



doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.12.016
http://dx.doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2022.12.016
Chinese Journal of General Surgery, 2022, 31(12):1674-1679.

· 文献综述 ·

Rotarex 治疗股腘动脉支架内再狭窄的现状与展望

郭晓博, 刘明远, 冯海

(首都医科大学附属北京友谊医院 血管外科, 北京 100050)

摘要

支架内再狭窄 (ISR) 是股腘动脉 (FP) 疾病介入治疗后面临的一个重要临床问题。初次置入支架的 FP-ISR 发生率较高, 并且反复的 ISR 往往需要多次后续手术治疗。前期的研究集中在球囊血管成形术、搭桥手术、覆膜支架、药物球囊、减容治疗, 但最佳治疗方案仍有争议。近期的治疗方案已转向两种或多种方法的联合治疗。其中以 Rotarex 斑块切除术加减容为基础的联合治疗成为 FP-ISR 治疗的一种新选择。笔者就 Rotarex 联合治疗应用于 FP-ISR 的安全性和有效性进行分析, 并讨论未来的前景。

关键词

外周血管疾病; 支架; 移植物闭塞, 血管; 综述
中图分类号: R654.3

Rotarex atherectomy system for the treatment of femoropopliteal in-stent restenosis: current status and perspectives

GUO Xiaobo, LIU Mingyuan, FENG Hai

(Department of Vascular Surgery, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China)

Abstract

In-stent restenosis (ISR) is a challenging clinical problem after intervention therapy of femoropopliteal (FP) arterial occlusive disease. Femoropopliteal artery in-stent restenosis (FP-ISR) rates after primary stent implantation are relatively high, and repeat FP-ISR often requires multiple additional interventions. Previous studies mainly focused on balloon angioplasty, bypass surgery, stent-graft, drug-coated balloon, and debulking therapies. However, the optimal approach remains controversial. Recently, the treatment trend has shifted to a combination of two or more methods. Among them, the combination therapy based on Rotarex atherectomy plus debulking has become a new choice for FP-ISR. Here, the authors analyze the safety and efficacy of Rotarex combination therapy used for FP-ISR and also discuss the future prospects.

Key words

Peripheral Vascular Diseases; Stents; Graft Occlusion, Vascular; Review
CLC number: R654.3

基金项目: 首都卫生发展科研专项基金资助项目 (首发2020-2-1102)。

收稿日期: 2022-05-05; 修订日期: 2022-11-28。

作者简介: 郭晓博, 首都医科大学附属北京友谊医院住院医师, 主要从事主动脉及外周动脉的外科治疗方面的研究。

通信作者: 冯海, Email: fenghai89@21cn.com

随着各种新治疗方法的出现,腔内治疗已成为股腘动脉(femoropopliteal artery, FP)病变的首选方案。对于复杂的病变,支架置入可以作为首选治疗方法,也可以作为限流性夹层或回缩的补救性治疗措施。但是FP病变支架的再狭窄(in-stent restenosis, ISR)问题不容忽视,其原因包括疾病进展、内膜增生、独特的解剖位置和复杂机械力(伸长、压缩、弯曲)等^[1]。FP-ISR的1年发病率为19%~37%,2年发病率为49%,3年发病率为60%^[2-4]。FP-ISR的发生率因使用的支架类型和支架置入长度而异,使用开槽管镍钛合金支架治疗的患者1年内FP-ISR发生率为19%~35%^[5],而使用编织镍钛合金支架治疗的患者1年内FP-ISR发生率为14%~17%^[6]。较长或重叠的支架可能进一步增加FP-ISR的发生风险^[7]。另外,FP病变本身的特点也会影响FP-ISR发生率,TASC II分级A~C级病变的5年FP-ISR发生率相似,约为50%,而TASC II分级D级病变的5年FP-ISR发生率较高(66%)^[8]。

针对FP-ISR的治疗已经有了许多的临床研究,但是尚无公认的治疗方法。目前临床常用的方法包括普通球囊扩张(percutaneous transluminal angioplasty, PTA)、药涂球囊(drug-coated balloon, DCB)、减容技术(激光、斑块旋切、血栓旋切)、支架、搭桥手术等。在外周动脉疾病中,腔内血栓切除术已成为除开放手术血栓切除术外的另一种治疗血栓闭塞的方法^[9-10]。腔内机械血栓切除具有侵袭性低、并发症发生率低、治疗时间短等优点。Rotarex是一种旋转血栓旋切设备,目前在动脉栓塞或血栓形成导致的急性和亚急性下肢缺血中取得了良好的临床效果。Rotarex联合PTA或DCB亦作为一种选择应用于临床中。本文重点讨论Rotarex在治疗FP-ISR的应用现状及未来前景。

1 FP-ISR的分型及治疗现状

Tosaka等^[11]将FP-ISR分为3级。Tosaka I级包括支架体和/或边缘内<50 mm的局灶性狭窄。Tosaka II级包括支架体和/或边缘内>50 mm的弥漫性狭窄,Tosaka III级是指支架完全闭塞。其中III类病变的ISR率和再堵塞率明显高于I类和II类病变。另外,如严重肢体缺血(critical limb ischemia, CLI)和远端血流不良,以及伴随病(如糖尿病、慢性肾病和吸烟)等也与FP-ISR发生率较高有关^[7]。

FP-ISR在支架置入后1年进展迅速,这使得术后的第1年成为预防FP-ISR最关键时期。抗血小板治疗被认为是预防FP-ISR的主要治疗,但是缺乏有力的临床证据。除阿司匹林和氯吡格雷外,有研究表明西洛他唑可预防FP-ISR。Iida等^[12]发现与未接受西洛他唑治疗的FP-ISR患者相比,接受西洛他唑治疗的FP-ISR患者的绝对风险降低了20%。虽然还没有正式的随机对照试验(RCT)进一步评估西洛他唑在预防FP-ISR中的作用,但这项研究表明,在抗血小板治疗中加入西洛他唑可能有一定的益处。另外,也有文献^[13]讨论了舒洛地特应用于治疗FP-ISR的药理及实验基础,其可行性及有效性还有待进一步的临床实践。

目前认为,对于FP-ISR应用单一的治疗方法很难达到理想的效果。单纯PTA效果不理想,6个月一期通畅率不到50%,切割球囊也只能得到相似的结果^[14]。Viabahn支架获得了良好的结果,中期和远期的一期通畅率和免于靶病变血运重建(target lesion revascularization, TLR)率均>60%,但Viabahn支架的主要缺点在于边缘再狭窄率高^[15-16]。DCB治疗已被证明比传统镍钛合金支架治疗更有效^[12],但是在长段FP-ISR病变中的应用费用较高。DCB也显示出优于传统PTA和去瘤策略的疗效,是FP-ISR研究最广泛的治疗方案^[6, 16-19]。然而,随着时间的推移,其初始效益可能会逐渐减少,导致中远期效果不佳^[18, 20]。

鉴于单一治疗不能取得最佳的临床效果,近期的研究主要集中在两种或者多种技术的联合治疗。而减容技术作为血管管腔的准备治疗引起了关注。在前期的研究中SilverHawk、Jetstream和激光虽然取得了较好的短期疗效,但中期随访结果不理想,1年时一期通畅率和免于TLR率约为40%~60%^[5, 21-23]。

2 ROTAREX“旋切”技术及其在FP疾病中的应用

Straub Rotarex血栓切除装置根据阿基米德螺旋原理工作^[24]。导管尖端由两个金属筒组成,具有两个侧开口。内筒与导管轴连接,外筒与旋转螺旋连接。通过导管外壳中的齿轮箱和由驱动系统驱动的导管手柄内电机使得螺旋和导管尖端可在40 000~60 000 r/min旋转。外筒前端为切面设计,

在工作时用于研磨血栓性物质。当旋转时，螺旋和外筒前端都旋转，并在导丝引导下推进至闭塞病变位置。当遇到血栓性闭塞时，前端旋转的小而钝的切面会分解血栓。同时，导管旋转在血管中产生涡流效应，有助于进一步分解血管腔中的闭塞性物质。分解的颗粒通过导管头的侧窗并在持续抽吸下进入连接的收集袋。导管或旋转前端不必与血管壁接触即可发挥作用。理论上，当设备沿着导丝使用并且具有适当的近端血流量时，即使无意中与管壁接触也不会导致血管壁损伤。导管具有不同尺寸：6、8和10 Fr；根据闭塞病变的长度，提供三种不同的长度：85、110和135 cm。导管由三个主要部分组成：切割头、螺旋和侧窗。6 Fr导管的吸入性能约为0.66 mL/s，8 Fr导管的吸入性能约为1.5 mL/s。

进行诊断性动脉造影后，应根据血管大小使用直径为6 Fr或8 Fr的Rotarex导管。然后，使用路图模式将0.018导丝送至目标闭塞病变，并越过病变远侧。将Rotarex装置沿着导丝推进到病变近端几厘米处，然后启动并缓慢通过病变，以防止远端栓塞，特别是对于亚急性闭塞性病变。然后进行小幅度的前进和后退运动。处理后的管腔应尽可能达到“不留下任何东西”，根据恢复血流后的最终结果，应考虑是否需行PTA、支架置入。另外，必须在体外频繁冲洗设备，以避免任何功能障碍。

目前Rotarex在治疗FP疾病中的研究已有了初步进展。其中Bulvas等^[25]在2019年报道了迄今为止最大的Rotarex治疗下肢缺血的前瞻性单臂研究，包括FP病变（ $n=231$ ），人工血管或静脉股腘搭桥移植术（ $n=75$ ）以及主髂动脉病变（ $n=35$ ）。入组病例分为急性（202例，63.9%）和亚急性（114例，36.1%），血栓性病变（ $n=256$ ）和栓塞性病变（ $n=60$ ），平均闭塞病变长度为（ 22.9 ± 14.8 ）cm。针对病变部位采用Rotarex和辅助方法（吸栓、PTA、支架置入）的总体技术成功率为100%。另外本文还报道了Rotarex技术成功（残余狭窄 $\leq 50\%$ ）率为73.4%，其中残余狭窄 $\leq 30\%$ 者140例，无残余狭窄者52例。12个月随访无截肢生存率为87.4%，全因死亡率4%，截肢率8.5%。Freitas等^[25]对525例急性或亚急性FP病变应用Rotarex联合或不联合辅助治疗（PTA、支架、溶栓）的回顾性研究同样得出了优良的结果，12个月TLR率为10.1%，大截肢

率为2.3%，全因病死率为8%。综合这两项研究及目前的多篇文献发现，Rotarex显示出在治疗急性及亚急性下肢血管闭塞病变的有效性和安全性，降低支架置入率，具有满意的即时和短期结果^[26-29]。

3 Rotarex治疗FP-ISR

Rotarex在急性和亚急性FP原发性闭塞病变中取得了良好的临床效果，而Rotarex对于慢性病变的治疗效果目前还处于探索阶段。

Wissgott等^[30]早在2011年就发表了关于Rotarex治疗FP支架再闭塞的前瞻性单中心研究结果，研究共包括亚急性（ >6 周）或慢性（ >3 个月）的78例患者入组，平均年龄（ 64.2 ± 8.3 ）岁。所有患者均出现FP支架内闭塞，Rutherford分级平均为3.36（2~5）。平均病变长度为14.7（6~30）cm。手术成功率为97.4%（76/78），在68.4%（52/76）患者术中进行了辅助性PTA，10.5%（8/76）患者术中置入支架。术后踝肱指数从 0.61 ± 0.17 上升至 0.85 ± 0.15 。12个月随访踝肱指数为 0.78 ± 0.16 ，平均Rutherford分级下降到1.65（1~3）。在随访期间，有18.4%（14/76）患者出现FP-ISR。并发症方面，围术期出现2例夹层，无远端栓塞，随访期间没有发生截肢或死亡。该研究是最早的Rotarex治疗FP-ISR的前瞻性临床研究，不仅纳入了亚急性病变，同时也纳入了慢性病变，12个月随访结果令人满意。同时，本研究中大部分病例仅应用了辅助性PTA，这也肯定了在不联合DCB的情况下Rotarex对于慢性FP-ISR的治疗效果。

4 Rotarex联合DCB治疗FP-ISR

对于FP-ISR单一的治疗方案往往不能起到满意效果，同时鉴于目前已有的DCB应用于FP-ISR的有利报道，Rotarex与DCB联合的治疗方案引起了广泛关注。Milnerowicz等^[31]报道了髂动脉和/或腹股沟下动脉支架内完全闭塞采用Rotarex联合DCB治疗的短期随访结果。本组数据包括2014年4月—2017年6月共74例患者，男性49例，平均年龄（ 66.7 ± 9.7 ）岁。37例患者有CLI，其中30例因急性缺血行急诊手术。平均病变长度（ 22 ± 15 ）cm，其中74%（55例）为FP支架内闭塞病变。手术成

功率为98.6%。6例(8.1%) CLI患者在Rotarex后发生远端栓塞, 但对溶栓治疗反应良好, 其中4例在溶栓24 h后行药物洗脱支架(drug-eluting stent, DES)置入。出现3例(4.1%)夹层, 均不需要额外处理。1例(1.4%)因动脉穿孔行支架置入。另外有28例因“不理想的结果”(残余狭窄>50%)置入了额外的支架。术后随访12个月, 超声评价再狭窄率为20.5% (15/73), 4例(5.5%)患者行靶血管重建。Rutherford 5级、急诊手术、涉及3个血管段的广泛病变以及术中并发症的病例出现更高的再狭窄复发率。但是在多变量分析中, 只有术中并发症是1年后再狭窄复发的独立预测因素($OR=63.3$, $95\% CI=5.7\sim 701.5$)。此研究不仅报道了Rotarex与DCB联合治疗FP-ISR的一年期良好的通畅率和免于靶血管重建率, 还对并发症的发生与治疗做了详细描述。术中远端栓塞发生率较高, 虽然对溶栓反应良好, 但术者仍选择在溶栓后进行DES置入。另外值得注意的是, 经过Rotarex与DCB联合治疗, 仍有38%的患者存在>50%的残余狭窄, 这可能与本研究所选取的均为支架内完全闭塞病例有关。

与此篇文章同年发表的Liao等^[32]的一项前瞻性研究的也得到了令人满意的近期结果。这项研究对29例行Rotarex和DCB联合治疗FP-ISR患者进行了12个月随访, 平均踝肱指数由 0.45 ± 0.14 降至 0.84 ± 0.12 ($P<0.05$), 步行障碍问卷得分由 30.45 ± 21.14 升至 52.68 ± 29.75 ($P<0.05$)。Kaplan-Meier评估12个月时一期通畅率为86.2% (25/29), 12个月时无临床驱动靶病变再次血运重建(CD-TLR)率为89.7% (26/29)。

Loffroy等^[33]报道了Rotarex治疗FP-ISR的最大规模的回顾性多中心研究结果。队列来自法国, 包括128例患者(88例男性和40例女性), 年龄39~94岁, 平均(66.7 ± 12)岁, 包括FP-ISR(50例, 39.1%)、闭塞(76例, 59.4%)。所有患者均存在心血管危险因素。术前数据显示, 51.5%的患者有严重的肢体缺血。经减容后如果存在持续的潜在严重狭窄或残留的血栓, 则使用某些辅助治疗, 如PTA、DCB或两者兼有; 如果残余狭窄>50%, 则置入支架。在这组病例中, 59.4%的病变为支架内闭塞。单纯减容治疗仅应用于3.1%的病例。在FP-ISR病变中应用经皮机械减容和辅助PTA(95/128, 74.2%)或辅助DCB(16/128, 12.5%)或

两者兼有(13/128, 10.2%)的技术成功率为96.9%。随访12个月, 一期临床成功率为92.3%, 二期临床成功率为91.4%。保肢率为93.7%。32例(25%)在首次干预后(7.1 ± 8.2)个月再次干预。TLR率为19.5% (25/128)。7例(5.5%)患者出现肢体远端栓塞, 需行介入治疗。随访期间, 主要不良事件(MAE)为死亡(18/128, 14.1%)、心肌梗死(9/128, 7.0%)、中风(2/128, 1.6%)和肾功能衰竭(3/128, 2.3%)。回归分析显示病变类型(长度、程度、分期)对通畅率、再干预率及生存率无影响。这些结果提示Rotarex血栓切除装置是治疗FP-ISR的一种实用选择, 无论血栓的分期, 具有满意的TLR率。

5 Rotarex vs. 激光减容

根据作用机理不同, 腔内减容技术分为激光减容和机械减容(Rotarex等)。激光减容治疗已广泛应用于治疗慢性FP闭塞性疾病, 但是目前并未有两者应用FP-ISR的直接对比研究。但是Xu等^[34]的Meta分析结果显示, 机械减容(Rotarex和SilverHawk)联合DCB与激光联合DCB在治疗FP-ISR的中期效果一致。在激光PTA组和机械PTA组的比较中, 主要通畅率(53.8% vs. 52.8%)和TLR率(65.4% vs. 62.1%)无明显差异。这也从侧面提示了Rotarex联合治疗在慢性FP-ISR中的肯定效果。另外, 激光减容似乎更适用于完全闭塞的病变, 但同样需要真腔通过。而与激光减容相比, 机械减容出现远端栓塞的概率更大, 因此术中保护装置的应用尤为重要。

6 总结及展望

Rotarex对于FP闭塞性疾病的治疗, 具有微创、易用、手术时间短、血栓负荷小、并发症发生率低、无血管壁损伤、成功恢复血管通畅、清除潜在病变等优点。另一方面, 该装置可能存在一些缺点: 弯曲问题导致在成角硬化的动脉分叉中切除血栓可能无效; 在高度钙化的血管中存在夹层和穿孔的潜在危险; 有发生远端栓塞可能及无法处理膝下血管等。因此, FP-ISR或闭塞的辅助治疗可能是其最好的适应证。

虽然目前的报道显示Rotarex与DCB和/或PTA

联合治疗 FP-ISR 取得了良好的临床效果，但术中并发症和残余狭窄的情况需引起重视，支架置入或可作为可行的补救性措施。另外，在对比 DCB 与 PTA 治疗 FP-ISR 的临床随机对照研究结果显示 DCB 已占有明显优势，目前有学者认为 Rotarex 联合 DCB 的疗效或主要源于 DCB，所以未来的研究应着重于 Rotarex 的联合治疗是否能扩大 DCB 的优势，例如开展 Rotarex 联合 PTA 与 Rotarex 联合 DCB 的随机对照研究。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Laird JR, Loja MN. Drug-eluting stents in the superficial femoral artery: seeing is believing[J]. *EuroIntervention*, 2016, 12(12):1443-1445. doi: [10.4244/EIJV12I12A238](https://doi.org/10.4244/EIJV12I12A238).
- [2] Schillinger M, Sabeti S, Loewe C, et al. Balloon angioplasty versus implantation of nitinol stents in the superficial femoral artery[J]. *N Engl J Med*, 2006, 354(18): 1879-1888. doi: [10.1056/NEJMoa051303](https://doi.org/10.1056/NEJMoa051303).
- [3] 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](https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.109.903468).
- [4] Singh GD, Armstrong EJ, Laird JR. Femoropopliteal in-stent restenosis: current treatment strategies[J]. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2014, 55(3):325-333.
- [5] Yeo KK, Malik U, Laird JR. Outcomes following treatment of femoropopliteal in-stent restenosis: a single center experience[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2011, 78(4): 604-608. doi: [10.1002/ccd.23022](https://doi.org/10.1002/ccd.23022).
- [6] Krankenberg H, Tubler T, Ingwersen M, et al. Drug-coated balloon versus standard balloon for superficial femoral artery In-stent restenosis: the randomized femoral artery In-stent restenosis (FAIR) trial[J]. *J Vasc Surg*, 2016, 63(3): 847. doi: [10.1016/j.jvs.2016.01.009](https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.01.009).
- [7] 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](https://doi.org/10.1583/13-4308MR.1).
- [8] Iida O, Takahara M, Soga Y, et al. Shared and differential factors influencing restenosis following endovascular therapy between TASC (trans-Atlantic inter-society consensus) II class A to C and D lesions in the femoropopliteal artery[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2014, 7(7):792-798. doi: [10.1016/j.jcin.2014.01.168](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2014.01.168).
- [9] Lichtenberg M, Stahlhoff W, Boese D, et al. Twelve months outcome after percutaneous mechanical thrombectomy for treatment of acute femoropopliteal bypass occlusion[J]. *Cardiovasc Interv Ther*, 2013, 28(2): 178-183. doi: [10.1007/s12928-012-0152-x](https://doi.org/10.1007/s12928-012-0152-x).
- [10] Lichtenberg M, Käunicke M, Hailer B. Percutaneous mechanical thrombectomy for treatment of acute femoropopliteal bypass occlusion[J]. *Vasc Health Risk Manag*, 2012, 8(1):283-289.
- [11] 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](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.09.036).
- [12] Iida O, Yokoi H, Soga Y, et al. Cilostazol reduces angiographic restenosis after endovascular therapy for femoropopliteal lesions in the Sufficient Treatment of Peripheral Intervention by Cilostazol study[J]. *Circulation*, 2013, 127(23): 2307-2315. doi: [10.1161/CIRCULATIONAHA.112.000711](https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.112.000711).
- [13] 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](https://doi.org/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]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2020, 29(6):745-751. doi:[10.7659/j.issn.1005-6947.2020.06.016](https://doi.org/10.7659/j.issn.1005-6947.2020.06.016).
- [14] Dick P, Sabeti S, Mlekusch W, et al. Conventional balloon angioplasty versus peripheral cutting balloon angioplasty for treatment of femoropopliteal artery in-stent restenosis: initial experience[J]. *Radiology*, 2008, 248(1): 297-302. doi: [10.1148/radiol.2481071159](https://doi.org/10.1148/radiol.2481071159).
- [15] Al Shammeri O, Bitar F, Ghitelman J, et al. Viabahn for femoropopliteal in-stent restenosis[J]. *Ann Saudi Med*, 2012, 32(6): 572-582. doi: [10.5144/0256-4947.2012.575](https://doi.org/10.5144/0256-4947.2012.575).
- [16] Bosiers M, Deloose K, Callaert J, et al. Superiority of stent-grafts for in-stent restenosis in the superficial femoral artery: twelve-month results from a multicenter randomized trial[J]. *J Endovascular Ther*, 2015, 22(1): 1-10. doi: [10.1177/1526602814564385](https://doi.org/10.1177/1526602814564385).
- [17] Virga V, Stabile E, Biamino G, et al. Drug-eluting balloons for the treatment of the superficial femoral artery in-stent restenosis: 2-year follow-up[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2014, 7(4): 411-415. doi: [10.1016/j.jcin.2013.11.020](https://doi.org/10.1016/j.jcin.2013.11.020).
- [18] Kinstner CM, 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. doi: 10.1016/j.jcin.2016.04.012.
- [19] 刘俊超, 王兵. 药物涂层球囊治疗股腘动脉支架内再狭窄的研究进展[J]. *中国普通外科杂志*, 2016, 25(12): 1796-1800. doi: 10.3978/j.issn.1005-6947.2016.12.021.
- Liu JC, Wang B. Drug-coated balloon for femoropopliteal in-stent restenosis: current research progress[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2016, 25(12): 1796-1800. doi: 10.3978/j.issn.1005-6947.2016.12.021.
- [20] Liistro F, Angioli P, Porto I, et al. Paclitaxel-eluting balloon vs. standard angioplasty to reduce recurrent restenosis in diabetic patients with in-stent restenosis of the superficial femoral and proximal popliteal arteries: the DEBATE-ISR study[J]. *J Endovasc Ther*, 2014, 21(1):1-8. doi: 10.1583/13-4420R.1.
- [21] Shammas NW, Shammas GA, Helou TJ, et al. Safety and 1-year revascularization outcome of SilverHawk atherectomy in treating in-stent restenosis of femoropopliteal arteries: a retrospective review from a single center[J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2012, 13(4):224-227. doi: 10.1016/j.carrev.2012.03.004.
- [22] Shammas NW, Shammas GA, Banerjee S, et al. JetStream rotational and aspiration atherectomy in treating In-stent restenosis of the femoropopliteal arteries: results of the JETSTREAM-ISR feasibility study[J]. *J Endovasc Ther*, 2016, 23(2): 339-346. doi: 10.1177/1526602816634028.
- [23] 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]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2019, 28(12): 1462-1468. doi: 10.7659/j.issn.1005-6947.2019.12.004.
- [24] Freitas B, Steiner S, Bausback Y, et al. Rotarex Mechanical Debulking in Acute and Subacute Arterial Lesions[J]. *Angiology*, 2017, 68(3):233-241. doi: 10.1177/0003319716646682.
- [25] Bulvas M, Sommerová Z, Vaněk I, et al. Prospective Single-Arm Trial of Endovascular Mechanical Debulking as Initial Therapy in Patients With Acute and Subacute Lower Limb Ischemia: One-Year Outcomes[J]. *J Endovasc Ther*, 2019, 26(3):291-301. doi: 10.1177/1526602819840697.
- [26] Bérczi V, Deutschmann HA, Schedlbauer P, et al. Early experience and midterm follow-up results with a new, rotational thrombectomy catheter[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2002, 25(4):275-281. doi: 10.1007/s00270-001-0095-6.
- [27] Duc SR, Schoch E, Pfyffer M, et al. Recanalization of acute and subacute femoropopliteal artery occlusions with the rotarex catheter: one year follow-up, single center experience[J]. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2005, 28(5): 603-610. doi: 10.1007/s00270-004-0339-3.
- [28] Vorwerk D, Triebe S, Ziegler S, et al. Percutaneous mechanical thromboembolism in acute lower limb ischemia[J]. *Cardiovasc Interv Radiol*, 2019, 42(2): 178-185. doi: 10.1007/s00270-018-2129-3.
- [29] Liu J, Li T, Huang W, et al. Percutaneous mechanical thrombectomy using Rotarex catheter in peripheral artery occlusion diseases - Experience from a single center[J]. *Vascular*, 2019, 27(2): 199-203. doi: 10.1177/1708538118813239.
- [30] Wissgott C, Kamusella P, Andresen R. Treatment of in-stent reocclusions of femoropopliteal arteries with mechanical rotational catheters[J]. *Rofo*, 2011, 183(10): 939-944. doi: 10.1055/s-0031-1281634.
- [31] Milnerowicz A, Milnerowicz A, Kuliczowski W, et al. Rotational Atherectomy Plus Drug-Coated Balloon Angioplasty for the Treatment of Total In-Stent Occlusions in Iliac and Infringuinal Arteries[J]. *J Endovasc Ther*, 2019, 26(3):316-321. doi: 10.1177/1526602819836749.
- [32] Liao CJ, Song SH, Li T, et al. Combination of rotarex thrombectomy and drug-coated balloon for the treatment of femoropopliteal artery In-stent restenosis[J]. *Ann Vasc Surg*, 2019, 60:301-307. doi: 10.1016/j.avsg.2019.02.018.
- [33] Loffroy R, Edriss N, Goyault G, et al. Percutaneous mechanical atherothrombectomy using the Rotarex®S device in peripheral artery in-stent restenosis or occlusion: a French retrospective multicenter study on 128 patients[J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2020, 10(1):283-293. doi: 10.21037/qims.2019.11.15.
- [34] 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. doi: 10.1016/j.jvs.2019.11.058.

(本文编辑 熊杨)

本文引用格式:郭晓博,刘明远,冯海. Rotarex治疗股腘动脉支架内再狭窄的现状与展望[J]. *中国普通外科杂志*, 2022, 31(12):1674-1679. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.12.016

Cite this article as: Guo XB, Liu MY, Feng H. Rotarex atherectomy system for the treatment of femoropopliteal in-stent restenosis: current status and perspectives[J]. *Chin J Gen Surg*, 2022, 31(12):1674-1679. doi:10.7659/j.issn.1005-6947.2022.12.016