容方法不断丰富,但每种减容装置有其独特的优势与不足。临床医生应根据病变的特点及各种治疗方法的性价比选择最佳的治措施。

【关键词】减容; 外周动脉疾病; 下肢
【中图分类号】R654.4 【文献标志码】A 【文章编号】2097-4345(2024)06-0785-06

Progress in debulking therapy for lower extremity arterial occlusive disease

YUAN Liangxi, *CHEN Liang*
(Department of Vascular Surgery, First Affiliated Hospital of the Naval Medical University, Shanghai 200433, China)

【Abstract】Debulking therapy is a hot spot in the development of endovascular treatment of lower extremity arterial occlusive disease. With the update of equipment, the debulking methods are constantly enriched, but each debulking device has its own unique advantages and disadvantages. Clinicians should choose the best treatment method according to the characteristics of the lesion and the cost-effectiveness of various treatment methods.

【Key words】debulking; peripheral arterial disease; lower limb

随着我国人口老龄化比例的增大,血管疾病的发病率逐年升高,下肢动脉闭塞疾病已成为影响生活质量的主要疾病之一。目前,腔内治疗仍然是其治疗的最佳选择[1]。“leave nothing behind”和“vessel preparation”等新的血管腔内治疗理念[2-3],促进了各项新技术的发展,尤其是各种减容装置的特色应用。如何精准地使用各项减容技术,是提高下肢动脉闭塞疾病的治疗成功率和预后效果的关键之一。

1　下肢动脉闭塞疾病的分类

下肢动脉闭塞疾病是指各种原因引起的血管管腔狭窄,导致下肢缺血、疼痛和运动障碍等的一类疾病,若未能及时有效地处理,可能走向截肢、死亡等严重不良结局[4]。通过病因和治疗方式的不同,可以将下肢动脉闭塞疾病分为以下 3 种:(1) 腔内原因引起的动脉闭塞或狭窄,例如慢性血管闭塞性病变继发血栓形成或栓塞造成的急性下肢动脉缺血;(2) 血管腔壁原因引起的动脉闭塞或狭窄,例如动脉壁钙化、内膜增生、粥样斑块形成等;(3) 经治疗后的支架内再狭窄,这是一种特殊的动脉闭塞疾病,是指在支架内动脉腔体以及支架近端和远端 5 mm 内细胞、细胞外基质和血栓向内生长导致的血管管腔容积减小[5]。

收稿日期: 2024-09-29　　录用日期: 2024-11-01
基金项目: 国家自然科学基金(82270521,81970413);上海长海医院临床新技术孵育项目(2024XC109)
作者简介: 袁良喜(1980—),男,博士,副主任医师,副教授,硕士生导师,国际血管联盟中国分部下肢动脉专家委员会副主任委员,上海市医学会血管外科青年委员会副主任委员等,E-mail: yuanlx116@163.com

2 减容治疗的新进展

减容治疗是通过减容装置去除血管内病态物质(如动脉粥样硬化斑块、血栓、增生内膜等)的方法,可以减少腔内容量负荷,扩大管腔容积,从而改善血液流动和促进血管的重建。

2.1 腔内原因

对于腔内原因引起的管腔闭塞或狭窄,传统的手术治疗措施是 Fogarty 导管取栓术或置管溶栓术(catheter dirceted thrombolysis, CDT),同时结合球囊和支架的使用,可有效去除栓子,开通动脉,但均有其局限性[6]。随着腔内治疗技术和器具的快速发展,经皮血栓清除装置(percutaneous mechanical thrombectomy, PMT)已在临床广泛使用,因其具有微创、快速、准确清除血栓性病变而不增加出血性风险的优势,可以用于有溶栓禁忌证和高手术风险的患者[7]。目前常用的机械吸栓装置主要有 Rotarex 系统和 AngioJet 系统两种。Rotarex 系统的工作原理是通过导管内高速旋转的刀头将血栓切割粉碎并吸出,对于混合有陈旧性血栓,或者新生血栓以及病态增生内膜均具有清除能力[8]。但有可能对血管造成损伤,血管直径越小,损伤概率越大。Heller 等[9]发现,采用 Rotarex 治疗 147 例急性下下肢动脉阻塞患者,血运重建成功率为 90.5%,30 d 总死亡率为 0.7%,截肢率为 2%。据 Freitas 等[10]统计,采用 Rotarex 治疗 525 例急性和亚急性外动脉阻塞患者,手术技术成功率为 97.7%,30 d 主要不良事发生率为 6.9%,死亡率为 1%,随访 1 年后,74.1%的患血运情况保稳定。同是吸栓装置,但 AngioJet 和 Rotarex 两者工作原理有所不同。AngioJet 是利用高速喷出的水流经导管头端,在管腔里形成一种伯努利效应,造成负压,击碎并吸出血栓,同时可在水中加入溶栓剂,AngioJet 的原理主要是溶栓+吸栓过程,因此,其血管壁损伤风险很小,更适用于新鲜血栓,但对于陈旧性血栓的清除能力相对弱很多,并且由于溶栓剂的存在,其出血及发生肌红蛋白尿的风险也较高。在 Leung 等[11]的研究中,采用 AngioJet 处理 283 例急性下动脉闭塞的患者,吸栓成功率为 83%,随访 1 年后,保肢率和存活率分别为 81%和 91%。AngioJet 机械吸栓装置对下肢静脉系统血栓也有较好的疗效,杨亮等[12]分析,AngioJet 联合 CDT 治疗下肢深静脉血栓(deep venous thrombosis, DVT)形成,近期疗效显著,有助于减少溶栓时间、住院时间、尿激酶用量,降低出血风险。机械吸栓术作急性下肢缺血的一线微创治疗,安全、快捷、有效,使大多数患者的临床症状和血流动力学得到改善,其疗效可优于传统手术取栓[13]。

2.2 腔壁原因

对于腔壁原因引起的血管闭塞或狭窄,多应用球囊扩张和支架植入术进行治疗,通过球囊和支架对斑块的破坏和挤压,可以扩大有效管腔容积,改善血运[14]。但球囊扩张和支架植入不可避免地会对慢性的血管病变造成一定的急性的“损伤”,对于钙化严重或质地较硬的斑块,球囊扩张可能会使得斑块破裂、移位,支架植入术无法避免支架内再狭窄、闭塞等相关并发症[15],并且支架可能会变形或断裂,存在急性动脉闭塞风险。对于复杂、长段的膝下动脉血管病变,普通球囊血管成形术疗效甚微,支架植入也很难有理想效果[16]。而减容技术是对粥样斑块的移除而非压缩,不对腔壁造成牵拉,通过去除血管壁上增生的内膜等物质扩大管腔容量,可以有效降低球囊扩张所伴随的血管损伤、弹性回缩、夹层等问题发生率,同时可以对管腔进行预先准备,为后续治疗创造条件[17]。目前,针对腔壁常用的减容技术包括定向斑块旋切术(directional atherectomy, DA)、旋磨斑块切除术(rotational plaque removal)、准分子激光斑块消蚀(excimer laser ablation, ELA)和轨道斑块切除术(orbital atherectomy, OA)等。

DA 是一种精准清除动脉粥样硬化斑块的方法,主要包括 SilverHawk、TurboHawk 和 Hawk One(Medtronic 公司,美国)三代定向斑块切除系统和 Jetstream 系统(Bositon 公司,美国)。Hawk One 是最新型号,拥有适合几乎所有类型钙化斑块的刀片以及两种不同长度的锥形收集导管型号,用途更为广泛。DA 适应于短段、多处、分散病变、跨关节病变、高钙化病变和下肢动脉穿刺区等部位病变,可以减少多类型支架的植入,又能克服球囊扩张等其他治疗手段对高钙化病变疗效不佳的缺陷。Rastan 等[18]使用 SilverHawk 斑块旋切术治疗 145 例受试者的 189 处膝下动脉病变,术后随访 1 年,患肢一期通畅率为 84%,保肢率高达 97.1%。研究发现,使

用 DA 较容易引起远端栓塞[19]，所以要同时使用栓塞保护装置。McKinsey 等[20]通过前瞻性研究评估了 DA 治疗下肢动脉闭塞疾病的安全性和有效性，在 800 例下肢动脉闭塞疾病患者中，12 个月初级通畅率为 78%，围手术期的不良事件主要有栓塞（3.8%）、穿孔（5.3%）和血管突然闭塞（2.0%），救助支架植入率为 3.2%。Roberts 等[21]评估了 DA 治疗下肢股腘动脉中度钙化的效果，在使用 DA 处理了 133 例研究对象的 168 处重度钙化病灶后，结果显示 30 d 免于主要不良事件率为 93.1%，一期通畅率（靶血管狭窄率<50%）达 92%，其中 88.4%的保护伞搜集到远端脱落栓子，远端血管堵塞概率为 2.3%，可以证实在 DA 治疗过程中使用远端保护伞是必要的。

斑块旋磨切除术在临床上多用于进行急性、亚急性动脉栓塞和下肢深静脉血栓形成，目前常用的装置包括 Jetstream 斑块切除系统和 Rotarex 系统。Jetstream 斑块切除系统的特点是在对病变进行非定向斑块旋转切除的同时，可将旋切下的斑块碎屑抽吸至体外，降低远端血管栓塞率。Maehara 等[22]评估了 Jetstream 斑块切除系统治疗严重钙化的股-腘动脉病变的效果，在美国 5 个中心，使用 Jetstream 斑块切除系统治疗了 55 例在造影中显示重度钙化的患者，重点分析了其中 26 例血管内超声提示外周动脉严重钙化的患者。治疗前后，最小管腔面积从（5.1 ± 2.8）mm^2 增加到（8.3 ± 2.6）mm^2，面积狭窄［（1-最小管腔面积）/参考管腔面积］从（64 ± 17）%降低到（41 ± 18）%，钙化斑块的凸面形态和表面凹凸不平的发生率分别从 66%下降到 26%和 54%下降到 31%。术后 30 d，所有经治疗患者均未发生主要不良事件。研究提示，使用 Jetstream 斑块切除系统可以有效增加中度或重度钙化的股-腘动脉病变的管腔直径，且无严重并发症。Rotarex 系统的特点是适用于急性或亚急性下肢动脉栓塞、伴或不伴有血栓的下肢动脉硬化闭塞症等，缺点是对于增生性内膜以及陈旧血栓的减容效果欠佳，因此还需与药物涂层球囊及支架等手段结合使用[23]。

ELA 是利用准分子激光的能量低温下对动脉内的硬化斑块进行消蚀，从而消除斑块达到减容的一种治疗方式。ELA 通过光消蚀将粥样硬化斑块转变为微小碎片、CO_2 和水，从而改变了钙化膜下表面斑块和硬组织的形态，既有利于后期处理，又不会产生远端栓塞，可以在不损伤邻近组织和抑制血小板聚集的情况下消融和清除新生内膜组织，集血管开通、减容及预处理于一体。膝下动脉管径较细，且多钙化严重，单纯的球囊扩张对膝下病变的疗效并不理想。ELA 治疗能够有效地消蚀膝下动脉斑块和增生组织，增加管腔容积，可以显著提高腔内治疗膝下动脉的长期疗效。Singh 等[24]对 731 例膝下动脉严重缺血患者的临床资料进行回顾性分析，其中 ELA+PTA 组 398 例，单纯 PTA 组 333 例，两组间比较，ELA+PTA 组使残留狭窄小于 50%的可能性提高了 7 倍，膝下病程度评分改善的可能性提高了 5 倍。李杨等[25]对采用 ELA 治疗的 21 例膝下动脉硬化闭塞症患者的临床资料进行分析，发现术后踝-肱指数（ankle brachial index，ABI）较术前明显改善，术后 3、6 个月一期通畅率分别为 86.7%、80.0%。研究表明，ELA 联合 PTA 是有效和安全的，能够更好地治疗复杂的腘窝和腘窝下血管疾病的严重缺血，可以有效避免截肢。

OA 装置与旋磨装置相似，其特点是减容效果与转速呈正相关。以 Diamondback 360°为代表的轨道斑块切除技最初在冠状动脉粥样硬化斑块切除中被广泛使用，后被证实在下肢动脉闭塞疾病中也有很好的减容效果[26]。Diamondback 360°凭借其椭圆形的轨道冠，可以通过增加转速使得管腔逐渐变宽，从而无需反复去交换毛刺大小。此外，双向运动可以保证连续的血液流动，在理论上减少了治疗过程中的热损伤和再灌注损伤的风险[27]。在一项多中心研究中[28]，比较了 OA+球囊扩张血管成形术（balloon angioplasty，BA）和单纯 BA 在严重下肢缺血患者中的治疗效果，OA+BA 患者的手术成功率为 93.1%，单独 BA 患者的手术成功率为 82.4%，随访 1 年后，两组患者均未发生手术相关的截肢。OA 的使用增加了达到理想血管成形术结果的机会，减少了救助性支架置入的急性需求，并提高了手术成功率。

2.3　支架内再狭窄

随着腔内治疗技术的广泛应用，支架内再狭窄的发病率也随之提升，如何有效治疗支架内再

狭窄,成为了新的难点,目前最主要的处理方法依旧是球囊扩张和覆膜支架植入[29-30],但这两种方法均不能去除支架内病态增生物质。球囊扩张是利用球囊的压力将病态增生物质挤压到支架内壁上,这样既可能导致远端血管栓塞,而且术后再次狭窄的概率较高。Kinstner 等[31]使用药物洗脱球囊血管成形术和标准球囊血管成形术治疗 74 例外周动脉支架内再狭窄患者,两者术后 12 个月一期通畅率分别为 40.7%和 13.4%。再次覆膜支架植入的一期通畅率相对较高,但会致使血管内径减小,影响后续治疗。减容技术可以很好地弥补这两种方法的局限,成为处理支架内再狭窄的有效方式。使用减容装置在覆膜支架植入前对支架内新生内膜进行减容,可以改善管腔的横截面积,减少覆膜支架的内折和急性或亚急性血栓形成的风险。ELA 是唯一一种经美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)认证的治疗股腘动脉 ISR 的装置,在一项多中心、前瞻性研究中,Dippel 等[32]发现,相对于单纯的 PTA,ELA+PTA 受试者显示出更高的手术成功率(93.5%和 82.7%)和更少的手术并发症。此外,DA、旋磨切除术和 OA 目前也常被用于治疗支架内再狭窄。Li 等发现[33],在 12 项研究中,使用减容装置对 743 例股腘动脉再狭窄患者进行治疗,1 年总体初级通畅率为 58.3%,1 年免于靶目标血运重建率为 67.0%。减容装置联合药物涂层球囊可能是未来治下肢动脉 ISR 复杂病变的有效方法。

3 展　望

减容治疗对下肢动脉闭塞疾病的治疗效果肯定,可以清除斑块,开放管腔,改善血管顺应性,减少夹层发生和支架植入率,具有极大的优势。但其也有很多局限,如远期通畅率快速下降、缺乏长期的随访结果和高价格等。在诊疗中应当更加注重根据患者的具体情况而选择最适合的减容治疗方式,以提高治疗效果。下肢动脉闭塞疾病的病因、症状及病程因患者而异,因此采用个体化治疗策略至关重要。在研究中,要加强新技术的研发,采用更先进的传感器和监测系统,以实时分析血管内的情况,从而优化治疗方案。如使用机器人辅助手术[34],可以在透视过程中提高操作的精准性及减少辐射剂量,并且提供了真正“远程手术”的可能性。对于复杂的下肢动脉闭塞性疾病,常需要采用多种治疗方式,更需要长期有效的医疗护理,所以除了直接的血管干预外,还需要建立一个包括预防措施、风险因素控制、药物治疗等在内的综合管理模式[35]。结合减容治疗与药物治疗及其他非手术疗法[36-37],将是提高下肢动脉闭塞性疾病治疗效果的重要方向。

利益冲突声明　所有作者声明不存在利益冲突。
作者贡献说明　袁良喜:确定研究方向、进行论文构思及论文修改并提供经费支持;陈亮:文献查阅、论文撰写、论文修订和完善。

【参考文献】

[1] KOKKINIDIS D G, ARMSTRONG E J. Emerging and future therapeutic options for femoropopliteal and infrapopliteal endovascular intervention[J]. Interv Cardiol Clin, 2017,6(2):279-295.
[2] ARMSTRONG E J, WALDO S W. Drug-coated balloons for long superficial femoral artery disease: leaving nothing behind in the real-world[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2016,9(9):957-958.
[3] BOSIERS M. Is vessel prep necessary before treating the superficial femoral artery? [J]. J Cardiovasc Surg, 2019,60(5):557-566.
[4] REINECKE H, UNRATH M, FREISINGER E, et al. Peripheral arterial disease and critical limb ischaemia: still poor outcomes and lack of guideline adherence [J]. Eur Heart J, 2015,36(15):932-938.
[5] HO K J, OWENS C D. Diagnosis, classification, and treatment of femoropopliteal artery in-stent restenosis [J]. J Vasc Surg, 2017,65(2):545-557.
[6] EBBEN H P, JONGKIND V, WISSELINK W, et al. Catheter directed thrombolysis protocols for peripheral arterial occlusions: a systematic review[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2019,57(5):667-675.
[7] BUNC M, STEBLOVNIK K, ZORMAN S, et al. Percutaneous mechanical thrombectomy in patients with high-risk pulmonary embolism and contraindications for thrombolytic therapy[J]. Radiol Oncol, 2020,54(1):62-67.
[8] 张韬,张学民,张小明,等. 机械血栓清除术治疗急性-

亚急性股腘动脉支架内血栓 21 例[J]. 中国微创外科杂志,2019,19(2):127-131.

[9] HELLER S, LUBANDA J C, VAREJKA P, et al. Percutaneous mechanical thrombectomy using rotarex® S device in acute limb ischemia in infrainguinal occlusions[J]. Biomed Res Int, 2017,2017:2362769.

[10] FREITAS B, STEINER S, BAUSBACK Y, et al. Rotarex mechanical debulking in acute and subacute arterial lesions[J]. Angiology, 2017,68(3):233-241.

[11] LEUNG D A, BLITZ L R, NELSON T, et al. Rheolytic pharmacomechanical thrombectomy for the management of acute limb ischemia: results from the PEARL registry[J]. J Endovasc Ther, 2015,22(4):546-557.

[12] 杨亮,姚双龙,胡世兵,等. AngioJet 机械性血栓抽吸联合导管接触溶栓治疗急性下肢深静脉血栓形成效果观察[J]. 介入放射学杂志,2021,30(6):561-565.

[13] 梁思渊,周龙,王涛,等. Rotarex 机械性清除血栓治疗急性下肢缺血近中期效果[J]. 介入放射学杂志,2019,28(2):114-119.

[14] KATSANOS K, TEPE G, TSETIS D, et al. Standards of practice for superficial femoral and popliteal artery angioplasty and stenting[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2014,37(3):592-603.

[15] KOKKINIDIS D G, JEON-SLAUGHTER H, KHALILI H, et al. Adjunctive stent use during endovascular intervention to the femoropopliteal artery with drug coated balloons: insights from the XLPAD registry[J]. Vasc Med, 2018,23(4):358-364.

[16] SCHMIDT A, ULRICH M, WINKLER B, et al. Angiographic patency and clinical outcome after balloon-angioplasty for extensive infrapopliteal arterial disease[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2010,76(7):1047-1054.

[17] FRANZONE A, FERRONE M, CAROTENUTO G, et al. The role of atherectomy in the treatment of lower extremity peripheral artery disease[J]. BMC Surg, 2012,12(Suppl 1):S13.

[18] RASTAN A, MCKINSEY J F, GARCIA L A, et al. One-year outcomes following directional atherectomy of infrapopliteal artery lesions: subgroup results of the prospective, multicenter DEFINITIVE LE trial[J]. J Endovasc Ther, 2015,22(6):839-846.

[19] SHAMMAS N W, DIPPEL E J, COINER D, et al. Preventing lower extremity distal embolization using embolic filter protection: Results of the PROTECT registry[J]. J Endovasc Ther, 2008,15(3):270-276.

[20] MCKINSEY J F, ZELLER T, ROCHA-SINGH K J, et al. Lower extremity revascularization using directional atherectomy: 12-month prospective results of the DEFINITIVE LE study[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2014,7(8):923-933.

[21] ROBERTS D, NIAZI K, MILLER W, et al. Effective endovascular treatment of calcified femoropopliteal disease with directional atherectomy and distal embolic protection: final results of the DEFINITIVE Ca^{++} trial[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2014,84(2):236-244.

[22] MAEHARA A, MINTZ G S, SHIMSHAK T M, et al. Intravascular ultrasound evaluation of JETSTREAM atherectomy removal of superficial calcium in peripheral arteries[J]. Euro Intervention, 2015,11(1):96-103.

[23] WISSGOTT C, KAMUSELLA P, ANDRESEN R. Treatment of femoropopliteal stenoses and occlusions with mechanical rotational catheters: comparison of results with the rotarex and pathway devices[J]. J Cardiovasc Surg, 2012,53(2):177-186.

[24] SINGH T, KODENCHERY M, ARTHAM S, et al. Laser in infra-popliteal and popliteal stenosis (LIPS): retrospective review of laser-assisted balloon angioplasty versus balloon angioplasty alone for below knee peripheral arterial disease[J]. Cardiovasc Interv Ther, 2014,29(2):109-116.

[25] 李杨,谷涌泉,郭连瑞,等. 准分子激光消蚀辅助普通球囊扩张治疗膝下动脉病变临床研究[J]. 介入放射学杂志,2020,29(1):30-34.

[26] ADAMS G L, KHANNA P K, STANILOAE C S, et al. Optimal techniques with the Diamondback 360° System achieve effective results for the treatment of peripheral arterial disease[J]. J Cardiovasc Transl Res, 2011,4(2):220-229.

[27] AGGARWAL D, SETH M, PERDONCIN E, et al. Trends in utilization, and comparative safety and effectiveness of orbital and rotational atherectomy[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2020,13(1):146-148.

[28] SHAMMAS N W, LAM R, MUSTAPHA J, et al. Comparison of orbital atherectomy plus balloon angioplasty *vs* balloon angioplasty alone in patients with critical limb ischemia: results of the CALCIUM 360 ran-

domized pilot trial[J]. J Endovasc Ther, 2012, 19(4): 480-488.

[29] SINGH G D, ARMSTRONG E J, LAIRD J R. Femoropopliteal in-stent restenosis: current treatment strategies[J]. J Cardiovasc Surg, 2014,55(3): 325-333.

[30] ICHIHASHI S, TAKAHARA M, IIDA O, et al. Clinical impact of stent graft thrombosis in femoropopliteal arterial lesions[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2021,14(10): 1137-1147.

[31] KINSTNER C M, LAMMER J, WILLFORT-EHRINGER A, et al. Paclitaxel-eluting balloon versus standard balloon angioplasty in in-stent restenosis of the superficial femoral and proximal popliteal artery: 1-year results of the PACUBA trial[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2016,9(13): 1386-1392.

[32] DIPPEL E J, MAKAM P, KOVACH R, et al. Randomized controlled study of excimer laser atherectomy for treatment of femoropopliteal in-stent restenosis: initial results from the EXCITE ISR trial (EXCImer laser randomized controlled study for treatment of FemoropopliTEal in-stent restenosis)[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2015,8(1 Pt A): 92-101.

[33] LI X, ZHOU M, DING Y, et al. A systematic review and meta-analysis of the efficacy of debulking devices for in-stent restenosis of the femoropopliteal artery[J]. J Vasc Surg, 2020,72(1): 356-366. e5.

[34] DAI H Y, LAI Z C, LIU S Q, et al. Initial experience in the treatment of lower extremity arterial occlusive disease using a universal vascular interventional surgery robotic system[J]. Intell Surg, 2023,6: 78-81.

[35] SIRIGNANO P, MARGHERITINI C, RUGGIERO F, et al. The ability to look beyond: the treatment of peripheral arterial disease[J]. J Clin Med, 2023,12(9): 3073.

[36] KOKKINIDIS D G, ARMSTRONG E J. Current developments in endovascular therapy of peripheral vascular disease[J]. J Thorac Dis, 2020,12(4): 1681-1694.

[37] SECEMSKY E A, ARMSTRONG E J. Femoropopliteal stent implantation[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2018,11(8): e007134.