



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.009
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.009
China Journal of General Surgery, 2024, 33(12):2011-2022.

· 血管外科专题研究 ·

准分子激光消融术联合药物涂层球囊治疗复杂股腘动脉支架再狭窄的安全性和有效性

徐展, 张天华, 陈波, 姜维良

(哈尔滨医科大学附属第二医院 血管外科, 黑龙江 哈尔滨 150000)

摘要

背景与目的: 支架植入术和球囊血管成形术 (POBA) 仍是股腘动脉支架再狭窄的主要治疗方式, 该术式具有良好的短期通畅率, 但是由于支架对血管内膜的持续刺激, 使得支架内极易发生再次狭窄。随着腔内血管技术的发展, 准分子激光消融术 (ELA) 联合药物涂层球囊 (DCB) 的应用为血管内支架再狭窄的治疗提供了新的手段。因此, 本研究探讨 ELA 联合 DCB 治疗复杂股腘动脉支架再狭窄的安全性和有效性。

方法: 回顾性分析 2020 年 6 月—2022 年 6 月期间接受介入手术治疗的股腘动脉支架再狭窄 69 例患者临床资料, 其中, 27 例患者接受 ELA 联合 DCB 治疗 (ELA+DCB 组), 42 例患者接受 POBA 联合 DCB 治疗 (POBA+DCB 组)。比较两组患者的相关临床指标。

结果: 两组患者术前基线资料差异均无统计学意义 (均 $P>0.05$)。69 例患者手术入路均真腔开通, ELA+DCB 组和 POBA+DCB 组手术成功率分别为 92.6% (25/27) 和 90.5% (38/42), 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 两组术中各项不良事件发生率差异均无统计学意义 (均 $P>0.05$)。Logistic 风险回归分析结果显示, 靶病变血栓是 ELA 联合 DCB 术中远端栓塞的独立危险因素 ($HR=24.695$, 95% $CI=1.061\sim574.904$, $P=0.046$)。两组患者术后即刻及术后 1、6 个月的踝肱指数 (ABI) 差异无统计学意义 (均 $P>0.05$), 但 ELA+DCB 组术后 12、18、24 个月 ABI 优于 POBA+DCB 组 (均 $P<0.05$)。两组术后全因死亡与截肢率差异无统计学意义 (均 $P>0.05$); Kaplan-Meier 分析结果显示, ELA+POBA 组 2 年免于靶病变血运重建率 (81.5% vs. 57.1%, $P=0.044$) 和 2 年血管通畅率 (77.8% vs. 52.4%, $P=0.031$) 优于 POBA+DCB 组。ROC 曲线分析显示, 术中激光导管直径/参考血管直径 (TD/RVD) 预测 ELA 联合 DCB 术后 2 年血管通畅率的截断值为 0.47 (AUC=0.825, 95% $CI=0.619\sim1.000$), 特异度为 66.7%; Cox 风险回归分析结果显示, 术后抗凝抗血小板治疗 ($HR=0.033$, 95% $CI=0.002\sim0.661$, $P=0.026$)、膝下动脉开通数 (≥ 2) ($HR=0.022$, 95% $CI=0.001\sim0.808$, $P=0.038$)、TD/RVD ≥ 0.47 ($HR=0.002$, 95% $CI=0.000\sim0.403$, $P=0.022$) 是提高 ELA 联合 DCB 术后 2 年血管通畅率的独立因素。

结论: 对于复杂股腘动脉支架再狭窄的治疗, ELA 联合 DCB 相较于 POBA 联合 DCB 在安全性方面并不具备明显优势, 但前者远期疗效方面更令人满意。术中处理和术后抗凝抗血小板治疗等方面会影响 ELA 联合 DCB 治疗复杂股腘动脉支架再狭窄的中远期疗效。

关键词

移植物闭塞, 血管; 激光, 准分子; 消融技术; 药物涂层球囊

中图分类号: R654.3

收稿日期: 2024-06-19; 修订日期: 2024-12-13。

作者简介: 徐展, 哈尔滨医科大学附属第二医院硕士研究生, 主要从事血管外科方面的研究。

通信作者: 姜维良, Email: 13135761638@163.com

Safety and efficacy of excimer laser ablation combined with drug-coated balloon for treating complex femoropopliteal in-stent restenosis

XU Zhan, ZHANG Tianhua, CHEN Bo, JIANG Weiliang

(Department of Vascular Surgery, the Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150000, China)

Abstract

Background and Aims: Stenting and plain old balloon angioplasty (POBA) remain the primary treatments for femoropopliteal in-stent restenosis (ISR). These approaches demonstrate good short-term patency; however, ISR frequently recurs due to continuous stimulation of the vascular intima by the stent. With advancements in endovascular technology, excimer laser ablation (ELA) combined with drug-coated balloons (DCB) offers a novel strategy for treating ISR. This study investigated the safety and efficacy of ELA combined with DCB for complex femoropopliteal ISR.

Methods: The clinical data of 69 patients with femoropopliteal ISR treated with interventional procedures between June 2020 and June 2022 were retrospectively analyzed. Among them, 27 patients underwent ELA combined with DCB treatment (ELA+DCB group), and 42 patients underwent POBA combined with DCB treatment (POBA+DCB group). Relevant clinical variables were compared between the two groups.

Results: No significant differences were observed in baseline characteristics between the two groups (all $P>0.05$). True lumen re-entry was achieved in all 69 patients. The procedural success rates for the ELA+DCB and POBA+DCB groups were 92.6% (25/27) and 90.5% (38/42), respectively, with no statistically significant difference ($P>0.05$). Intraoperative adverse events were comparable between groups (all $P>0.05$). Logistic regression analysis indicated that thrombus in the target lesion was an independent risk factor for distal embolization during ELA+DCB ($HR=24.695$, 95% $CI=1.061-574.904$, $P=0.046$). Ankle-brachial index (ABI) values immediately after the procedure and at 1 and 6 months postoperatively showed no significant differences between the two groups (all $P>0.05$). However, the ELA+DCB group demonstrated superior ABI outcomes at 12, 18, and 24 months postoperatively (all $P<0.05$). There were no significant differences in all-cause mortality or amputation rates postoperatively (both $P>0.05$). Kaplan-Meier analysis showed that the ELA+DCB group had higher 2-year freedom from target lesion revascularization (81.5% vs. 57.1%, $P=0.044$) and 2-year patency rates (77.8% vs. 52.4%, $P=0.031$) compared to the POBA+DCB group. ROC curve analysis identified a laser tube diameter/reference vessel diameter (TD/RVD) ratio cutoff value of 0.47 (AUC=0.825, 95% $CI=0.619-1.000$) for predicting 2-year patency after ELA plus DCB treatment, with a specificity of 66.7%. Cox regression analysis revealed that postoperative antithrombotic therapy ($HR=0.033$, 95% $CI=0.002-0.661$, $P=0.026$), ≥ 2 tibial arteries recanalized ($HR=0.022$, 95% $CI=0.001-0.808$, $P=0.038$), and TD/RVD ≥ 0.47 ($HR=0.002$, 95% $CI=0.000-0.403$, $P=0.022$) were independent factors associated with improved 2-year patency after ELA plus DCB treatment.

Conclusion: For complex femoropopliteal ISR, ELA combined with DCB does not show significant advantages in safety compared to POBA combined with DCB, but it provides superior long-term efficacy. Intraoperative management and postoperative antithrombotic therapy may influence the mid- to long-term outcomes of ELA combined with DCB for treating complex femoropopliteal ISR.

Key words

Graft Occlusion, Vascular; Lasers, Excimer; Ablation Techniques; Drug-Coated Balloon

CLC number: R654.3

随着经济发展,人们的生活水平日益提高,饮食结构改变以及抽烟喝酒等不良习惯增多,外周血管疾病也呈指数增加。下肢动脉硬化闭塞症是临床中引起下肢缺血的常见外周血管疾病,主要表现为间歇性跛行和静息痛等,严重者甚至会出现局部坏疽^[1]。目前支架植入术和普通球囊血管成形术(plain old balloon angioplasty, POBA)等血管腔内治疗已成为外科中主要的治疗手段^[2-3]。研究^[4]显示,在处理股腘动脉病变中,支架植入术与POBA相比,短期内具有更好的通畅率。但是由于支架持续刺激血管内膜导致靶病变产生炎症反应促使血管内膜持续增生^[5-6],使得支架中远期再狭窄问题日益凸显。据报道,股腘动脉支架植入在术后12个月内支架再狭窄发生率为19%~27%^[7-9],并且股腘动脉病变长度越长,患者的支架再狭窄发生率和病死率越高^[10]。下肢动脉支架再狭窄主要定义为下肢动脉行血管支架植入术后支架内再次出现狭窄,并经血管造影时在支架区内或支架近、远端相邻的管腔狭窄>50%或峰值收缩速度比>2.4^[11]。当前下肢动脉支架再狭窄的治疗方法有POBA、金属裸支架重复植入、准分子激光消融术(excimer laser ablation, ELA)、斑块旋切术、药物涂层球囊(drug-coated balloon, DCB)成形术等,最常见治疗方式为POBA,短期内可获得较好的有效管腔,但其远期效果差,1年再次狭窄高达50%~85%^[12]。随着介入和血管腔内治疗的快速发展,ELA和斑块旋切术等减容手术为血管内支架再狭窄的治疗提供了全新的思路。

ELA早期应用于冠状动脉粥样硬化性病变,并证实能有效减少冠状动脉血管内膜壁的增生^[13]。在过去十几年中,随着ELA的装备和技术不断完善,该技术已开始出现在外周血管领域中,并被证实其治疗外周血管的有效性^[14-16]。ELA作用原理是激光介质受到高电压轰击时,释放出波长为308 nm的紫外线能量光子,这些紫外光被支架内的血栓和斑块吸收,使其分裂成水、二氧化碳以及直径<25 μm的微颗粒并通过肾脏排出^[17-18]。此外准分子激光还能抑制血小板聚集,称为“晕厥血小板”现象,从而有助于促进血栓溶解^[19]。但也有研究^[20]表明,在治疗股腘动脉支架再狭窄方面,ELA联合单纯球囊扩张血管成形术1年血管通畅率并不理想。因此,能否通过ELA联合DCB来提高支架再狭窄患者的血管通畅时间尚缺乏证据,

而且当前国内和国外相关机构对于ELA治疗下肢动脉支架再狭窄的有效性和安全性并没有进行多中心、大样本的研究。因此,本研究选取行ELA联合DCB或POBA联合DCB治疗的复杂股腘动脉支架再狭窄患者进行回顾性分析,探讨ELA联合DCB在治疗复杂股腘动脉支架再狭窄的疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性收集哈尔滨医科大学附属第二医院血管外科2020年6月—2022年6月接受ELA+DCB或POBA+DCB治疗的复杂股腘动脉支架再狭窄患者临床资料。纳入标准:(1)预期寿命>2年;(2)Rutherford分级3~5级,Tosaka II、III型;(3)外周动脉钙化评分系统(peripheral arterial calcium scoring system, PACSS)分级≥2级;(4)所有患者均签署手术知情同意书;(5)靶病变位于股总动脉分叉开口处至髌骨近缘齐平的腘动脉远端的动脉段,且术前CTA及术中造影显示靶病变具有以下特征:靶病变位于支架内,并显示支架内再狭窄,狭窄程度>50%或完全闭塞;受试者再术前须至少有1条可供患者足部通畅的自体膝下动脉(即狭窄程度<50%);靶病变长度>150 mm。排除标准:(1)凝血功能障碍、对造影剂严重过敏等无法手术患者;(2)患者患有精神类疾病无法配合手术;(3)下肢急性栓塞或血管真腔无法开通的患者;(4)随访时间<2年。

1.2 手术步骤

患者取平卧位,腹股沟区常规消毒铺巾,局部浸润麻醉后Seldinger法逆行穿刺对侧股动脉,穿刺成功后置入6 F动脉鞘通过泥鳅导丝和单弯导管超选患侧髂动脉,顺利进入股总动脉,经翻山鞘造影明确靶病变段的部位和性质以及流入和流出道情况(图1A)。导丝导管配合真腔通过靶病变段。激光导管通过V18导丝输送到病变部位起始端,激光导管尾端连接CVX-300激光发生器,调整能量密度为40~60 MJ/mm²、工作频率为40~60 Hz,以1 mm/s的速度推送激光导管自病变起始端到末端(图1B),同时激光导管需用0.9%生理盐水充分冲洗,消蚀完成后用4 mm/5 mm普通导管对病变段进行预扩张,再次造影,病变部位显影良好(图1C),逐选用紫杉醇药涂球囊逐步扩张,每

次扩张时间为3 min。扩张结束后再次造影(图1D),靶病变血流通畅,膝下动脉至少有一条流出道通畅,则手术成功。若造影显示靶病变残余狭窄>30%或出现限流性夹层,则给予补救性支架再次植入。若出现远端栓塞,则采用局部导管溶栓治疗或切

开取栓。手术完成后,穿刺点均用血管缝合器闭合,穿刺点加压包扎制动24 h。出院后嘱患者口服阿司匹林(100 mg, 1次/d)和利伐沙班(2.5 mg, 1次/d),严格戒烟、控制血压、适当运动。

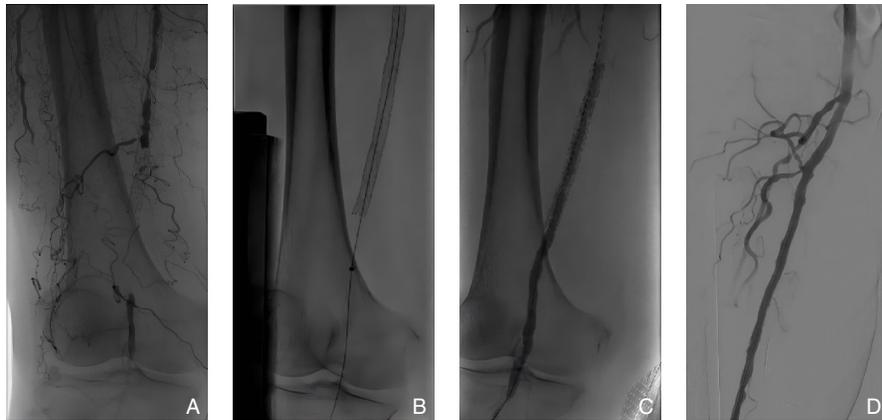


图1 ELA联合DCB治疗术中情况 A: 血管造影显示股浅动脉支架内狭窄(>50%), 支架下段及远端慢性完全闭塞; B: ELA治疗支架再狭窄; C: ELA后血管造影获得满意管腔; D: 联合DCB治疗后血管造影获得满意管腔

Figure 1 Intraoperative views of ELA plus DCB treatment A: Angiography showing >50% in-stent stenosis in the superficial femoral artery, with chronic total occlusion in the distal stent segment and beyond; B: ELA treatment for in-stent restenosis; C: Angiography post-ELA showing a satisfactory lumen; D: Angiography showing a satisfactory lumen after combined DCB treatment

1.3 术后随访

对所有患者术后1、6、12、18、24个月进行随访,复查患者术后踝肱指数(ankle brachial index, ABI)、多普勒超声或双下肢CT血管成像(computed tomography angiography, CTA)。主要终点为血管通畅率:定义为在随访期间,治疗的靶病变血管未出现闭塞或明显狭窄(狭窄程度>50%),且无须再次干预。次要终点为免于靶病变血管重建率:与术后ABI基线相比ABI下降>0.2或ABI<0.4且有明显再狭窄/闭塞的证据,出现明显症状需手术再次干预^[21];其他次要终点包括术后1、6、12、18、24个月ABI、截肢率、病死率、术中不良反应事件;手术成功:定义为残余狭窄<30%,且完成血管造影未检测到限流性夹层。

1.4 统计学处理

采用SPSS 27.0软件进行统计分析。若计量数据为正态分布或近似正态分布,则计量单位资料采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验;若计量数据为偏态分布,则计量单位资料采用中位数(四分位数间距)[M (IQR)]表示,组间比较采用非参数检验。计数单位资料采用频数百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验,若 $n \geq 40$,

且至少一个 $1 \leq T < 5$,则使用矫正 χ^2 检验,若 $n < 40$ 或至少1个 $T < 1$,则使用Fisher确切概率法。通过多因素和单因素Logistic风险回归分析ELA+DCB组术中远端栓塞的影响因素。收集患者血管通畅和免于靶病变重建的生存时间,通过Kaplan-Meier分析比较两组术后患者的2年免于靶病变血管重建率和2年血管通畅率。受试者操作特征(ROC)曲线算出激光导管直径/参考血管直径(tube diameter/reference vessel diameter, TD/RVD)的临界值并纳入Cox回归分析中,通过单因素和多因素Cox风险比例回归分析2年血管通畅率的影响因素。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般情况

69例复杂股腘动脉支架再狭窄患者中,ELA+DCB组27例(39.1%),POBA+DCB组42例(60.9%)。其中男性48例(69.6%),吸烟36例(52.2%),患者平均年龄为(67.49 ± 7.18)岁,平均血脂为(4.53 ± 1.35) mmol/L,术前ABI 0.39 ± 0.12 ,血管病变长度(211.12 ± 20.38) mm。ELA+DCB组患者中

Tosaka III型10例(37.0%), Rutherford 5级4例(14.8%), 靶病变段血栓形成4例(14.8%); POBA+DCB组患者中Tosaka III型15例(35.7%),

Rutherford 5级6例(14.3%), 靶病变段血栓形成7例(16.7%)。两组患者的一般资料和血管特征差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)(表1)。

表1 两组患者的基线特征

Table 1 Baseline characteristics of the two groups of patients

项目	ELA+DCB组(n=27)	POBA+DCB组(n=42)	t/χ^2	P
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	65.44±8.46	68.81±5.96	1.799	0.079
男性[n(%)]	18(66.7)	30(71.4)	0.176	0.675
高血压[n(%)]	20(74.1)	34(81.0)	0.457	0.499
吸烟[n(%)]	17(63.0)	19(45.2)	2.069	0.150
冠心病[n(%)]	6(22.2)	6(14.3)	0.721	0.396
脑梗死史[n(%)]	7(25.9)	15(35.7)	0.725	0.394
糖尿病[n(%)]	8(29.6)	14(33.3)	0.104	0.747
血脂(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	4.23±1.07	4.72±1.49	1.462	0.149
靶病变长度(mm, $\bar{x} \pm s$)	212.41±21.09	210.29±20.12	0.420	0.676
Rutherford分级[n(%)]				
3	15(55.6)	26(61.9)		
4	8(29.6)	10(23.8)	0.328	0.849
5	4(14.8)	6(14.3)		
术前ABI($\bar{x} \pm s$)	0.40±0.13	0.37±0.12	0.918	0.362
Tosaka分型[n(%)]				
II	17(63.0)	27(64.3)		
III	10(37.0)	15(35.7)	0.012	0.911
病变类型[n(%)]				
狭窄	17(63.0)	24(57.1)		
闭塞	6(22.2)	11(26.2)	0.234	0.890
血栓	4(14.8)	7(16.7)		

2.2 两组患者手术安全性和有效性比较

2.2.1 术中不良反应事件情况 69例患者手术入路均真腔开通, ELA+DCB组和POBA+DCB组手术成功率分别为92.6%(25/27)和90.5%(38/42), 差异无统计学意义($P>0.05$); 两组术中不良事件, 如夹层、穿孔、远端栓塞等差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)(表2)。69例患者中有2例患者同时出现夹层和残余狭窄, 1例患者同时出现残余狭窄和旧支架断裂, 3例患者出现单独残余狭窄, 均给

予补救性支架; 股动脉穿刺点均使用缝合器止血, 其中穿刺点血肿1例, 采用八字绷带法压迫, 术后3d血肿恢复良好。远端栓塞7例, 采用局部导管溶栓治疗或切开取栓, 手术均获得成功; 单因素和多因素Logistic风险回归分析结果显示, 靶病变血栓是ELA联合DCB术中远端栓塞的独立危险因素($HR=24.695$, $95\% CI=1.061\sim574.904$, $P=0.046$)(表3)。

表2 两组患者中不良事件比较[n(%)]

Table 2 Comparison of adverse events between the two groups [n(%)]

不良事件	ELA+DCB组(n=27)	POBA+DCB组(n=42)	t/χ^2	P
限流性夹层	1(3.7)	1(2.4)	0.000	1.000 ¹⁾
残余狭窄	2(7.4)	4(9.5)	0.000	1.000 ¹⁾
旧支架断裂	0(0.0)	1(2.4)	—	1.000 ²⁾
远端栓塞	5(18.5)	2(4.8)	2.070	0.150 ¹⁾
血管穿孔	1(3.7)	0(0.0)	—	0.391 ²⁾
穿刺点血肿	0(0.0)	1(2.4)	—	1.000 ²⁾

注: 1) 采用校正 χ^2 检验; 2) 采用Fisher确切概率法

Note: 1) Using corrected χ^2 test; 2) Using Fisher's exact test

表3 Logistic风险回归分析ELA联合DCB术中远端栓塞的影响因素

Table 3 Logistic Regression analysis of factors influencing distal embolization during ELA combined with DCB treatment

因素	单因素分析		多因素分析	
	HR(95% CI)	P	HR(95% CI)	P
年龄	1.014(0.900~1.142)	0.822	—	—
高血压	0.667(0.061~7.230)	0.739	—	—
血脂	0.293(0.079~1.087)	0.067	—	—
糖尿病	1.778(0.236~13.405)	0.577	—	—
性别	0.438(0.041~4.621)	0.492	—	—
吸烟	0.361(0.034~3.788)	0.396	—	—
血管病变长度	0.961(0.901~1.026)	0.233	0.987(0.912~1.069)	0.755
Tosaka III型	3.214(0.434~23.787)	0.253	1.309(0.093~18.490)	0.842
Rutherford分级	0.611(0.136~2.754)	0.521	0.537(0.059~4.849)	0.580
靶病变段血栓	31.500(2.142~463.143)	0.012	24.695(1.061~574.904)	0.046

2.2.2 术后情况与随访结果 两组患者术后症状均获改善，但两组术后即刻ABI差异无统计学意义 ($P>0.05$)。患者术后随访2年，随访期间2例患者死亡，其中1例患者行大截肢手术2个月后，因长期卧床制动，下肢深静脉出现血栓，血栓脱落至肺动脉，引起急性肺栓塞死亡；1例患者突发心肌梗死死亡。3例患者行大截肢（踝关节水平以上的截肢），1例患者行小截肢（在踝关节及其以下水平关节离断），两组患者的全因死亡和截肢率差异

均无统计学意义（均 $P>0.05$ ）。两组患者术后1、6个月ABI差异无统计学意义（均 $P>0.05$ ），但术后12、18、24个月ABI值差异有统计学意义（均 $P<0.05$ ）（表4）。Kaplan-Meier生存分析结果显示，ELA+DCB组患者的2年血管通畅率（77.8% vs. 52.4%， $P=0.031$ ）和2年免于靶病变血运重建率（81.5% vs. 57.1%， $P=0.044$ ）优于POBA+DCB组（图2-3）。

表4 两组患者术后情况比较

Table 4 Comparison of postoperative outcomes between the two groups

项目	ELA+DCB组(n=27)	POBA+DCB组(n=42)	χ^2	P
ABI($\bar{x} \pm s$)				
术后即刻	0.88±0.15	0.83±0.16	1.414	0.162
术后1个月	0.81±0.15	0.77±0.15	1.046	0.299
术后6个月	0.67±0.10	0.63±0.14	1.272	0.208
术后12个月	0.59±0.08	0.55±0.08	2.045	0.046
术后18个月	0.56±0.07	0.52±0.08	2.104	0.040
术后24个月	0.54±0.07	0.50±0.06	2.299	0.026
大截肢[n(%)]	1(3.7)	2(4.8)	0.000	1.000 ¹⁾
小截肢[n(%)]	0(0.0)	1(2.4)	—	1.000 ²⁾
全因死亡[n(%)]	0(0.0)	2(4.8)	—	0.517 ²⁾
2年血管通畅[n(%)]	21(77.8)	22(52.4)	4.666	0.031
2年免于靶病变血运重建[n(%)]	22(81.5)	24(57.1)	4.050	0.044

注:1)采用矫正 χ^2 检验;2)采用Fisher确切概率法

Note: 1) Using corrected χ^2 test; 2) Using Fisher's exact test

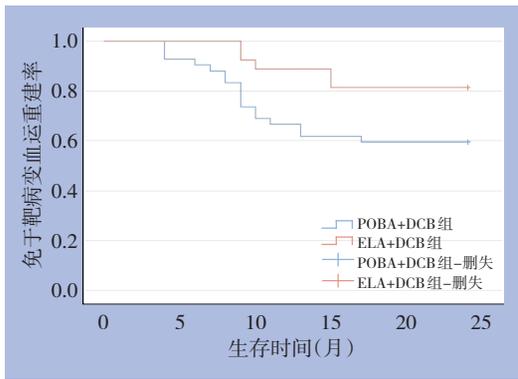


图2 两组患者术后2年免于靶病变血运重建率比较
Figure 2 Comparison of 2-year freedom from target lesion revascularization rates between the two groups

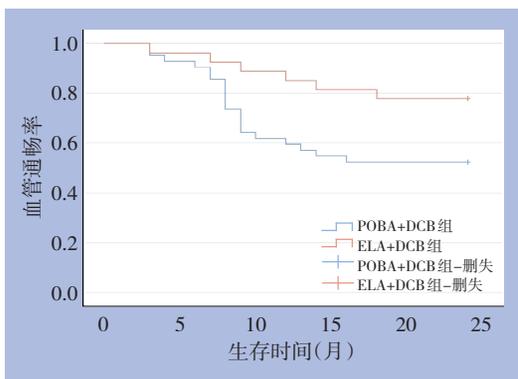


图3 两组患者术后2年血管通畅率比较
Figure 3 Comparison of 2-year patency rates between the two groups

2.2.3 术后2年血管通畅率影响因素分析 ROC曲线分析显示,术中TD/RVD预测ELA+DCB术后2年血管通畅率的截断值为0.47 (AUC=0.825, 95% CI=0.619~1.000), 特异度为66.7% (图4)。采用单因素和多因素Cox风险回归分析患者的基线数据对术后ELA+DCB组2年血管通畅率的影响,结果显示,术后抗血小板抗凝治疗 (HR=0.033, 95% CI=0.002~0.661, P=0.026)、膝下动脉开通数 (≥2) (HR=0.022, 95% CI=0.001~0.808, P=0.038)、TD/RVD≥0.47 (HR=0.002, 95% CI=0.000~0.403, P=0.022) 是提高ELA联合DCB术后2年血管通畅率的独立因素 (表5)。

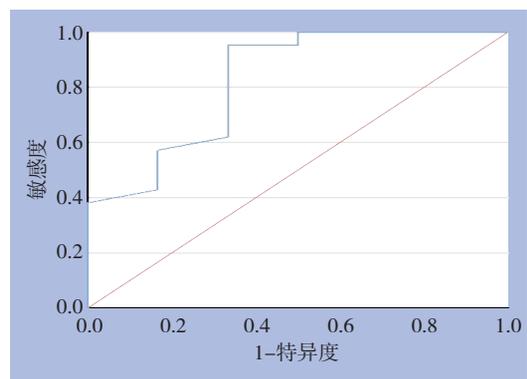


图4 TD/RVD预测ELA联合DCB术后2年血管通畅率ROC曲线
Figure 4 ROC Curve of TD/RVD predicting 2-year patency rates after ELA plus DCB treatment

表5 Cox风险回归分析ELA联合DCB治疗患者2年血管通畅率的影响因素

Table 5 Cox regression analysis of factors influencing 2-year patency rates in patients treated with ELA combined with DCB

因素	单因素分析		多因素分析	
	HR(95% CI)	P	HR(95% CI)	P
年龄	1.071(0.961~1.194)	0.214	—	—
高血压	0.573(0.067~4.907)	0.611	—	—
血脂	0.558(0.239~1.304)	0.178	—	—
冠心病	1.340(0.156~11.475)	0.790	—	—
脑梗死史	34.420(0.020~60 652.681)	0.353	—	—
性别	2.443(0.492~12.134)	0.275	—	—
吸烟	0.836(0.153~4.568)	0.836	—	—
糖尿病	0.438(0.051~3.752)	0.451	—	—
血管病变长度	1.001(0.965~1.039)	0.938	0.966(0.869~1.074)	0.521
Tosaka III型	1.779(0.359~8.824)	0.481	3.076(0.145~65.076)	0.471
术后抗凝抗血小板治疗	0.122(0.022~0.677)	0.016	0.033(0.002~0.661)	0.026
补救性支架	4.073(0.471~35.216)	0.202	7.792(0.055~1 106.000)	0.417
Rutherford分级	2.135(0.819~5.566)	0.121	0.252(0.023~2.730)	0.257
膝下动脉开通数(≥2)	0.085(0.015~0.476)	0.005	0.022(0.001~0.808)	0.038
TD/RVD(≥0.47)	0.048(0.008~0.281)	<0.001	0.002(0.000~0.403)	0.022

3 讨论

本研究回顾性分析了69例复杂股腘动脉支架再狭窄患者,其临床症状及术后ABI均得到了明显改善。本研究表明,相较于DCB联合POBA,ELA联合DCB的中远期疗效是确切的,但两组患者在术中和术后安全性方面无明显差异。先前有研究^[22-23]也报道了ELA联合DCB治疗支架再狭窄的中期良好疗效。同时ELA也已获得美国食品药品监督管理局批准用于支架内再狭窄病变的治疗。此外,据相关研究表明,ELA在不同性质病变中均显示出优势,国外一项前瞻性研究^[24]表明在可行的情况下ELA辅助血管成形术可有效提高糖尿病合并慢性严重肢体缺血患者的1、2年的血管通畅率(96.6%、82.7%),并且成功减少下肢动脉支架的使用;同时在膝下动脉及膝下动脉狭窄病变中,Singh等^[25]得出:相较于POBA,ELA联合DCB在实现血流造影成功和快速血流以及降低狭窄等方面具有明显优势,在腘窝下血管病变导致的慢性严重肢体缺血方面更加安全有效;在治疗复杂股腘动脉完全闭塞中,逆行ELA经腘窝通路再通慢性股腘动脉闭塞段血管被证明是一种安全有效的手术,其一期通畅率得到了明显提高^[26];有研究^[27]报道,对于髂股静脉支架植入术复发性慢性髂股静脉阻塞患者,ELA治疗顽固性支架内再狭窄是安全有效的,具有良好的临床和支架相关效果。

从理论上讲,ELA能有效地扩大血管管腔,抑制血小板聚集,另一方面ELA在血管内皮中产生的微孔可以促进血管内膜对药物球囊中紫杉醇充分吸收。但减容的同时,会对内膜造成一定的损伤,刺激内膜的增生,而结合DCB的使用可以有效地抑制其增生^[28]。在早期研究中,通过Kaplan-Meier生存曲线分析得出ELA+DCB组患者2年血管通畅率和2年免于靶病变血运重建率分别为77.8%、81.5%,并且优于POBA+DCB组($P=0.031$ 、 $P=0.044$),ELA联合DCB在治疗复杂股腘动脉支架再狭窄的中远期疗效方面令人鼓舞。该结论与Gandini等^[29]报道的结果一致,其对48例慢性股腘动脉支架再狭窄引起的严重肢体缺血的患者进行一项前瞻性随机研究,在这项研究中,相较于单纯药物洗脱球囊(drug-eluting balloon, DEB),ELA+DEB的联合治疗能显著改善患者的血管通畅率、肢体保留、伤口愈合以及病死率。在

Kokkinidis等^[23]进行的一项研究中,纳入112例复杂股腘动脉支架再狭窄的患者,12个月时免于靶病变再干预率为72.5%、免于血管再闭塞为86.7%。这些结论均支持ELA+DCB的治疗效果是令人满意的。此外,除ELA术外,还有其他几种治疗股腘动脉支架再狭窄的方法。与单纯POBA相比,覆膜支架和药物洗脱支架治疗支架再狭窄的原发通畅率和免于再干预率均较高^[30-33]。

通过Kaplan-Meier生存曲线分析得出,ELA+DCB组在术后2年血管通畅率方面优于POBA+DCB组(77.8% vs. 52.4%, $P=0.031$),但仍有22.2%患者出现再狭窄或再闭塞,因此需要进一步分析ELA+DCB组患者术后2年血管通畅率的影响因素。就本研究结果而言,在治疗复杂股腘动脉支架再狭窄中膝下动脉的开通是十分重要的,无论是POBA还是ELA,流出道条件不良不仅可促进内膜增生,而且会导致股腘动脉流速减慢,管腔内血流动力学改变,促进血管内膜及中膜增生,从而导致动脉内径变细,进一步增加了湍流血流对动脉壁的损伤,最终导致股腘动脉再狭窄的发生。Park等^[34]提出一种径流评分系统(run-off),通过计算血管造影结果中的胫骨径流进行评分,并得出结论,将run-off<7视为良好径流,而run-off \geq 7视为不良径流。在Park等^[34]的研究基础上,Jiang等^[35]对102例经过ELA治疗的患者进行回顾性研究,通过单因素和多因素Cox风险回归分析进一步证实膝下动脉径流(run-off \geq 7)为原发通畅率丧失的独立危险因素,与本研究结果相一致,膝下动脉开通数量 \geq 2($HR=0.022$, 95% $CI=0.001\sim 0.808$, $P=0.038$)与提高ELA+DCB组患者2年血管通畅率显著相关。同时,膝下动脉在保持远端肢体灌注方面也发挥着重要作用,尤其在血管腔内治疗中,膝下动脉作为流出端,可影响股腘动脉腔内治疗的疗效^[36],特别是对于Rutherford 5级的患者。在本研究的10例Rutherford 5级的患者中,有6例患者膝下动脉开通数量 \geq 2,其中5例患者溃疡面愈合,1例患者在术后15个月再次出现狭窄。单因素和多因素Cox回归分析显示,TD/RVD与提高ELA联合DCB治疗患者2年血管通畅率显著相关,因此,直径较大的激光导管可以增加消融的效果,提高手术成功率,但同时也增加穿孔的风险。而通过ROC曲线计算得出TD/RVD \geq 0.47($HR=0.002$, 95% $CI=0.000\sim 0.403$, $P=0.022$)会提高ELA联合DCB治疗

患者的2年血管通畅率。因此对于穿刺部位钙化严重无法放置直径更大的鞘管时,可以考虑股总动脉切开术以便放置直径更大的激光导管。同时为避免出现血管穿孔,在进行ELA的过程中要持续进行盐水的冲洗灌注并缓慢地进行推进。在本研究中,ELA+DCB组中1例患者术中出現血管穿孔,紧急行覆膜支架植入术。

在单因素和多因素Cox风险回归分析中,补救性支架($HR=7.792$, $95\% CI=0.055\sim 1106.000$, $P=0.417$)并不作为ELA+DCB组2年血管通畅率的独立危险因素,因此考虑影响患者的血管通畅率不仅仅是支架本身减少了血管直径以及刺激血管内膜细胞的增生,更多的原因可能是患者自身血管条件不佳,对球囊反应性差、易弹性回缩,或者血管钙化严重,既影响药物渗透和充分分布,同时球囊扩张后容易造成限流性夹层和血管痉挛,需置入补救性支架^[37-39]。此外在本组中,有7例患者术中出現远端栓塞,5例患者紧急采用局部导管溶栓治疗。2例患者导管溶栓治疗无效,其中行股动脉切开后用取栓导管取栓,手术均获得成功,7例术中远端栓塞患者中ELA+DCB组有5例(18.5%),POBA+DCB组有2例(4.8%)。因此,在ELA联合DCB手术过程中要注意远端栓塞和血管穿孔术中不良反应发生。通过Logistic回归分析显示,靶病变段血栓($HR=24.695$, $95\% CI=1.061\sim 574.904$, $P=0.046$)为ELA联合DCB术中远端栓塞的独立危险因素,同时国外有学者^[40]认为,ELA和斑块旋切术等减容手术,确实能增加股腘动脉支架再狭窄的安全性,但同时也增加了术中远端栓塞的风险。该观点与一项双中心队列研究^[41]相一致,该研究显示,与DCB组相比,ELA+DCB组出現更多远端栓塞、血管穿孔等与手术相关的轻微并发症(37.0% vs. 13.4%, $P=0.012$),并提倡在病变复杂、钙化严重和存在血栓的患者使用栓塞保护装置。此外,为减少术中远端栓塞和血管穿孔,ELA术中需要注意:(1)在激光消融的过程中要进行持续的盐水冲洗;(2)操作中应慢速通过病变,建议速率 $<1\text{ mm/s}$;(3)术后普通球囊和药物球囊扩张时间应比常规时间延长。

随着血管腔内治疗的不断发展,临床上在治疗下肢动脉硬化闭塞症方面,支架植入术仍然是必不可少的,但是目前预防支架再狭窄仍是当前临床上需要解决的难点,因此,支架植入术后的

药物治疗方案至关重要,本研究通过分析表明,术后抗血小板抗凝治疗($HR=0.003$, $95\% CI=0.002\sim 0.661$, $P=0.026$)能有效改善ELA联合DCB治疗患者的2年血管通畅率。69例患者术后均采用抗血小板抗凝治疗即阿司匹林(100 mg, 1次/d)联合利伐沙班(2.5 mg, 1次/d)。在COMPASS试验^[42]中表明,无论有无糖尿病,阿司匹林联合低剂量利伐沙班在降低外周动脉疾病患者的缺血性事件是优于阿司匹林单药治疗,鼓励在动脉粥样硬化性疾病的患者中使用阿司匹林联合低剂量利伐沙班的双途径抗栓治疗,特别是缺血风险较高的患者。在VOYAGER PAD试验^[43]中,纳入了6564例下肢血运重建的患者,通过随机对照试验表明,在3年随访中,低剂量利伐沙班联合阿司匹林组患者的主要结局(急性肢体缺血、血管再次狭窄行大截肢、心肌梗死等)的风险降低15%($HR=0.85$, $95\% CI=0.76\sim 0.96$)。这些试验结果表明抗凝抗血小板治疗能显著降低缺血风险,改善患者术后不良事件。但由于出血风险增大、引起消化道不适等副作用,导致患者的依从性较差。本研究中有10例患者出現消化道出血和2例患者出現脑出血停药抗凝抗血小板药物,其中8例患者出現支架再次狭窄。因此对于出現副作用的患者,需要寻找新的药物来预防支架再次狭窄。西洛他唑作为一种具有舒张血管和抗细胞增殖的磷酸二酯酶抑制剂在减少患者出血的同时能有效改善患者下肢血流量^[44]。一项多中心研究^[45]显示,使用西洛他唑患者的1年再狭窄率显著低于未使用西洛他唑的患者(33% vs. 51%, $P=0.008$),表明西洛他唑可降低再狭窄发生率。

本研究表明,ELA联合DCB在治疗复杂股腘动脉支架再狭窄是一种安全有效的手术方法。相较于POBA联合DCB而言,ELA联合DCB在中远期血管通畅率方面治疗效果更优,符合当前所提倡的“介入无植入”观念。为复杂股腘动脉支架再狭窄提供了新的思路和可行性方案。同时术中处理和术后抗凝抗血小板治疗同样影响ELA联合DCB治疗复杂股腘动脉支架再狭窄的中远期通畅率。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献声明:徐展负责研究设计、实施、数据统

计和文章撰写;张天华、陈波负责数据收集整理、文章撰写和修改;姜维良负责研究的设计、实施、质控和文章的修改。

参考文献

- [1] 胡威龙, 王高尚, 张小兵, 等. 血清IL-8、VEGF水平与下肢动脉硬化闭塞症患者支架植入术后1年内支架内再狭窄的关系[J]. 中国普通外科杂志, 2024, 33(6):943-951. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.06.010.
Hu WL, Wang GS, Zhang XB, et al. Association of serum IL-8 and VEGF levels with in-stent restenosis in lower limb arteriosclerosis obliterans patients within 1 year after stent implantation[J]. China Journal of General Surgery, 2024, 33(6):943-951. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2024.06.010.
- [2] Jongsma H, Bekken J, Ayez N, et al. Angioplasty versus stenting for iliac artery lesions[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2020, 12(12):CD007561. doi:10.1002/14651858.CD007561.
- [3] Tanaka R. Recent Update on Peripheral Arterial Endovascular Therapy for Peripheral Arterial Occlusive Disease[J]. Interv Radiol (Higashimatsuyama), 2020, 5(3): 120-127. doi: 10.22575/interventionalradiology.2020-0014.
- [4] Soga Y, Takahara M, Iida O, et al. Ten-year clinical follow-up following bare-nitinol stent implantation for femoropopliteal artery disease[J]. J Atheroscler Thromb, 2022, 29(10): 1448-1457. doi: 10.5551/jat.63225.
- [5] Srimurugan B, Sigler M, Sankar NM, et al. In-stent restenosis: surgical and histopathological perspective[J]. Asian Cardiovasc Thorac Ann, 2018, 26(2): 114-119. doi: 10.1177/0218492318754741.
- [6] 曹忠泽, 舒畅. 可降解支架治疗下肢动脉疾病的研究进展[J]. 中国普通外科杂志, 2023, 32(12): 1952-1958. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.12.015.
Cao ZZ, Shu C. Progress in bioresorbable stents for the treatment of lower extremity artery disease[J]. China Journal of General Surgery, 2023, 32(12): 1952-1958. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2023.12.015.
- [7] Salamaga S, Stępak H, Żołyński M, et al. Three-year real-world outcomes of interwoven nitinol supra stent implantation in long and complex femoropopliteal lesions[J]. J Clin Med, 2023, 12(14): 4869. doi:10.3390/jcm12144869.
- [8] Gostev AA, Osipova OO, Cheban AV, et al. Treatment of Long Femoropopliteal Occlusive Lesions With Self-expanding Interwoven Nitinol Stent: 24 Month Outcomes of the STELLA-SUPERA-SIBERIA Register Trial[J]. J Endovasc Ther, 2023; 15266028231170125. doi:10.1177/15266028231170125.
- [9] 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.
- [10] 王宜梅, 张梦强, 陈志鹏, 等. C反应蛋白与血清白蛋白的比值与下肢动脉硬化闭塞症患者股腘支架置入术后再狭窄的相关性研究[J]. 中华外科杂志, 2023, 61(12):1058-1064. doi:10.3760/cma.j.cn112139-20230815-00047.
Wang YM, Zhang MQ, Chen ZP, et al. Correlation between C-reactive protein to albumin ratio and restenosis after femoral popliteal stenting in patients with lower extremity arteriosclerotic obliterans[J]. Chinese Journal of Surgery, 2023, 61(12):1058-1064. doi:10.3760/cma.j.cn112139-20230815-00047.
- [11] Horie K, Tanaka A, Suzuki K, et al. Long-term clinical effectiveness of a drug-coated balloon for in-stent restenosis in Femoropopliteal lesions[J]. CVIR Endovasc, 2021, 4(1): 13. doi: 10.1186/s42155-021-00205-x.
- [12] Tosaka A, Soga Y, Iida O, et al. Classification and clinical impact of restenosis after femoropopliteal stenting[J]. J Am Coll Cardiol, 2012, 59(1):16-23. doi:10.1016/j.jacc.2011.09.036.
- [13] Oberhoff M, Baumbach A, Herdeg C, et al. Smooth excimer laser coronary angioplasty (SELCA) and conventional excimer laser angioplasty: comparison of vascular injury and smooth muscle cell proliferation[J]. Lasers Med Sci, 1997, 12(4):328-335. doi:10.1007/BF02767155.
- [14] Zhang B, Zhang G. A novel integrated angioscope-laser system for atherosclerotic carotid artery occlusion: feasibility and techniques[J]. Front Surg, 2022, 9: 937492. doi: 10.3389/fsurg.2022.937492.
- [15] Su Z, Li Y, Yang S, et al. Excimer laser atherectomy combined with drug-coated balloon angioplasty for the treatment of femoropopliteal arteriosclerosis obliterans[J]. Ann R Coll Surg Engl, 2022, 104(9):667-672. doi:10.1308/rcsann.2021.0335.
- [16] Jayet J, Coscas R, Heim F, et al. Laser uses in noncoronary arterial disease[J]. Ann Vasc Surg, 2019, 57: 229-237. doi: 10.1016/j.avsg.2018.06.010.
- [17] Engelberger S, van den Berg JC. Atherectomy in complex infrainguinal lesions: a review[J]. J Cardiovasc Surg, 2015, 56(1): 43-54.
- [18] Rivero-Santana B, Galán C, Pérez-Martínez C, et al. ELLIS study: comparative analysis of excimer laser coronary angioplasty and intravascular lithotripsy on drug-eluting stent as assessed by scanning electron microscopy[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2024, 17(11):e014505. doi:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.124.014505.
- [19] Ho KJ, Owens CD. Diagnosis, classification, and treatment of

- femoropopliteal artery in-stent restenosis[J]. *J Vasc Surg*, 2017, 65(2):545–557. doi:10.1016/j.jvs.2016.09.031.
- [20] Schmidt A, Zeller T, Sievert H, et al. Photoablation using the Turbo-booster and Excimer laser for In-stent Restenosis Treatment: twelve-month results from the PATENT study[J]. *J Endovasc Ther*, 2014, 21(1):52–60. doi:10.1583/13-4538r.1.
- [21] 贺艺, 王兵, 吴斐, 等. 腔内减容联合药物涂层球囊在复杂股腘动脉支架内再狭窄的应用[J]. *中国普通外科杂志*, 2019, 28(12):1462–1468. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2019.12.004.
- He Y, Wang B, Wu F, et al. Application of endovascular debulking combined with drug-coated balloon in treatment of complex femoropopliteal artery in-stent restenosis[J]. *China Journal of General Surgery*, 2019, 28(12): 1462–1468. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2019.12.004.
- [22] Dippel EJ, 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. doi: 10.1016/j.jcin.2014.09.009.
- [23] Kokkinidis DG, Hossain P, Jawaid O, et al. Laser atherectomy combined with drug-coated balloon angioplasty is associated with improved 1-year outcomes for treatment of femoropopliteal In-stent restenosis[J]. *J Endovasc Ther*, 2018, 25(1): 81–88. doi: 10.1177/1526602817745668.
- [24] Serino F, Cao Y, Renzi C, et al. Excimer laser ablation in the treatment of total chronic obstructions in critical limb ischaemia in diabetic patients. Sustained efficacy of plaque recanalisation in mid-term results[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2010, 39(2):234–238. doi:10.1016/j.ejvs.2009.10.018.
- [25] 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. doi:10.1007/s12928-013-0217-5.
- [26] Lütke CW, Scheer F, Kamusella P, et al. Transpopliteal balloon-assisted excimer-laser atherectomy for the treatment of chronic femoropopliteal occlusions: feasibility and initial results[J]. *Clin Med Insights Cardiol*, 2014, 8(Suppl 2):23–28. doi:10.4137/CMC.S15230.
- [27] Jayaraj A, Fuller R, Raju S. Role of laser ablation in recalcitrant in-stent restenosis post iliofemoral venous stenting[J]. *J Vasc Surg Cases Innov Tech*, 2021, 7(2): 298–301. doi: 10.1016/j.jvscit.2021.03.004.
- [28] Jayasuriya S, Ward C, Mena-Hurtado C. Role of laser atherectomy for the management of in-stent restenosis in the peripheral arteries[J]. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2014, 55(3):339–345.
- [29] Gandini R, del Giudice C, Merolla S, et al. Treatment of chronic SFA in-stent occlusion with combined laser atherectomy and drug-eluting balloon angioplasty in patients with critical limb ischemia: a single-center, prospective, randomized study[J]. *J Endovasc Ther*, 2013, 20(6):805–814. doi:10.1583/13-4308MR.1.
- [30] Singh GD, Armstrong EJ, Laird JR. Femoropopliteal in-stent restenosis: current treatment strategies[J]. *J Cardiovasc Surg*, 2014, 55(3):325–333.
- [31] Bosiers M, Deloose K, Callaert J, et al. Stent-grafts are the best way to treat complex in-stent restenosis lesions in the superficial femoral artery: 24-month results from a multicenter randomized trial[J]. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2020, 61(5): 617–625. doi: 10.23736/S0021-9509.20.11382-X.
- [32] Soukas P, Becker M, Stark K, et al. Three-Year Results of the GORE VIABAHN Endoprosthesis in the Superficial Femoral Artery for In-Stent Restenosis[J]. *J Soc Cardiovasc Angiogr Interv*, 2023, 2(3):100598. doi:10.1016/j.jscv.2023.100598.
- [33] Gouëffic Y, Torsello G, Zeller T, et al. Efficacy of a drug-eluting stent versus bare metal stents for symptomatic femoropopliteal peripheral artery disease: primary results of the EMINENT randomized trial[J]. *Circulation*, 2022, 146(21): 1564–1576. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.122.059606.
- [34] Park UJ, Kim HT, Roh YN. Impact of tibial runoff on outcomes of endovascular treatment for femoropopliteal atherosclerotic lesions[J]. *Vasc Endovascular Surg*, 2018, 52(7): 498–504. doi: 10.1177/1538574418779466.
- [35] Jiang X, Li X, Chen B, et al. Results of excimer laser ablation combined with drug-coated balloon for atherosclerotic obliterans of lower extremity and risk factors for loss of primary patency[J]. *Ann Vasc Surg*, 2023, 91:223–232. doi:10.1016/j.avsg.2022.11.026.
- [36] Muir KB, Cook PR, Sirkin MR, et al. Tibioperoneal occlusive disease: a review of below the knee endovascular therapy in patients with critical limb ischemia[J]. *Ann Vasc Surg*, 2017, 38:64–71. doi:10.1016/j.avsg.2016.09.008.
- [37] 石毅, 武日东, 王冕, 等. 定向斑块旋切联合药涂层球囊与联合普通球囊治疗股腘动脉病变的疗效比较[J]. *中国血管外科杂志:电子版*, 2023, 15(2): 118–123. doi: 10.3969/j.issn.1674-7429.2023.02.006.
- Shi Y, Wu RD, Wang M, et al. Comparison of directional atherectomy combined with drug-coated balloon versus plain old balloon angioplasty for femoropopliteal artery disease[J]. *Chinese Journal of Vascular Surgery: Electronic Version*, 2023, 15(2): 118–123. doi:10.3969/j.issn.1674-7429.2023.02.006.
- [38] Toyoshima T, Iida O, Takahara M, et al. Factors associated with

- early and late restenosis following drug-coated balloon treatment for patients with femoropopliteal lesions[J]. *J Endovasc Ther*, 2023: 15266028231186717. doi:10.1177/15266028231186717.
- [39] Jiang X, Ju S, Chen B, et al. Safety and effectiveness of excimer laser ablation combined with drug-coated balloon for atherosclerotic obliterans in the lower extremity[J]. *J Endovasc Ther*, 2023, 30(5):721-729. doi:10.1177/15266028221092979.
- [40] Katsanos K, Spiliopoulos S, Reppas L, et al. Debulking Atherectomy in the Peripheral Arteries: is There a Role and What is the Evidence? [J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2017, 40(7): 964-977. doi:10.1007/s00270-017-1649-6.
- [41] Cha JJ, Lee JH, Ko YG, et al. Clinical outcomes of atherectomy plus drug-coated balloon versus drug-coated balloon alone in the treatment of femoropopliteal artery disease[J]. *Korean Circ J*, 2022, 52(2):123-133. doi:10.4070/kcj.2021.0246.
- [42] Bhatt DL, Eikelboom JW, Connolly SJ, et al. Role of combination antiplatelet and anticoagulation therapy in diabetes mellitus and cardiovascular disease: insights from the COMPASS trial[J]. *Circulation*, 2020, 141(23): 1841-1854. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.046448.
- [43] Rymer J, Anand SS, Sebastian Debus E, et al. Rivaroxaban plus aspirin versus aspirin alone after endovascular revascularization for symptomatic PAD: insights from VOYAGER PAD[J]. *Circulation*, 2023, 148(24): 1919-1928. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.122.063806.
- [44] 吉忠杰, 张天华, 姜维良. 下肢动脉硬化闭塞症支架内再狭窄的诊治现状及舒洛地特的应用前景[J]. *中国普通外科杂志*, 2020, 29(6):745-751. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2020.06.016.
- Ji ZJ, Zhang TH, Jiang WL. Prevention and treatment of in-stent restenosis of lower extremity arteriosclerosis obliterans: current status and application prospects of sulodexide[J]. *China Journal of General Surgery*, 2020, 29(6): 745-751. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2020.06.016.
- [45] Ifitkhar O, Oliveros K, Tafur AJ, et al. Prevention of Femoropopliteal In-Stent Restenosis With Cilostazol: A Meta-Analysis[J]. *Angiology*, 2016, 67(6): 549-555. doi: 10.1177/0003319715604768.

(本文编辑 宋涛)

本文引用格式: 徐展, 张天华, 陈波, 等. 准分子激光消融术联合药物涂层球囊治疗复杂股腘动脉支架再狭窄的安全性和有效性[J]. *中国普通外科杂志*, 2024, 33(12):2011-2022. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.009

Cite this article as: Xu Z, Zhang TH, Chen B, et al. Safety and efficacy of excimer laser ablation combined with drug-coated balloon for treating complex femoropopliteal in-stent restenosis[J]. *Chin J Gen Surg*, 2024, 33(12): 2011-2022. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.009

本刊2025年各期重点内容安排

本刊2025年各期重点内容安排如下, 欢迎赐稿。

- | | | | |
|-----|-----------------|------|--------------|
| 第1期 | 肝脏外科临床与实验研究 | 第7期 | 肝脏肿瘤基础与临床研究 |
| 第2期 | 胆道外科临床与实验研究 | 第8期 | 胆道肿瘤基础与临床研究 |
| 第3期 | 胰腺外科临床与实验研究 | 第9期 | 胰腺肿瘤基础与临床研究 |
| 第4期 | 减重化谢外科临床与实验研究 | 第10期 | 胃肠肿瘤基础与临床研究 |
| 第5期 | 乳腺、甲状腺外科临床与实验研究 | 第11期 | 甲状腺肿瘤基础与临床研究 |
| 第6期 | 血管外科临床与实验研究 | 第12期 | 主动脉疾病基础与临床研究 |

中国普通外科杂志编辑部