

·血管介入 Vascular intervention·

经足背-足底或足底-足背动脉环逆行腔内成形术治疗糖尿病踝下动脉闭塞性病变的临床研究

朱悦琦, 赵俊功, 李明华, 谭华桥, 王建波, 刘芳, 程英升, 王珏, 程永德

【摘要】 目的 评价经足背-足底(transdorsal-to-plantar, TDP)或经足底-足背(transplantar-to-dorsal, TPD)动脉环逆行腔内成形技术,治疗踝下动脉闭塞性病变的可行性和疗效。**方法** 8例踝下闭塞性病变患者共8条患肢,行传统腔内成形技术失败后接受TDP或者TPD逆行腔内成形技术治疗。所有患者临床症状,足背或者足底动脉搏动评分和踝-臂指数(ABI)术前术后均行比较。随访内容包括疼痛缓解,伤口愈合,肢体挽救及靶血管的再狭窄。**结果** 经TDP或者TPD逆行腔内成形技术在8例患者中的5例(62.5%)获得成功。足部疼痛明显改善,动脉搏动评分和ABI指数从术前的 0.60 ± 0.55 和 0.32 ± 0.20 分别上升至术后的 2.40 ± 0.55 和 0.75 ± 0.12 ($P < 0.01$)。12个月随访结束时,视觉疼痛评分从术前的 7.40 ± 1.14 改善至 2.20 ± 1.48 ($P = 0.002$)。2例难愈性溃疡患者术后1例完全愈合,1例明显缩小。所有手术成功患者均未接受截肢。随访磁共振血管成像(MRA)显示1条靶血管再狭窄。**结论** 经TDP和TPD动脉环逆行腔内成形术治疗常规腔内成形术失败的糖尿病足部缺血患者是可行和有效的。

【关键词】 严重肢体缺血;足缺血;球囊成形;内膜下成形;糖尿病

中图分类号:R587.1 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2011)-03-0185-06

Retrograde transdorsal-to-plantar or transplantar-to-dorsal intraluminal re-entry treatment following unsuccessful subintimal angioplasty for below-the-ankle arterial occlusion ZHU Yue-qi, ZHAO Jun-gong, LI Ming-hua, TAN Hua-qiao, WANG Jian-Bo, LIU Fang, CHENG Ying-sheng, WANG Jue, CHENG Yong-de. Department of Diagnostic and Interventional Radiology, the Affiliated Sixth People's Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200233, China

Corresponding author: ZHAO Jun-gong, E-mail: zhaojungong@yahoo.com.cn

【Abstract】 Objective To assess the technical feasibility and efficacy of transdorsal-to-plantar(TDP) or transplantar-to-dorsal (TPD)intraluminal re-entry procedure following unsuccessful subintimal angioplasty for the treatment of arterial occlusion below the ankle. **Methods** TDP or TPD retrograde intraluminal re-entry angioplasty was carried out in 8 diseased limbs of 8 diabetic patients (5 males and 3 females, aged 62 ~ 81 years with a mean age of 75 ± 8 years), who were accompanied with chronic below-the-ankle arterial occlusive disease, after the standard transtibial subintimal angioplasty had failed. Both before and after the procedure the clinical symptoms, dorsal or plantar arterial pulse volume scores and ankle-brachial indexes (ABI)were determined in all patients, the results were compared and statistically analysed. During the follow-up period, the degree of pain relief, the healing of the wound, the salvage of the diseased limb and the restenosis occurrence of the target vessels were evaluated. **Results** Of the total 8 patients, TDP or TPD retrograde intraluminal re-entry angioplasty was successfully performed in 5(62.5%). After the treatment the foot pain was markedly relieved, the median pulse volume scores and ankle-brachial indexes were increased from 0.60 ± 0.55 and 0.32 ± 0.20 before the procedure to 2.40 ± 0.55 and 0.75 ± 0.12 after the procedure, respectively ($P < 0.01$ for both). At the end of the follow-up lasting for twelve months, the visual analogue

scale was apparently improved, the scores decreased from preoperative 7.40 ± 1.14 to 2.20 ± 1.48 ($P = 0.002$). Of two cases with intractable skin ulcer, the skin lesion was completely healed in one and was significantly decreased in size in another. No amputation

作者单位:200233 上海交通大学附属第六人民医院放射科(朱悦琦、赵俊功、李明华、谭华桥、王建波、王珏、程永德),内分泌科(刘芳);上海同济大学附属第十人民医院影像医学中心(程英升);

通信作者:赵俊功 E-mail:zhaojungong@yahoo.com.cn

surgery was needed in all successfully treated patients. Magnetic resonance angiography revealed that one target vessel developed re-stenosis. **Conclusion** TDP and TPD retrograde intraluminal re-entry techniques are clinically feasible and effective for the treatment of foot ischemia in diabetic patients when standard below-the-ankle angioplasty has failed.(J Intervent Radiol, 2011, 20: 185-190)

【Key words】 critical limb ischemia; foot ischemia; balloon angioplasty; subintimal angioplasty; diabetes mellitus

鉴于内膜下成形技术治疗髂股动脉长段闭塞性病变的成功,该技术目前广泛应用于膝下腘动脉,胫前和胫后动脉,尤其是长节段的闭塞性病变^[1-3]。然而,内膜下成形技术目前仅在有限的踝下血管(BTA)闭塞性病例中应用,在临床实践中技术失败率可以高达 30%^[4-6]。有研究表明 BTA 细小的管腔内再进入真腔具有极大的挑战性^[7-8]。更重要的是,在 1 年的随访过程中,内膜下成形常伴有更高的再狭窄率,可以从 42%到 75%^[9-10]。鉴于足背和足底动脉通过深穿动脉和足底弓吻合,有可能利用此潜在的解剖通路来逆行治疗踝下血管的闭塞性病变^[11]。本研究回顾性分析和评价了应用这一逆行进入血管真腔成形技术治疗一组严重足部缺血糖尿病患者的可行性和安全性。

1 材料与方法

1.1 病例资料

从 2009 年 7 月至 2010 年 2 月,8 例糖尿病患者,男 5 例,女 3 例;年龄平均(75 ± 8)岁,62 ~ 81 岁。临床表现为慢性临床缺血症状[Fontaine 分级 II (5 例)和 III (3 例)],均由足背动脉或足底动脉闭塞引起,接受经足背-足底(transdorsal-to-plantar,TDP)或经足底-足背(transplantar-to-dorsal,TPD)动脉环逆行腔内成形技术。患者入组条件包括:①标准腔内或内膜下经胫动脉至足背或足底动脉成形术治疗失败;②相应足背/足底动脉之一造影显示通畅或者开通良好;③足部缺血区域无明显侧支血管代偿。所有患者均无行血管旁路移植手术指证,并接受术前临床,物理和影像学检查评估,包括足背或足底动脉的搏动评分,踝-臂指数(ABI)和下肢血管磁共振成像(MRA)以评价是否适合血管内治疗。物理或者影像学检查显示动脉异常的证据包括足背动脉搏动降低或者缺失,ABI < 0.9 (无动脉管壁钙化)和 MRA 显示足背或者足底动脉闭塞,伴或不伴近端动脉的闭塞。

1.2 方法

1.2.1 TDP 或 TPD 动脉环逆行腔内成形术 血管

造影和介入治疗均在局麻下通过顺行穿刺股动脉进行。通过 5 F 血管鞘采用 4 F 造影导管(Cook, Bloomington, IN, USA)行下肢血管造影。静脉内注射肝素(起始 3 000 u;后追加 1 000 u/h)后采用文献报道的内膜下成形技术行膝下和(或)BTA 闭塞段血管开通^[7-8]。

经 TDP 逆行腔内成形技术开通足底外侧动脉时,300 cm 长,0.014 英寸超滑导丝(PT2;Boston Scientific,Natick,MA, USA)在双腔球囊导管(Amphirion Deep;Invatec,Brescia,Italy)的支撑下沿足背动脉前行。0.014 英寸导丝头端一般塑形成单弯,在路图引导下,通过位于第 1 足趾处的深穿动脉和足底弓进入足底外侧动脉,并在球囊导管支撑下行闭塞的足底外侧动脉腔内开通。足部 60°斜位有助于显示深穿动脉和足底弓的走行,以防止导丝进入第一跖背动脉。在球囊导管穿过闭塞的足底外侧动脉并证实导管位于真腔后,充盈球囊扩张闭塞病变段血管。

经 TPD 腔内逆行腔内开通足背动脉方式与经 TDP 的腔内成形技术基本相同。如果闭塞段血管严重钙化,0.014 英寸导丝和球囊导管不能提供足够的支撑以开通时,常使用 0.035 英寸超滑导丝配以 4 F 椎动脉导管行腔内开通,然后交换 0.014 英寸导丝和球囊导管。依据钙化的严重程度不同,球囊扩张压力通常为 4 ~ 10 个大气压,扩张时间为 1 ~ 3 min。扩张完毕后经球囊导管内注射 2 ~ 5 ml 对比剂观察血流是否通过良好。如有必要,可行再次扩张。手术过程从经胫动脉内膜下开通失败直至采用经 TDP 或 TPD 逆行腔内开通完成或者手术中止为止。

如闭塞段开通后顺行血流建立,且造影显示狭窄程度 < 30%,则认为手术成功。所有患者均接受术后 3 d 每隔 12 h 的皮下低分子肝素注射抗凝治疗,然后改口服阿司匹林(100 mg/d)和西洛他唑(200 mg/d)至少 6 个月。

1.2.2 判断标准 严重的足部缺血定义为 > 2 周的疼痛和(或)踝关节下组织缺失(包括难愈性溃疡或坏疽),等同于 Fontaine 分级的 III 或 IV 级。动脉搏

动分级分为 0 到 3 级(0 为没有动脉搏动触及;1 为触及动脉搏动微弱;2 为触及中度动脉搏动;3 为触及正常动脉搏动)。手术效果改善的客观证据包括动脉搏动改善 > 1 级或者 ABI 改善 ≥ 0.10 。其他如疼痛的缓解同样被认为是临床成功的表现。疼痛的缓解被定义为在 0 ~ 10 cm 的视觉疼痛评分量表上,患者主诉疼痛缓解 > 2 cm。

血管通畅定义为治疗靶血管节段的狭窄率 < 30%。伤口面积的愈合 > 50% 认为伤口成功愈合。当患者接受部分足趾/跖的截除时,如足跖保留部

分可以维持患者站立功能,认为肢体成功挽救。任何超过踝关节的截肢被认定为治疗失败。

1.2.3 随访 临床门诊随访每月评价症状的减轻和肢体挽救情况。每隔 3 个月行下肢 MRA 检查判断血管再狭窄情况。对于有临床症状的复发和可以再狭窄的患者,立即行超声或者 MRA 检查,必要时行血管造影检查。

2 结果

8 例患者病变情况及治疗结果见表 1。

表 1 8 例足部缺血应用 TDP 或 TPD 逆行腔内成形技术病例资料汇总

年龄(y), 性别	症状	病变严重程度和节段长度			结果			手术 时间(h)	随访(mo),结果	
		FP	IP	BTA	FP	IP	BTA		MRA	临床结果
81/男	RP	-	ATA 95%, 4 cm; PA 100% PTA 100% > 10 cm		-	ATA: IA 成功; PA: TDP 成功 PTA: SA 成功		1.0	6/通畅	7/好转
80/男	RP, SFA 100% 4 cm TL		ATA 100% > 10 cm; PTA 100% 4 cm	DPA 100%	SFA: IA 成功	ATA: SA 成功; DPA: TPD 成功 PTA: IA 成功		1.2	6/通畅	7/好转
74/男	RP SFA/pop 75% - 95% , 6 cm		ATA 100% > 10 cm	DPA 100%	SFA/Pop: IA 成功	ATA: SA 成功 DPA: TPD 成功		0.5	3/通畅	4/好转
78/女	RP SFA 90% , 5 cm		ATA 100% > 10 cm	DPA 100%	SFA: IA 成功	ATA: SA 成功 DPA: TPD 成功		0.8	3/狭窄 (< 50%)	3/改善
81/男	RP	None	ATA 100% > 10 cm	DPA 100%	-	ATA: SA 成功 DPA: TPD 失败*		0.75	5/闭塞	5/无变化
63/男	RP, SFA 75% , 3 cm TL		ATA 100% > 10 cm	DPA 100%	SFA: IA 成功	ATA: SA 成功 DPA: TPD 成功		0.5	4/通畅	5/好转
77/女	RP, SFA 100% , 2 cm TL		ATA 100% > 10 cm	PA 100%	SFA: IA 成功	PTA: SA 成功; PA: TPD 失败*		1.3	12/闭塞	12/小截肢
62/女	RP Pop 75% , 2 cm		ATA/PTA 100% , > 10 cm	DPA 100%	Pop: IA 成功	ATA: SA 成功; DPA: TPD 失败+ PTA: SA 成功		1.3	6/闭塞	7/改善

注:FP:股腓, IP:膝下, BTA:踝下, RP:静息痛, TL:难愈合性组织缺损, ATA:胫前动脉, PTA:胫后动脉, Pop:腓动脉, DPA:足背动脉, PA:足底动脉, MRA:磁共振血管成像, IA:腔内成形, SFA:股浅动脉, SA:内膜下成形, TPD:经足底-足背动脉路径, TDP:经足背-足底动脉路径

* 血管穿破

+由于足背动脉严重钙化

8 例患者中的 5 例经 TDP 或者 TPD 动脉环逆行腔内成形术取得成功(图 1、2)。失败的 3 例患者中, 2 例因导丝不能通过交通动脉, 进而开通闭塞的靶血管失败。剩下 1 例尽管导丝和球囊导管成功通过闭塞的足背动脉, 但由于钙化严重, 扩张的血管严重回缩导致失败。平均手术时间为 (0.9 ± 0.3) h ($0.5 \sim 1.3$ h)。此外同时治疗 17 处位于髂、股、腓和胫动脉的狭窄或者闭塞性病变。本研究中未使用支架植入。最常见的技术并发症为血管穿孔, 发生于 2 例患者。考虑到足背-足底动脉环本身管腔细小, 且先前狭窄或者闭塞性病变存在, 血管穿破后通常不需额外的处理措施。

所有 5 例手术成功的患者疼痛均获得缓解, 并停止服用止痛药物。动脉搏动评分和 ABI 指数从术

前的 0.60 ± 0.55 和 0.32 ± 0.20 分别增加至 2.40 ± 0.55 和 0.75 ± 0.12 ($P = 0.006$ 和 $P = 0.008$)。

本组 8 例患者均获得完整的随访数据, 平均随访时间为 (6.2 ± 2.8) 个月 ($3 \sim 12$ 个月)。在 5 例成功治疗的患者中, 有组织缺失的 2 例患者, 1 例痊愈, 1 例改善。视觉疼痛评分从术前的 7.4 ± 1.1 改善至术后 2.2 ± 1.5 ($P = 0.002$)。5 例患者均未接受再次的介入治疗, 且随访过程中无需截肢。平均 MRA 随访时间为 (4.4 ± 1.5) 个月 ($3 \sim 6$ 个月)。3 个月时 MRA 随访时显示 1 例患者经 TPD 腔内成形术后胫前动脉狭窄。

对于 3 例手术失败的患者, 2 例 (病例 5 和 7) 尽管成功开通了胫前和胫后动脉, 临床症状没有得到明显的缓解; 其中 1 例 (病例 7) 最终由于难愈性

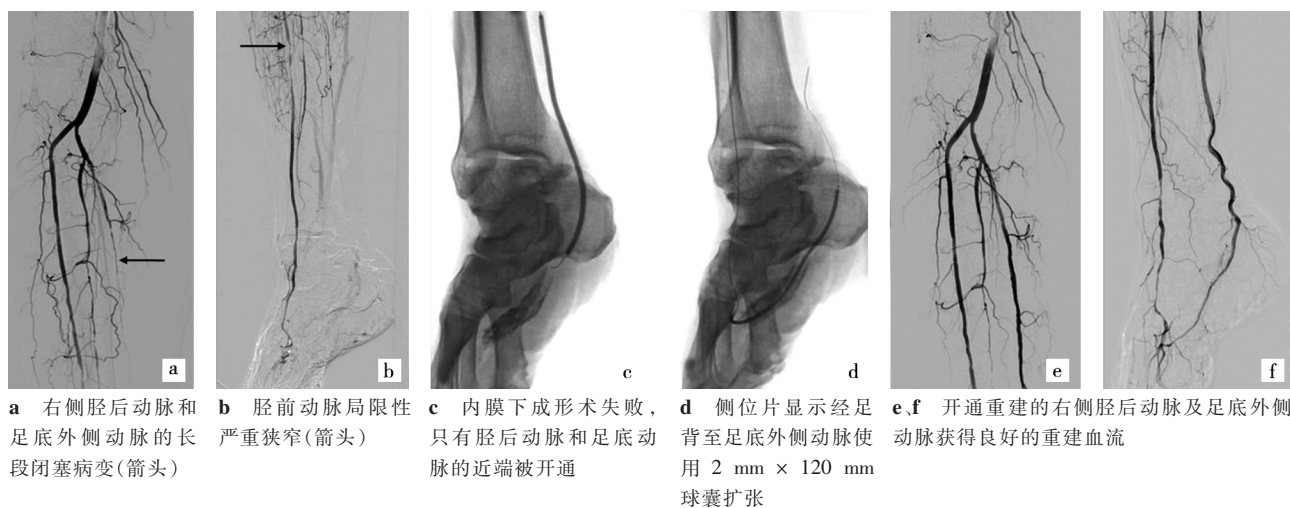


图 1 右胫后动脉和足底外侧动脉长段病变治疗前后

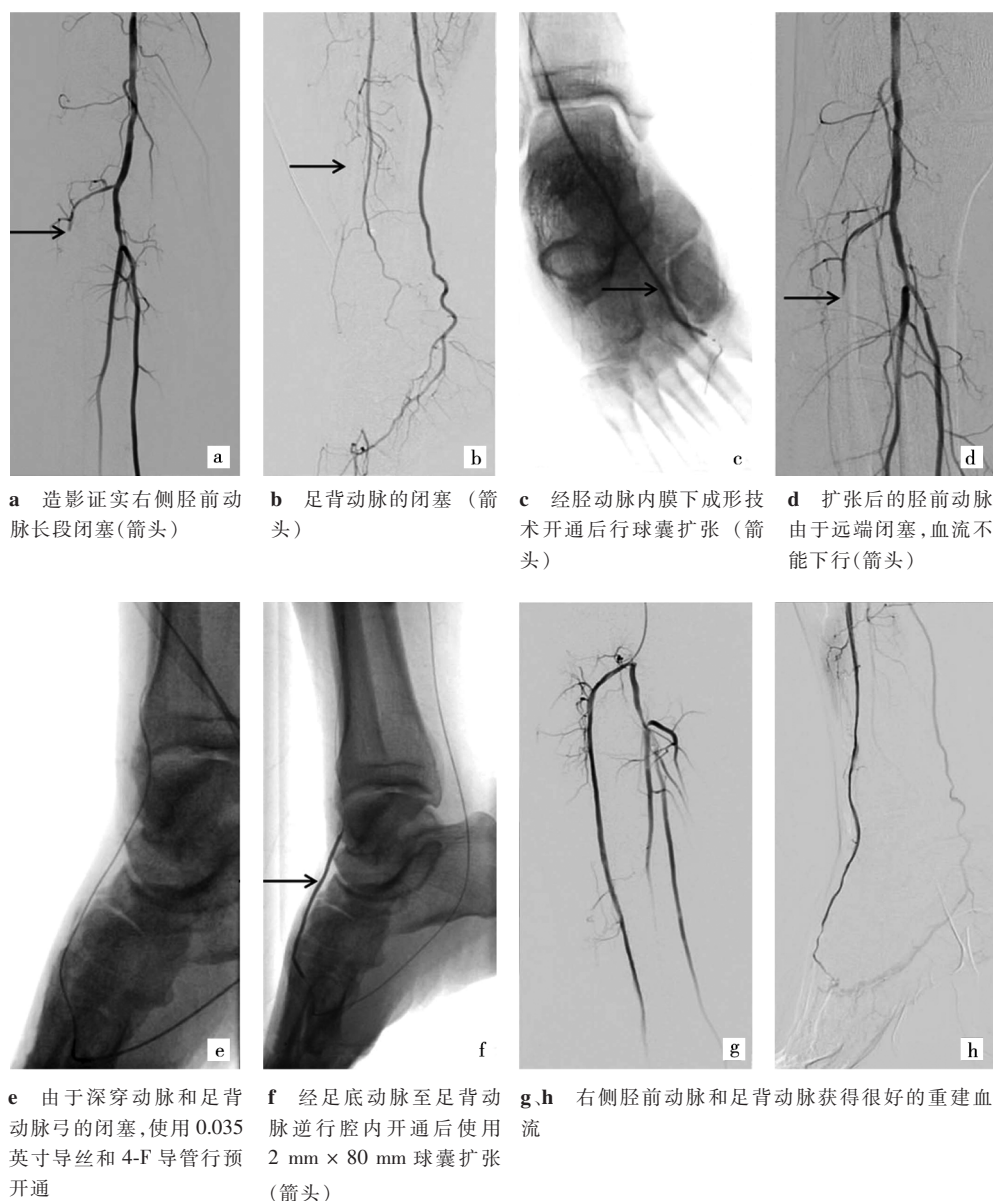


图 2 右侧足背难愈性溃疡血管成形术前后

伤口接受了小截肢。另 1 例失败患者(病例 8)在开通胫动脉后有明显的临床症状缓解,不需接受任何截肢治疗。然而,3 例手术失败的患者在随后的 MRA 随访过程中,所有开通血管由于缺乏良好的流出道,均又闭塞。

3 讨论

BTA 闭塞性病变可以发生于 10% ~ 80% 的严重下肢缺血患者中。通常需要娴熟的介入操作技术来达到开通。随着低剖面长球囊和更加精密的介入器械使用,以及新的治疗理念(如内膜下成形技术)的临床应用,使得经皮血管内开通 BTA 闭塞性病变已经成为改善严重下肢缺血患者症状,保存患肢的迫切需要和可能^[12]。很多有前景的技术已经被提出用于治疗 BTA 闭塞性病变,鉴于 BTA 病变很少不累及膝下胫动脉,目前最为推荐的技术是经胫动脉内膜下成形技术。

本研究中患者接受与先前文献报道类似的治疗过程,均接受 BTA 以及受累的近端动脉,主要是胫动脉的成形术治疗^[6-8]。尽管文献报道内膜下成形技术在股腘动脉和胫腓动脉已经成熟^[1,13-14],并且在 BTA 血管中应用也已取得良好的效果^[7,15]。开通 BTA 闭塞病变仍极具挑战性,即使在具有大量病例和娴熟操作经验的治疗中心,手术失败率仍高达 20% ~ 30%^[16]。这很大程度上是在开通时,由于 BTA 具有更小的管腔,更严重的钙化和更脆弱的血管壁,加之长段的导丝导管操作具有较差的可控性等原因,导致从内膜下进入真腔非常困难。

除了动脉内膜下成形,当经腔内开通失败时其他技术也可以考虑,包括逆行通路(通常为足背动脉)穿刺,逆行开通阻塞段病变^[17],和经侧支血管开通闭塞病变段等^[18]。逆行穿刺足部血管(多为足背动脉)通常用于当胫前动脉开口不能辨别或者经股腘动脉顺行内膜下开通失败时,逆行开通胫前动脉的闭塞段。这一技术很少应用于开通足背或者足底动脉,因为足部动脉存在的狭窄或者闭塞病变不能为其提供合适的穿刺点;更重要的是由于闭塞段过于接近穿刺点,没有足够的操作空间。经侧支血管成形技术通常用于通过腓动脉和足背或足底动脉的交通侧支开通足部闭塞动脉,这要求交通的侧支血管具有足够粗的管径和相对直的走行,并且和足背或足底动脉没有很锐的成角。上述局限性限制了逆行穿刺或者经侧支血管成形技术的广泛应用。

足背前部的血液循环主要由胫前动脉的两大

分支血管:跗外侧动脉和足背动脉供应(血管直径由远端到近端大约为 1.8 ~ 3.2 mm)。足背动脉又移行为深穿动脉,和足底循环在第一跖平面相交通,其直径大约为 2.3 mm。在所有已知的足背动脉发育变异中,这一解剖结构大约占 85%^[11]。在足底后部循环中,胫后动脉移行为跖总动脉,然后分为内侧和外侧足底动脉。其中主要的分支血管,足底外侧动脉的管径约为 3 mm,其远端移行为足底弓后直径约为 2.5 mm。足底弓通过深穿动脉将足背前循环和足底后循环在第一跖水平相连接^[11]。这些解剖学特点为经 TDP 或者 TPD 动脉环逆行开通提供了通路。

经足背-足底动脉途径,旨在建立动脉回路以改善足部血管流出道和足部灌注,该理念最先由 Fusaro 等^[5]在 2007 年报道。1 例 84 岁女性足部缺血性溃疡患者,通过足底动脉和足背动脉采用内膜下成形技术开通重建。然而,目前还没有研究将该技术作为无创性的通路,用于常规成形术失败的高难度病变中一种逆行进入真腔的方法。本研究中,我们有意的在少数特殊病例中应用此技术,这些病例均符合下述特点:经胫动脉内膜下成形技术开通足背或者足底动脉失败;相对应的足背动脉或足底动脉保持很好的通畅或者被开通。

应用经 TDP 或者 TPD 逆行真腔进入技术可能遇到一些困难。首先,深穿动脉常和足背动脉之间常具较锐夹角,0.014 英寸导丝可能不具备足够的支撑力以通过该角度;其次,足弓动脉具有很多的分支血管,比如趾足底总动脉,造成在通过足弓时易进入分支血管,尤其是在行经 TDP 开通时。最后,如果深穿动脉或者足弓动脉先前存在狭窄或者闭塞性病变,则通过这些交通血管的难度要更大。

我们通常采用下述的操作方法以提高这一技术的成功率。首先,顺行穿刺股动脉可以提供到达足部动脉足够的操作长度;其次,足部 60°斜位可有助于显示深穿动脉和足弓动脉的走行;最后,如果先前有深穿动脉或者足弓动脉的狭窄或者闭塞性病变,使用 0.035 英寸导丝和 4F 导管行预开通可以提供更好的支撑力,开通后有助于球囊导管的通过。然而,采用 0.035 英寸导丝开通应保持谨慎,这是因为该技术具有很高的血管穿破的风险,应当作为最后手段应用。再者,如果球囊导管不能经导丝通过闭塞的足背-足底动脉环时,替换长度更短的新球囊(如 20 或者 40 mm)有助于降低球囊剖面和增加球囊顺应性;另外,行预扩张也有助于球囊

更好的前行。最后,球囊扩张的时间应当遵循膝下闭塞病变球囊扩张的基本原则,扩张时间应当延长至 180 s,以降低夹层的发生和管壁的回缩。

本技术最常见的并发症是刺破血管。尽管一般情况下不需要进一步的处理措施,但这是导致手术失败的主要原因。因为血管一旦穿破,导丝很容易沿破口反复穿出腔外。同时,经胫动脉内膜下成形时应当尽可能向足部远侧开通,这可以有助于降低经 TPD 或者 TDP 逆行腔内开通的距离,从而提高手术的成功率。

本组小样本临床研究表明,应用经 TDP 或者 TPD 逆行腔内开通技术,对于常规经胫动脉内膜下成形技术失败的高难度病例是可行和有效的。但需进一步的临床经验积累和更大样本的研究来证实这一技术的安全性和有效性。

[参考文献]

- [1] Spinosa DJ, Leung DA, Matsumoto AH, et al. Percutaneous intentional extraluminal recanalization in patients with chronic critical limb ischemia [J]. *Radiology*, 2004, 232: 499 - 507.
- [2] Tsetis D, Belli AM. The role of infrapopliteal angioplasty [J]. *Br J Radiol*, 2004, 77: 1007 - 1015.
- [3] Myers SI, Myers DJ, Ahmend A, et al. Preliminary results of subintimal angioplasty for limb salvage in lower extremities with severe chronic ischemia and limb-threatening ischemia [J]. *J Vasc Surg*, 2006, 44: 1239 - 1246.
- [4] Kawarada O, Yokoi Y. Dorsalis pedis artery stenting for limb salvage [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2008, 71: 976 - 982.
- [5] Fusaro M, Dalla Paola L, Brigato C, et al. Plantar to dorsalis pedis artery subintimal angioplasty in a patient with critical foot ischemia: a novel technique in the armamentarium of the peripheral interventionist [J]. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2007, 8: 977 - 980.
- [6] Manzi M, Fusaro M, Ceccacci T, et al. Clinical results of below-the knee intervention using pedal-plantar loop technique for the revascularization of foot arteries [J]. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2009, 50: 331 - 337.
- [7] Zhu YQ, Zhao JG, Liu F, et al. Subintimal angioplasty for below-the-ankle arterial occlusions in diabetic patients with chronic critical limb ischemia [J]. *J Endovasc Ther*, 2009, 16: 604 - 612.
- [8] Wang J, Zhu YQ, Zhao JG, et al. Infrapopliteal angioplasty with a long over-the-wire (OTW) balloon in the treatment of severe limb ischemia in diabetic patients: a retrospective study [J]. *Acta Radiol*, 2009, 50: 360 - 367.
- [9] Lazaris AM, Salas C, Tsiamis AC, et al. Factors affecting patency of subintimal infrainguinal angioplasty in patients with critical lower limb ischemia [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2006, 32: 668 - 674.
- [10] Ferraresi R, Centola M, Ferlini M, et al. Long-term outcomes after angioplasty of isolated, below-the-knee arteries in diabetic patients with critical limb ischaemia [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2009, 37: 336 - 342.
- [11] Chomel S, Douek P, Moulin P, et al. Contrast-enhanced MR angiography of the foot: anatomy and clinical application in patients with diabetes [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2004, 182: 1435 - 1442.
- [12] Shah AP, Klein AJ, Sterrett A, et al. Clinical outcomes using aggressive approach to anatomic screening and endovascular revascularization in a veterans affairs population with critical limb ischemia [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2009, 74: 11 - 19.
- [13] Alexandrescu VA, Hubermont G, Philips Y, et al. Selective primary angioplasty following an angiosome model of reperfusion in the treatment of Wagner 1 - 4 diabetic foot lesions: practice in a multidisciplinary diabetic limb service [J]. *J Endovasc Ther*, 2008, 15: 580 - 593.
- [14] Sultan S, Hynes N. Five-year Irish trial of CLI patients with TASC II type C/D lesions undergoing subintimal angioplasty or bypass surgery based on plaque echolucency [J]. *J Endovasc Ther*, 2009, 16: 270 - 283.
- [15] Abdelhamid MF, Davies RS, Rai S, et al. Below-the-ankle angioplasty is a feasible and effective intervention for critical leg ischaemia [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2010, 39: 762 - 768.
- [16] Adam DJ, Beard JD, Cleveland T, et al. Bypass versus angioplasty in severe ischaemia of the leg (BASIL): multicentre, randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2005, 366: 1925 - 1934.
- [17] Fusaro M, Tashani A, Mollicelli N, et al. Retrograde pedal artery access for below-the-knee percutaneous revascularization [J]. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2007, 8: 216 - 218.
- [18] Fusaro M, Dalla Paola L, Biondi-Zoccai GG. Retrograde posterior tibial artery access for below-the-knee percutaneous revascularization by means of sheathless approach and double wire technique [J]. *Minerva Cardioangiol*, 2006, 54: 773 - 777.

(收稿日期:2010-10-21)