



doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2018.06.006
http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2018.06.006
Chinese Journal of General Surgery, 2018, 27(6):692-698.

· 专题研究 ·

TurboHawk 斑块切除系统联合药物涂层球囊在治疗股腘动脉硬化闭塞性疾病中的应用

卢维龙, 王兵, 吴斐, 孙利坤, 牛晓阳, 王梦宇, 潘锦轩, 许恒

(郑州大学第五附属医院 血管外科, 河南 郑州 450052)

摘要

目的: 评价应用 TurboHawk 斑块切除系统联合药物涂层球囊 (DCB) 治疗股腘动脉硬化闭塞性疾病的安全性和有效性。

方法: 2016 年 4 月—2017 年 10 月, 对 17 例股腘动脉硬化闭塞性疾病患者应用 TurboHawk 斑块切除系统联合 DCB 治疗。17 例患者平均年龄 (66.9 ± 10.5) 岁; 其中男 14 例, 女 3 例; 股腘动脉狭窄病变 13 例, 闭塞性病变 4 例; 术前 Rutherford 分级 2~5 级; 术前踝肱指数 (ABI) 为 0.49 ± 0.18 。

结果: 17 例患者的血管病变全部经腔内开通成功, 其中 1 例股动脉穿孔患者行补救性覆膜支架植入术, 另 1 例远端栓塞患者经股动脉切开球囊导管取栓后血流恢复通畅, 技术成功率 88.2%。术后 ABI 为 0.99 ± 0.27 , 明显高于术前 ($P=0.03$)。术后 3、6 个月一期通畅率分别为 94.1%, 88.2%, 二期通畅率 100%。

结论: TurboHawk 斑块切除系统联合药物涂层球囊治疗股腘动脉硬化闭塞性疾病安全有效, 早期效果满意。

关键词

动脉闭塞性疾病; 股动脉; 腘动脉; 斑块切除术; 球囊取栓术; 血管内操作
中图分类号: R654.3

Application of TurboHawk atherectomy device combined with drug-coated balloon in treatment of femoropopliteal occlusive diseases

LU Weilong, WANG Bing, WU Fei, SUN Likun, NIU Xiaoyang, WANG Mengyu, PAN Jinxuan, XU Heng

(Department of Vascular Surgery, the Fifth Affiliated Hospital, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China)

Abstract

Objective: To evaluate the safety and efficacy of using TurboHawk atherectomy device in combination with drug-coated balloon (DCB) in treatment of femoropopliteal occlusive diseases.

Methods: During April 2016 to October 2017, the treatment of using TurboHawk atherectomy device in combination with DCB was performed in 17 patients with femoropopliteal occlusive diseases. Of the 17 patients, the average age was (66.9 ± 10.5) years; 14 cases were male and 3 cases were female; 13 cases had femoropopliteal stenosis and 4 cases had femoropopliteal occlusion; the preoperative Rutherford classification ranged from 2 to

基金项目: 河南省高等学校重点科研资助项目 (16B320023; 18B310032)。

收稿日期: 2017-03-24; 修订日期: 2018-05-17。

作者简介: 卢维龙, 郑州大学第五附属医院硕士研究生, 主要从事血管外科基础与临床方面的研究。

通信作者: 王兵, Email: hnxgw@126.com

5 and the preoperative ankle brachial index (ABI) was 0.49±0.18. Doppler ultrasound, CTA or MRA was used to evaluate the patency of target-lesion, postoperatively.

Results: Endovascular recanalization of the target lesions were successfully performed in all the 17 patients, of whom, one case with femoral artery perforation underwent salvage covered-stent placement, and one case with distal embolization achieved vascular patency after balloon catheter embolectomy via incision of the femoral artery, and the technical success rate was 88.2%. The postoperative ABI was 0.99±0.27, and it was significantly higher than the preoperative value ($P=0.03$). The primary patency rate at postoperative 3 and 6 months was 94.1% and 88.2% respectively, and the secondary patency was 100%.

Conclusion: Using TurboHawk atherectomy device in combination with DCB is safe and effective in treatment of femoropopliteal occlusive diseases, with favorable short-term results.

Key words Arterial Occlusive Diseases; Femoral Artery; Popliteal Artery; Atherectomy; Balloon Embolectomy; Endovascular Procedures

CLC number: R654.3

目前，腔内技术已成为有症状性外周动脉疾病治疗的首选方法。然而在关节屈伸运动而产生高机械应力的血管区域，其临床和影像学结局均不满意，并且随访时间较短。因此，长段、近关节或跨关节（如膝关节）性血管病变已成为腔内治疗的难点。

随着腔内介入器材的不断更新，腔内斑块切除系统（directional atherectomy, DA）及药物涂层球囊（drug-coated balloon, DCB）或两者的联合手术得到越来越多临床医师的青睐。本中心自2016年4月—2017年10月采用TurboHawk斑块切除系统联合DCB治疗股腘动脉硬化闭塞性疾病患者17例，近期效果满意，现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本组共纳入17例患者，其中男14例（82.4%），女3例（17.6%）。年龄53~86岁，平均（66.9±10.5）岁。所有患者均有不同程度患肢远端皮温降低，皮色苍白或发绀，其中间歇性跛行11例，静息痛3例，足部溃疡或坏疽3例，术前踝肱指数（ankle brachial index, ABI）0.49±0.18。17例患者其他临床病理因素见表1。

病例纳入标准：(1) Rutherford分级2~5级；(2) 影像学检查：超声多普勒、CT血管成像（CTA）或磁共振血管成像（MRA）等检查至少有1项显示股腘动脉狭窄或闭塞，并且数字减影血管造影（DSA）检查证实狭窄程度≥50%；(3) 远

端流出道通畅或经腔内治疗后膝下动脉至少有1支通畅。排除标准：(1) 严重的凝血功能障碍；(2) 急性动脉栓塞或急性血栓形成；(3) 对造影剂过敏或抗凝、抗血小板治疗有禁忌证；(4) 合并有严重的心、肾功能衰竭不能耐受手术。

表1 患者及病变的一般特征

临床特征	n (%)
危险因素	
2型糖尿病	11 (64.7)
高血压	4 (23.5)
冠心病	10 (58.8)
高脂血症	8 (47.1)
脑梗死	3 (17.6)
颈动脉狭窄	6 (35.3)
吸烟史者	13 (76.5)
Rutherford 分级	
2级	2 (11.8)
3级	9 (52.9)
4级	3 (17.6)
5级	3 (17.6)
病变类型	
狭窄	13 (76.5)
闭塞	4 (23.5)

1.2 斑块切除联合 DCB 扩张术治疗方法

局麻下采用改良Seldinger法穿刺股动脉，根据术前影像学检查选择穿刺点的部位。其中11例患者选择同侧股动脉顺行穿刺，1例患者在超声引导下同侧股动脉逆行穿刺，5例患者行健侧股动脉顺行穿刺。植入7~8 F血管鞘后，造影明确病变部位及程度（图1A）以及膝下动脉通畅情况（图1B），

并选择合适型号的TurboHawk斑块切除系统。全身肝素化后,以0.035 in超滑导丝和5 F单弯导管通过病变血管段,对于重度狭窄或闭塞性病变难以开通时使用0.014 in微导丝配合微导管开通,到达病变远端后再次造影确保相关操作均在血管真腔内进行,随后引入ev3保护伞装置(图1C),路图下经保护伞导丝将TurboHawk斑块切除系统缓慢推入并通过病变段血管(图1D),再退回至病变近心端;如病变狭窄较重导管难以通过时,可先用2 mm直径小球囊进行预扩张,然后由近心端向远心端匀速切割,多角度操作3~5次后及时清除收集槽内的碎屑,重复上述步骤直至造影后

残余狭窄 $\leq 50\%$ 时结束。选择合适型号的紫杉醇药物涂层球囊(球囊/靶血管直径以及球囊/靶血管长度分别为1:1和1.2:1)充分扩张靶病变3 min(图1E),造影证实残余狭窄 $\leq 30\%$ 时结束操作(图1F)。DCB扩张前禁用普通球囊预扩张,穿刺点采用局部压迫、血管缝合器或封堵器止血。术后常规给予低分子肝素4 000 U皮下注射(2次/d,共3 d),同时口服双联抗血小板(阿司匹林100 mg/d、氯吡格雷75 mg/d)药物3个月,3个月后改为单阿司匹林或氯吡格雷,若无禁忌证可终生单一药物治疗。

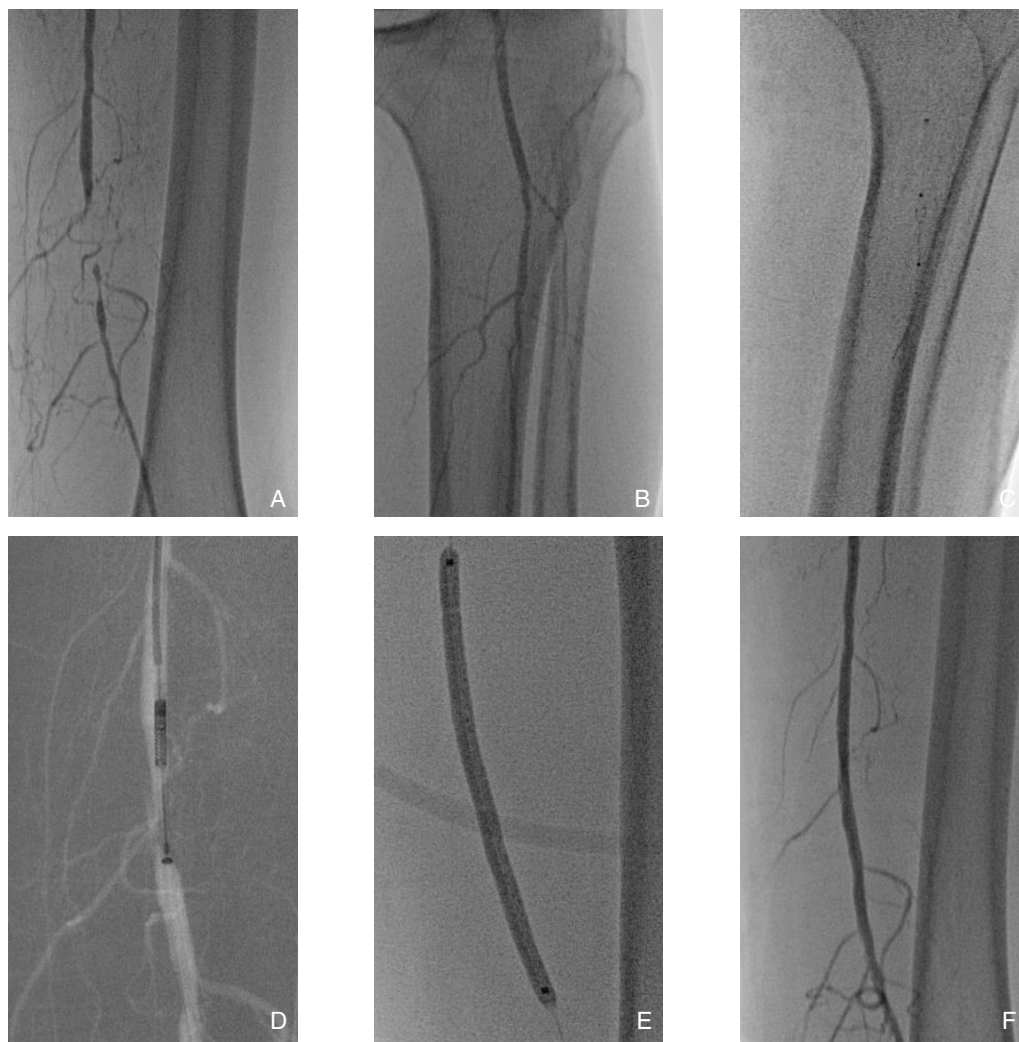


图1 血管造影图片 A: 术中股腘浅动脉情况; B: 术中膝下动脉的情况; C: 经鞘引入 ev3 保护伞装置; D: 路图下引入 TurboHawk 斑块切除系统; E: 药涂球囊扩张斑块切除后的病变段血管; F: 术后造影证实血流恢复通畅, 管腔残余狭窄 $<30\%$

Figure 1 Images of angiography A: Intraoperative view of the femoropopliteal artery; B: Intraoperative view of the infrapopliteal artery; C: Introduction of a distal protection device via the sheath; D: Introduction of the TurboHawk atherectomy device under the road map; E: The vascular segment after occlusive lesion removal by a drug-coated balloon; F: Postoperative angiography showing the restoration of normal blood flow and the residual stenosis less than 30%

1.3 随访

对全部17例患者进行随访,术后3、6个月复查血管多普勒超声、ABI,对症状复现或超声多普勒检查怀疑有再狭窄时行CTA或MRA检查,必要时行DSA进一步评估靶血管通畅情况。技术成功标准定义为TurboHawk斑块切除系统联合DCB治疗后管腔残余狭窄 $\leq 30\%$,且没有病变段血管穿孔或远端栓塞;一期通畅率定义为术后病变血管未出现明显的狭窄或闭塞,且无需再次干预;二期通畅率定义为术后管腔残余狭窄 $>50\%$,且出现间歇性跛行或静息痛等临床症状,至少需要1次腔内介入治疗^[1]。

1.4 统计学处理

采用SPSS 25.0统计学软件对数据进行分析,计量资料用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,配对t检验分析斑块切除联合DCB扩张术前、术后ABI的变化,以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。靶血管通畅率统计采用Kaplan-Meier分析。

2 结果

2.1 早期结果

本研究技术成功率为88.2%,1例患者因斑块旋切术中血管破裂行补救性Viabahn覆膜支架(Gore公司)植入,1例远端动脉栓塞患者经股动脉切开球囊导管取栓后血流恢复通畅,2例局部穿刺点血肿采用压迫止血,1例穿刺点假性动脉形成患者行外科手术治疗。17例患者术后临床症状均较术前明显改善,Rutherford分级:0级2例(11.8%),1级9例(52.9%),2级2例(11.8%),3级1例(5.9%),5级3例(17.6%)。5例膝下单支血管通畅患技术中使用ev3保护伞,其中2例保护伞内拦截到少量栓子、斑块组织及内膜碎屑。

2.2 随访结果

术后随访6~21个月,平均随访时间(10.2 ± 4.2)个月,ABI 0.74~1.48,平均 0.99 ± 0.27 ,与术前比较差异有统计学意义($t=6.14, P=0.03$)。随访期间未出现截肢及死亡病例。应用Kaplan-Meier生存率分析,术后3个月、6个月的一期通畅率分别为94.1%和88.2%,二期通畅率均为100%(图2)。随访期间

2条患肢出现血管内再狭窄且狭窄程度均 $>50\%$,其中1例患者再次行DCB扩张后恢复通畅,另1例植入金属裸支架。2例左足第4、5足趾间溃疡面积分别由术前的 $1.5\text{ cm} \times 2\text{ cm}$, $2\text{ cm} \times 3\text{ cm}$ 缩小为 $0.5\text{ cm} \times 1.5\text{ cm}$ 及 $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$;1例右足第4足趾坏疽保持干燥,感染得到控制后出院。

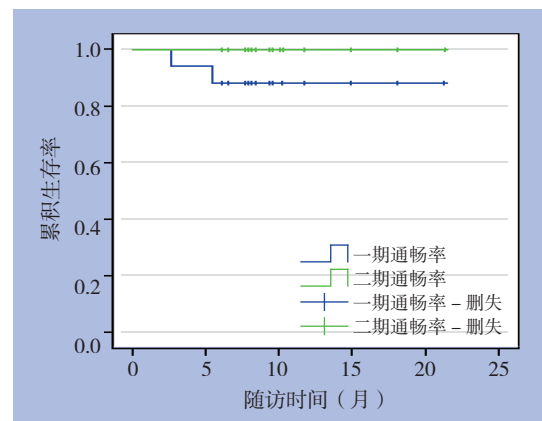


图2 17例患者术后靶血管一、二期通畅率
Figure 2 Primary and secondary patency rates of the target vessels in the 17 patients after operation

3 讨论

长段、近关节或跨关节性血管病变是目前腔内治疗的难点。据报道^[2-3],普通球囊血管成形术(percutaneous transluminal angioplasty, PTA)对复杂、长段病变的疗效甚微。Rocha-Singh等^[3]报道单纯PTA治疗长段(病变长度最长为15 cm,平均8.7 cm)股浅动脉病变12个月的一期通畅率仅为33%。其他研究也表明当病变长度 $>10\text{ cm}$ 时,术后一年的一期通畅率低于20%^[4-5]。与单纯PTA相比,球囊扩张结合支架植入在术后1~2年随访中可以减少狭窄率,增加血管通畅率。然而,对于近关节病变及管腔严重钙化的病变其临床应用受到很大限制。一项多中心联合实验^[6]显示血管腔内支架置入术后1、5年的一期通畅率分别为76%、56%,这表明在高机械应力区域的支架置入术需要仔细甄别患者。

近年来,斑块切除系统以及DCB在股腘动脉硬化闭塞性疾病中的应用备受关注。TurboHawk/SilverHawk斑块切除系统作为目前斑块切除装置的代表,在腔内治疗中具有以下优势:(1)能够减

少支架的植入（特别是关节部位）；(2) 可以最大限度的保留闭塞段血管的侧支；(3) 联合应用其他治疗（如DCB、激光消融等），更能增加靶血管的通畅率；(4) 为股腘动脉PTA术后再狭窄的治疗提供了一种新思路^[7-9]。Zeller等^[10]首次报道应用SilverHawk斑块切除术治疗股腘动脉狭窄性病变，6个月的随访结果证明该技术能够安全有效地切除斑块再通管腔。著名的DEFINITIVE LE实验^[11]表明，应用斑块切除术治疗腘动脉中等长度（5.0~9.9 cm）及更长病变（ ≥ 10 cm）的一期通畅率分别为74%、65%。但总体来看，单独应用斑块切除术治疗股腘动脉硬化闭塞性疾病均未显示令人满意的中期效果^[12-14]。

DCB因其具有抗增生、抗炎作用进而能够抑制和延缓平滑肌细胞的迁移和增殖，因此，在下肢慢性缺血中的应用日益广泛^[15-16]。在一项大规模、前瞻性、多中心、随机对照研究LEVANT-2试验^[17]中，共有476例股腘动脉闭塞患者按2:1的比例随机分配到试验组（DCB组）与对照组（普通PTA组），术后1年的随访结果显示，一期通畅率分别为65.2%、52.6%（ $P=0.02$ ）；而在下肢功能改善或者病死率、截肢率以及再干预率方面，两组差异无统计学意义。IN.PACT SFA试验^[18]是另一项多中心随机对照实验，共纳入331例股腘动脉病变患者，其中DCB组220例、普通PTA组111例，平均病变长度分别为（ 8.94 ± 4.89 ）cm和（ 8.81 ± 5.12 ）cm，多普勒超声随访1年后，DCB组与普通PTA组的一期通畅率分别为82.2%和52.4%（ $P<0.001$ ），但DCB组在病死率和截肢率上无明显优势。此外，DEBELLUM试验^[15]、THUNDER试验^[19]等均证明了DCB治疗股腘动脉病变的疗效均优于普通PTA，但其中远期疗效仍不满意。

基于上述研究，本中心采用斑块旋切装置联合DCB扩张术治疗股腘动脉硬化闭塞性疾病17例，术后随访6个月的一期、二期通畅率分别为88.2%和100%，随访期间所有患肢均未出现截肢，临床症状改善明显，近期效果满意。Cioppa等^[8]研究斑块切除术联合紫杉醇DCB在重度钙化的股腘动脉病变中的疗效，共入组30例患者，平均病变长度为（ 11.5 ± 3.5 ）cm，全部患者超声多普勒随访1年的一期通畅率为90%，仅有10%靶病变

需要再次干预（3/30），二期通畅率100%。另一项前瞻性研究共纳入21例单纯腘动脉病变患者，其中狭窄性病变17例，闭塞性病变4例，随访12、18个月的一期通畅率分别为95%、90%，二期通畅率100%^[9]。因此，与单独使用斑块切除术^[11, 20]后1年61%~65%的通畅率以及单独采用药物涂层球囊扩张术后1年65.2%~82.2%的通畅率相比，斑块旋切联合DCB扩张术治疗股腘动脉硬化闭塞性疾病的一期通畅率更高，尤其在处理股腘动脉重度钙化病变方面效果更佳^[21]。

尽管斑块切除系统联合DCB治疗股腘动脉硬化闭塞性疾病疗效显著，但也存在着一定的局限性。主要包括：(1) 远端动脉栓塞。据报道^[11, 22]，斑块切除过程中血栓栓塞事件的发生率为4%~12%，但绝大多数情况下使用导管接触或系统溶栓以及普通PTA术后可恢复血流通畅。对于大块陈旧性血栓脱落造成的远端栓塞可采用经股动脉切开球囊导管取栓治疗，本组1例患者术中出现大块血栓脱落栓塞远端胫腓干动脉，经上述方法治疗后血流恢复通畅。至于斑块切除过程中是否使用保护伞，目前仍存在争议。Stavroulakis等^[9]的一项单中心前瞻性研究中，所有21例患者术中均使用远端栓塞保护装置，因此未出现远端栓塞情况。谷涌泉等^[23]报道在3例使用保护伞的患者中有2例拦截到少量斑块或者内膜碎片等组织，同样本组使用保护伞的5例中，也有2例出现了类似情况。笔者认为术中是否使用保护伞应根据斑块稳定性的评估以及患者的意愿，对于合并陈旧性血栓的病变、单支流出道病变以及严重钙化病变应常规使用保护伞^[24]。(2) 动脉穿孔。在DEFINITIVE试验^[11]中，动脉穿孔是斑块切除围术期最常见的不良事件，Stavroulakis等^[9]报道1例患者术后24 h腘窝处肿胀疼痛，经CTA检查发现腘动脉穿孔并行外科手术。本研究中1例患者旋切过程中发生动脉穿孔，分析原因可能与术中旋切次数过多或旋切过程中旋转刀头方向移位有关，紧急行补救性viabahn覆膜支架植入后血流恢复通畅。因此，特别要注意在闭塞性病变中应避免内膜下开通，切割时要多角度、多方向操作，尽量避免同一方向多次切割以及避开重要分支血管^[25]。(3) 此外，TurboHawk斑块旋切系统、DCB、远端栓塞保护装置等介入器材的使用加重了患者的经济负担，而且手术时间

相对延长导致相关人员射线照射剂量增加,以及操作者本身对手术的熟练程度等均影响此类手术的广泛开展^[9]。

目前,将血管内超声(IVUS)、光学相干断层扫描(OCT)、血管内窥镜等技术应用在TurboHawk斑块旋切术中,能够更清晰地了解病变血管内膜情况,明确斑块的性质,更有针对性的确定治疗方案^[24]。Avinger公司经美国FDA批准首次成功将OCT光纤技术与导管穿通技术相结合,完成了Pantheris可视化斑块旋切系统,已初步在临床上得到尝试^[26],相信这必将推动腔内技术治疗下肢动脉性疾病的发展。

综上所述,对比单独采用斑块切除或DCB扩张术,TurboHawk斑块切除系统联合DCB扩张术更具有有一定的优势,可作为股腘动脉硬化闭塞性疾病优选的治疗方案。本研究的不足之处在于病例数较少,术后随访时间短,其中、远期通畅率有待进一步随访观察。

参考文献

- [1] 牛晓阳,王兵,吴斐,等.复杂股腘动脉硬化闭塞症的杂交手术治疗[J].中国普通外科杂志,2017,26(6):722-728. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.06.009.
Niu XY, Wang B, Wu F, et al. Hybrid procedures for complex arteriosclerosis obliterans in femoropopliteal segment[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2017, 26(6):722-728. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.06.009.
- [2] Laird JR, Katzen BT, Scheinert D, et al. Nitinol stent implantation versus balloon angioplasty for lesions in the superficial femoral artery and proximal popliteal artery: twelve-month results from the RESILIENT randomized trial[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2010, 3(3):267-276. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.109.903468.
- [3] Rocha-Singh KJ, Jaff MR, Crabtree TR, et al. Performance goals and endpoint assessments for clinical trials of femoropopliteal bare nitinol stents in patients with symptomatic peripheral arterial disease[J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2007, 69(6):910-919. doi: 10.1002/ccd.21104.
- [4] Saxon RR, Coffman JM, Gooding JM, et al. Long-term results of ePTFE stent-graft versus angioplasty in the femoropopliteal artery: single center experience from a prospective, randomized trial[J]. J Vasc Interv Radiol, 2003, 14(3):303-311.
- [5] Murray RR Jr, Hewes RC, White RI Jr, et al. Long-segment femoropopliteal stenoses: is angioplasty a boon or a bust?[J]. Radiology, 1987, 162(2): 473-476. doi: 10.1148/radiology.162.2.2948213.
- [6] Soga Y, Tomoi Y, Sato K, et al. Clinical outcome after endovascular treatment for isolated common femoral and popliteal artery disease[J]. Cardiovasc Interv Ther, 2013, 28(3):250-257. doi: 10.1007/s12928-013-0164-1.
- [7] 佟铸,谷涌泉,郭连瑞,等.腔内斑块切除在缺乏流出道的股腘动脉狭窄病变中的应用[J].中国普通外科杂志,2017,26(6):717-721. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.06.008.
Tong Z, Gu YQ, Guo LR, et al. Endovascular atherectomy for femoropopliteal artery stenosis with outflow obstruction[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2017, 26(6):717-721. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.06.008.
- [8] Cioppa A, Stabile E, Popusoi G, et al. Combined treatment of heavy calcified femoro-popliteal lesions using directional atherectomy and a paclitaxel coated balloon: One-year single centre clinical results[J]. Cardiovasc Revasc Med, 2012, 13(4):219-223. doi: 10.1016/j.carrev.2012.04.007.
- [9] Stavroulakis K, Bisdas T, Torsello G, et al. Combined Directional Atherectomy and Drug-Eluting Balloon Angioplasty for Isolated Popliteal Artery Lesions in Patients With Peripheral Artery Disease [J]. J Endovasc Ther, 2015, 22(6): 847-852. doi: 10.1177/1526602815608194.
- [10] Zeller T, Rastan A, Sixt S, et al. Long-term results after directional atherectomy of femoro-popliteal lesions[J]. J Am Coll Cardiol, 2006, 48(8):1573-1578. doi: 10.1016/j.jacc.2006.07.031.
- [11] McKinsey JF, Zeller T, Rocha-Singh KJ, 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. doi: 10.1016/j.jcin.2014.05.006.
- [12] 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. doi: 10.1002/ccd.25384.
- [13] Zeller T, Sixt S, Schwarzwald U, et al. Two-year results after directional atherectomy of infrapopliteal arteries with the SilverHawk device[J]. J Endovasc Ther, 2007, 14(2): 232-240. doi: 10.1177/152660280701400216.
- [14] Ramaiah V, Gammon R, Kiesz S, et al. Midterm outcomes from the TALON Registry: treating peripherals with SilverHawk: outcomes collection[J]. J Endovasc Ther, 2006, 13(5):592-602. doi: 10.1583/05-1780MR.1.
- [15] Fanelli F, Cannavale A, Boatta E, et al. Lower limb multilevel

- treatment with drug-eluting balloons: 6-month results from the DEBELLUM randomized trial[J]. *J Endovasc Ther*, 2012, 19(5): 571–580. doi: 10.1583/JEVT-12-3926MR.1.
- [16] Iida O, Soga Y, Urasawa K, et al. Drug-Coated Balloon vs Standard Percutaneous Transluminal Angioplasty for the Treatment of Atherosclerotic Lesions in the Superficial Femoral and Proximal Popliteal Arteries: One-Year Results of the MDT-2113 SFA Japan Randomized Trial[J]. *J Endovasc Ther*, 2018, 25(1):109–117. doi: 10.1177/1526602817745565.
- [17] Rosenfield K, Jaff MR, White CJ, et al. Trial of a Paclitaxel-Coated Balloon for Femoropopliteal Artery Disease[J]. *N Engl J Med*, 2015, 373(2):145–153. doi: 10.1056/NEJMoa1406235.
- [18] Tepe G, Laird J, Schneider P, et al. Drug-coated balloon versus standard percutaneous transluminal angioplasty for the treatment of superficial femoral and popliteal peripheral artery disease: 12-month results from the IN.PACT SFA randomized trial[J]. *Circulation*, 2015, 131(5):495–502. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.114.011004.
- [19] Tepe G, Schnorr B, Albrecht T, et al. Angioplasty of femoral-popliteal arteries with drug-coated balloons: 5-year follow-up of the THUNDER trial[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2015, 8(1 Pt A):102–108. doi: 10.1016/j.jcin.2014.07.023.
- [20] Sixt S, Rastan A, Beschorner U, et al. Acute and long-term outcome of Silverhawk assisted atherectomy for femoro-popliteal lesions according to the TASC II classification: a single-center experience[J]. *Vasa*, 2010, 39(3):229–236. doi: 10.1024/0301-1526/a000034.
- [21] Zeller T, Langhoff R, Rocha-Singh KJ, et al. Directional Atherectomy Followed by a Paclitaxel-Coated Balloon to Inhibit Restenosis and Maintain Vessel Patency: Twelve-Month Results of the DEFINITIVE AR Study[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2017, 10(9). pii: e004848. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.004848.
- [22] Semaan E, Hamburg N, Nasr W, et al. Endovascular management of the popliteal artery: comparison of atherectomy and angioplasty[J]. *Vasc Endovascular Surg*, 2010, 44(1):25–31. doi: 10.1177/1538574409345028.
- [23] 谷涌泉, 郭连瑞, 齐立行, 等. SilverHawk斑块切除治疗动脉粥样硬化导致的双下肢缺血14例报告[J]. *中国微创外科杂志*, 2011, 11(11):1022–1024. doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2011.11.021.
- Gu YQ, Guo LR, Qi LX, et al. Plaque Excision with SilverHawk Treating Atherosclerotic Lower Extremity Ischemia: Report of 14 Cases[J]. *Chinese Journal of Minimally Invasive Surgery*, 2011, 11(11):1022–1024. doi:10.3969/j.issn.1009-6604.2011.11.021.
- [24] 孙利坤, 王兵, 刘俊超, 等. SilverHawk斑块切除系统在股腘动脉硬化闭塞性疾病中的应用[J]. *实用医学杂志*, 2017, 33(18):3060–3063. doi:10.3969/j.issn.1006-5725.2017.18.020.
- Sun LK, Wang B, Liu JC, et al. The application of SilverHawk atherectomy device in the treatment of femoropopliteal occlusive disease[J]. *The Journal of Practical Medicine*, 2017, 33(18):3060–3063. doi:10.3969/j.issn.1006-5725.2017.18.020.
- [25] Rastan A, McKinsey JF, Garcia LA, et al. One-Year Outcomes Following Directional Atherectomy of Popliteal Artery Lesions: Subgroup Analysis of the Prospective, Multicenter DEFINITIVE LE Trial[J]. *J Endovasc Ther*, 2018, 25(1):100–108. doi: 10.1177/1526602817740133.
- [26] Dohad S, Shao J, Cawich I, et al. Diagnostic imaging capabilities of the Ocelot -Optical Coherence Tomography System, ex-vivo evaluation and clinical relevance[J]. *BMC Med Imaging*, 2015, 15:57. doi: 10.1186/s12880-015-0098-4.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式: 卢维龙, 王兵, 吴斐, 等. TurboHawk斑块切除系统联合药物涂层球囊在治疗股腘动脉硬化闭塞性疾病中的应用[J]. *中国普通外科杂志*, 2018, 27(6):692–698. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2018.06.006

Cite this article as: Lu WL, Wang B, Wu F, et al. Application of TurboHawk atherectomy device combined with drug-coated balloon in treatment of femoropopliteal occlusive diseases[J]. *Chin J Gen Surg*, 2018, 27(6):692–698. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2018.06.006