DOI:10.16016/j.1000-5404.201908027

2 型糖尿病患者下肢血管病变介入治疗远期再狭窄及影响因素分析

贾梦潇,李 强,何洪波,赵志钢,张和轩,李英莎,孙 芳,祝之明,闫振成 400042 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)大坪医院高血压内分泌科,全军高血压代谢病中心,重庆市高血压研究所

[**摘要**] **目的** 探讨 2 型糖尿病患者下肢血管病变不同部位介入治疗远期再狭窄率及影响因素。**方法** 入选 2008 年 1 月至 2018 年 3 月我科收治随访 1 年以上且资料完整的糖尿病下肢血管病变患者 138 例(154 条患肢),根据下肢动脉数字血管造影检查(DSA)明确介入治疗方式,采用下肢动脉球囊扩张和/或支架植入术进行治疗。观察手术成功率、症状改善、踝肱指数(ABI)、趾肱指数(TBI)、再狭窄率等,分别于术后 3 d,1、3、6 个月、1 年检测糖化血红蛋白(HbA1c)、肝功、肾功、血脂、高敏 C 反应蛋白(hs-CRP),部分患者行 CTA 或彩超检测下肢血管。**结果** 138 例患者共 154 条患肢行介入治疗。术后 HDL-C、LDL-C、hs-CRP、HbA1c 均较术前明显改善($P<0.05$)。术后 1、3、6 个月、1 年 ABI 及 TBI 显著高于术前($P<0.05$ or $P<0.01$)。术后 1、3、6 个月、1 年总再狭窄率分别为 17.6%、17.8%、20%、20.9%。其中,膝上组术后 1、3、6 个月、1 年再狭窄率分别为 8.3%、7.7%、5.6%、23.1%;膝下组术后 1、3、6 个月、1 年再狭窄率分别为 37.5%、30%、37.5%、30.8%;混合组术后 1、3、6 个月、1 年再狭窄率分别为 7.9%、15.0%、14.0%、10.7%。多因素 Logistic 回归分析提示,术前 TC 是影响手术疗效的危险因素($R=0.356$,$P=0.026$),术前 HbA1c 是影响术后再狭窄发生率的危险因素($R=1.348$,$P=0.040$)。在膝下组中,未狭窄组较再狭窄组术后 TC、LDL-C 下降更为明显。**结论** 糖尿病下肢血管介入治疗使患者下肢血管灌注得到明显改善。手术部位不同,再狭窄存在差异,膝下组术后再狭窄率显著高于膝上组和混合组。控制血糖、血脂等代谢指标有助于提高手术疗效、降低术后再狭窄率。

[**关键词**] 2 型糖尿病;下肢动脉粥样硬化性病变;介入治疗;再狭窄;影响因素
[**中图法分类号**] R181.32;R543.5;R587.2 [**文献标志码**] A

Interventional therapy for lower extremity vascular diseases in type 2 diabetic patients: long-term vascular restenosis and risk factors

JIA Mengxiao, LI Qiang, HE Hongbo, ZHAO Zhigang, ZHANG Hexuan, LI Yingsha, SUN Fang, ZHU Zhiming, YAN Zhencheng Department of Hypertension and Endocrinology, Center for Hypertension and Metabolic Diseases, Chongqing Institute of Hypertension, Daping Hospital, Army Medical University (Third Military Medical University) Chongqing, 400042, China

[**Abstract**] **Objective** To evaluate the rate of vascular restenosis following interventional therapy for lower extremity vascular disease and the factors contributing to its occurrence in type 2 diabetic patients. **Methods** We collected the data from 138 diabetic patients with lower extremity arterial disease (involving 154 limbs) undergoing interventional therapy in our department between January, 2008 and March, 2018. The patients received balloon dilatation and/or stent implantation according to the findings by digital angiography (DSA) of the lower extremity arteries. All the patients were followed up for more than 1 year to assess the surgical success rate, symptom improvement, ankle brachial index (ABI), toe brachial index (TBI), and restenosis rate. Glycosylated hemoglobin (HbA1c) level, liver function, renal function, blood lipids, and high-sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) level were measured at 3 days and 1, 3, 6 and 12

[**基金项目**] 国家自然科学基金面上项目(81870614)
[**通信作者**] 闫振成,E-mail: zhenchengyan@sina.com

months after the interventional therapy. Some of the patients underwent computed tomographic angiography (CTA) or ultrasound examination for assessment of the lower extremity blood vessels. **Results** The abnormalities in HDL-C, LDL-C, hs-CRP, and HbA1c levels were significantly improved in these patients after interventional therapy ($P<0.05$). At 1, 3, 6, and 12 months after the operation, the ABI and TBI showed significant improvements ($P<0.05$ or 0.01) and the restenosis rates were 17.6%, 17.8%, 20%, and 20.9% in these patients, respectively. In patients with diseased vessels above the knee, the restenosis rate was 8.3%, 7.7%, 5.6%, and 23.1% at 1, 3, 6 and 12 months after the operation, respectively, as compared with 37.5%, 30%, 37.5%, and 30.8% in patients with diseased vessels below the knee and with 7.9%, 15%, 14.0%, 10.7% in those with diseased vessels both below and above the knee. Multivariate logistic regression analysis suggested that preoperative total cholesterol (TC) level was a risk factor that affected the outcome of interventional therapy ($R=0.356$, $P=0.026$), and preoperative HbA1c was a risk factor for the occurrence of restenosis ($R=1.348$, $P=0.040$). In patients with diseased vessels below the knee, TC and LDL-C levels were decreased more obviously in patients without than in those with vascular restenosis. **Conclusion** Interventional therapy can significantly improve lower limb perfusion in type 2 diabetic patients with lower extremity arterial disease. The incidence of postoperative vascular restenosis is associated with the site of operation, and is higher in patients having operations below the knee than those with operations above the knee or both below and above the knee. Controlling blood glucose, blood lipids and other metabolic indicators can help to improve the efficacy of interventional therapy and reduce the occurrence of postoperative vascular restenosis.

[**Key words**] type 2 diabetes mellitus; lower extremity arterial disease; interventional therapy; restenosis; influencing factors

Supported by the General Program of National Natural Science Foundation of China (81870614). Corresponding author: YAN Zhencheng, E-mail: zhenchengyan@sina.com

糖尿病下肢血管病变是2型糖尿病的慢性并发症之一,也是外周动脉疾病的一个重要组成部分,主要表现为间歇性跛行、静息痛、溃疡和坏疽等,病变部位以膝下动脉的狭窄或闭塞为主。糖尿病下肢血管病变主要病因是下肢动脉粥样硬化,因此糖尿病下肢血管病变通常是指下肢动脉粥样硬化性病变(lower extremity arterial disease, LEAD)。随着我国人口老龄化的进展与生活方式的变化,2型糖尿病患病率从1980年的0.67%飙升至2013年的10.4%[1],与此同时,糖尿病下肢血管病变的发病率也逐年提高。根据流行病学调查结果显示,LEAD的总体流行率为21.2%[2]。在LEAD患者中,心血管事件发生风险明显增加,在确诊1年后心血管事件发生率高达21.14%,这与已发心脑血管病变者再次发作风险相当[3]。糖尿病下肢血管病变,不仅是糖尿病足发生的高危因素,也是导致糖尿病患者发生心脑血管事件的重要原因。

目前,糖尿病下肢血管病变的治疗方法主要有药物治疗、外科手术、介入治疗、干细胞移植等。介入治疗又称经皮腔内血管成形术(percutaneous transluminal angioplasty,PTA),主要包括球囊扩张术及支架植入术。血管腔内治疗具有微创、高效、可重复性强等优点,是目前LEAD的首选治疗方法,特别适用于高龄、一般情况差、没有合适的可供移植的自体血管以及流出道条件不好的LEAD患者[1]。目前,下肢血管介入治疗已成为LEAD的一线选择,但其远期疗效仍存争议,针对不同部位血管病变再狭窄率及疗效的分析尚不明确。本研究主要分析2型糖尿病下肢血管病变不同部位介入治疗远期再狭窄率及其影响因素。

1 资料与方法

1.1 研究对象

入选2008年1月-2018年3月我科收治的糖尿病下肢血管病变患者138例,共行154次介入治疗,其中男性79例,女性59例,年龄46~88(71.48±8.03)岁。纳入标准:入选患者合并明显间歇性跛行、静息痛、溃疡、坏疽等症状或ABI<0.9,符合糖尿病下肢血管病变的诊断标准[1]。所有患肢均经下肢动脉数字血管造影检查(DSA)证实存在下肢动脉病变,其中膝上动脉病变29人次,膝下动脉病变54人次,膝上、膝下动脉混合病变71人次。排除标准:血栓闭塞性脉管炎;严重凝血功能异常;严重出血及抗凝禁忌;踝关节以上严重坏疽;需要接受传统手术搭桥患者;其他原因引起的下肢动脉硬化闭塞症患者等。本研究经本院伦

理委员会批准[医研伦审(2019)第 63 号],患者均知情同意。

1.2 治疗方法

在局部麻醉下顺行或逆行穿刺股动脉,其后行下肢动脉全程造影,观察靶血管:髂动脉、股动脉(股总动脉、股浅动脉、股深动脉)、腘动脉、胫前动脉、胫腓干、胫后动脉、腓动脉及足背动脉等病变范围、程度、数量、造影剂流速等,若血管狭窄程度大于 50%,则选择相应球囊扩张狭窄血管,球囊扩张术后残留狭窄超过 30%(或内膜夹层),行血管内支架植入术。采用 INV Atech 公司的直径 1.5~3 mm、长度 120 mm 的球囊扩张膝下动脉,压力为 8~14 atm,持续时间为 180 s。术后予以低分子肝素 4 000 U, 1/12 h 抗凝治疗 3 d,服用氯吡格雷 75 mg/d 半年,术后终身服用阿司匹林 100 mg/d。针对合并消化道溃疡、出血风险较高的患者,术前详细询问胃肠道疾病病史、完善胃镜检查、必要时加用质子泵抑制剂预防胃肠道出血。

1.3 观察指标

1.3.1 临床症状及检验值记录 对患者介入治疗前后疼痛、间歇性跛行等相关症状及并发症情况进行详细观察。测定并记录患者术前及术后 3 d、1、3、6 个月、1 年 HbA1c、肝功、肾功、血脂、hs-CRP。

1.3.2 下肢血管检查结果记录 采用 Huntleigh Assist Vas 血管检测系统测定患者术前及术后 3 d,1、3、6 个月、1 年 ABI 及 TBI。部分患者术后随访行 CTA 或彩超检测下肢血管通畅情况和再狭窄情况。

1.3.3 疗效评定标准 介入治疗成功标准:造影后病变血管腔狭窄<30%,无明显动脉夹层或手术相关的严重并发症,否则为失败。介入治疗有效标准:术后 3 d ABI 高于术前,下肢间歇性跛行、静息痛、溃疡等症状持续缓解,否则为无效。介入治疗后再狭窄标准:术后 ABI 较术前明显升高,但最后一次随访 ABI 低于治疗前,部分患者经复查下肢动脉 CTA、彩超提示下肢动脉狭窄程度大于术前。

1.4 统计学分析

符合正态分布或经对数转换后近似正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,非正态分布的计量资料以 M(P_{25}, P_{75})表示,两组间比较采用独立样本的 t 检验,介入前后比较采用配对 t 检验,多组间比较采用单因素方差分析,非正态分布数据采用非参数统计(秩和检验);计数资料以百分率表示,组间比较采用卡方检验;危险因素分析采用多因素 Logistic 回归。检验水准:$\alpha=0.05$。采用 SPSS 24.0 统计软件进行分析。

2 结果

2.1 不同手术部位基线资料比较

本研究 138 例患者(154 条患肢)中膝下动脉累及率高达 81.2%,进一步证实糖尿病下肢血管病变以膝下动脉的狭窄和闭塞为主。对比膝上组、膝下组、混合组基线资料,结果提示膝下组术前 ABI、TBI 显著高于膝上组和混合组($P<0.01$,表 1),其余各项指标差异无统计学意义。

2.2 下肢血管介入治疗术后疗效分析

随访术后 1、3、6 个月、1 年 ABI 均显著高于术前[分别为(0.98±0.19)、(0.87±0.20)、(0.84±0.24)、(0.86±0.24)vs(0.63±0.33);$P<0.01$,表 2]。随访术后 1、3、6 个月、1 年 TBI 均显著高于术前[分别为(0.57±0.20)、(0.50±0.25)、(0.57±0.23)、(0.58±0.22) *vs* (0.35±0.25);$P<0.01$,表 2]。比较术前及术后各项代谢指标变化,可见术后 HDL-C、LDL-C、hs-CRP、HbA1c 均较术前明显改善($P<0.05$,表 2)。在本研究中,膝上组、膝下组、混合组术后他汀类药物使用率分别为 86.2%、90.8%、74.6%,术后抗血小板药物使用率分别为 82.8%、87.3%、76.1%,差异无统计学意义。共行球囊扩张术 65 人次,行球囊扩张+支架植入术 89 人次。球囊扩张组术后有效率为 86.2%,支架植入组术后有效率为 94.4%,差异尚无统计学意义。膝上组术后有效率为 89.7%,膝下组术后有效率为 87.0%,混合组术后有效率为 94.4%,差异尚无统计学意义。高血压组术后有效率为 93.1%,非高血压组术后有效率为 89.6%,差异尚无统计学意义。

表 1 不同手术部位基线资料比较

组别	年龄/岁	性别(男/女)	吸烟/例	高血压/例	ABI	TBI	TC/mmol·L^{-1}	TG/mmol·L^{-1}
膝上组(n=29)	68.48±9.14	20/9	14	10	0.57±0.23	0.34±0.23	4.13±1.22	1.84±1.49
膝下组(n=54)	72.17±6.94	28/26	29	23	0.88±0.27[a]	0.49±0.24[a]	4.37±1.20	1.56±1.12
混合组(n=71)	72.18±8.16	39/32	33	25	0.46±0.29	0.24±0.20	4.41±1.39	1.73±1.32

组别	HDL-C /mmol·L^{-1}	LDL-C /mmol·L^{-1}	hs-CRP /mg·/L^{-1}	HbAlc(%)	AST /U·L^{-1}	ALT /U·L^{-1}	肌酐 /μmol·L^{-1}	尿素氮 /mg·dL^{-1}
膝上组(n=29)	1.15±0.25	2.37±0.85	4.79(1.19,14.48)	8.78±2.19	20.05±9.21	17.1±10.1	83.88±36.98	5.56(4.20,8.19)
膝下组(n=54)	1.09±0.30	2.66±0.83	5.49(1.68,13.22)	8.76±1.82	21.27±7.07	17.86±9.01	86.97±52.54	5.15(4.15,7.20)
混合组(n=71)	1.04±0.23	2.82±0.92	7.16(2.69,12.57)	8.60±2.28	20.68±6.97	18.64±11.72	84.87±49.22	5.54(4.47,7.58)

a: $P<0.01$,与膝上组和混合组比较

表 2 介入治疗前后基线指标比较

时间	ABI	TBI	TC /mmol·L^{-1}	TG /mmol·L^{-1}	HDL-C /mmol·L^{-1}	LDL-C /mmol·L^{-1}	hs-CRP /mg·L^{-1}	HbA1c(%)
术前	0.63±0.33	0.35±0.25	4.34±1.29	1.69±1.29	1.08±0.26	2.68±0.89	6.19(1.76,12.82)	8.68±2.10
术后 1 月	0.98±0.19[a]	0.57±0.20[a]	3.98±1.03	1.53±0.87	1.20±0.41[b]	2.29±0.68[a]	2.22(1.40,3.76)[b]	7.46±1.52[a]
术后 3 月	0.87±0.20[a]	0.50±0.25[a]	4.02±1.14	1.56±1.19	1.13±0.26[b]	2.26±0.89[b]	2.23(1.38,6.65)[a]	7.49±1.56[a]
术后 6 月	0.84±0.24[a]	0.57±0.23[a]	4.14±1.34	1.43±0.92	1.18±0.28	2.24±0.83[b]	2.07(1.51,5.77)	7.50±2.01[a]
术后 1 年	0.86±0.24[a]	0.58±0.22[a]	4.19±1.43	1.51±0.75	1.18±0.30	2.35±0.96[a]	2.07(1.16,4.34)	7.80±1.81[b]

a: $P<0.01$,与介入治疗前比较;b:$P<0.05$,与介入治疗前比较

2.3 影响下肢血管介入治疗术后疗效的相关因素

以介入治疗是否有效为标准,将随访患者分为两组:有效组($n=140$) 和无效组($n=14$)。对 2 组患者年龄、HbA1c、TC、TG、HDL-C、LDL-C、hs-CRP 行多因素 Logistic 回归分析,结果显示,术前 TC 是影响手术疗效的独立危险因素($R=0.356$,$P=0.026$)。

2.4 下肢血管介入治疗术后再狭窄率分析

随访术后 1、3、6 个月、1 年再狭窄率分别为 17.6%、17.8%、20%、20.9%。膝上组术后 1、3、6 个月、1 年再狭窄率分别为 8.3%、7.7%、5.6%、23.1%;膝下组术后 1、3、6 个月、1 年再狭窄率分别为 37.5%、30%、37.5%、30.8%;混合组术后 1、3、6 个月、1 年再狭窄率分别为 7.9%、15.0%、14.0%、10.7%。膝下组术后 1、术后 6 个月再狭窄率显著高于膝上组和混合组(37.5% *vs* 8.3% *vs* 7.9%、37.5% *vs* 5.6% *vs* 14.0%,$P<0.05$)。球囊扩张组术后 1、3、6 个月、1 年再狭窄率分别为 32.1%、28%、34.2%、28.6%,支架植入组术后 1、3、6 个月、1 年再狭窄率分别为 8.7%、12.5%、11.3%、15.4%。球囊扩张组术后 1、6 个月再狭窄率明显高于支架植入组(32.1% *vs* 8.7%、34.2% *vs* 11.3%,$P<0.05$)。高血压组术后 1、3、6 个月、1 年再狭窄率分别为 15.4%、21.7%、24.2%、32%,非高血压组术后 1、3、6 个月、1 年再狭窄率分别为 18.7%、16%、17.9%、14.3%,高血压组与非高血压组术后随访再狭窄率相比差异无统计学意义。

2.5 影响下肢血管介入治疗术后再狭窄率的相关因素

以患者术后 6 个月随访复查下肢动脉 CTA、彩超是否发生再狭窄为标准,分为再狭窄组($n=20$) 和未狭窄组($n=80$),对 2 组患者年龄、术前 TC、TG、HDL-C、LDL-C、hs-CRP、HbA1c 行多因素 Logistic 回归分析,结果显示,术前 HbA1c 是影响术后再狭窄发生率的独立危险因素($R=1.348$,$P=0.040$)。

以膝下组患者术后 1 年随访是否发生再狭窄为标准,分为再狭窄组($n=8$) 和未狭窄组($n=18$)。对二组患者术前术后 HbA1c、肝功、肾功、血脂、hs-CRP 等指标及其变化进行分析发现,再狭窄组术后 1、3 个月 TC 下降值、术后 3 个月 LDL-C 下降值明显低于未狭窄组,差异有统计学意义($P<0.05$)。

3 讨论

目前,糖尿病下肢血管病变的主要治疗方法包括内科保守治疗、外科手术治疗及血管腔内治疗。我们既往工作已经证实,与药物治疗相比,下肢血管介入治疗能有效改善下肢动脉硬化闭塞症患者下肢血供,降低脑梗死发生率、截肢率及病死率[4]。国外研究也表明,经皮血管腔内治疗可有效改善患者严重下肢缺血症状[5]。既往研究已证实介入治疗可使下肢动脉硬化闭塞症患者明显获益,但针对糖尿病合并下肢动脉硬化闭塞症患者介入治疗疗效的分析暂不完善。本研究分析了糖尿病下肢血管病变患者介入治疗术后临床症状及代谢指标改善情况,并进一步探讨下肢血管不同部位再狭窄率及影响因素。

本研究对 138 例患者进行了术后随访,膝下动脉累及率高达 81.2%,进一步证实糖尿病下肢血管病变以膝下动脉的狭窄和闭塞为主。随访结果显示,术后各项指标均较术前明显改善,患者临床症状较前好转。这证实下肢血管介入治疗可改善患者下肢血管灌注、缓解临床症状;同时,术后血糖血脂等危险因素得到有效控制。再狭窄率是评价手术疗效的重要指标。随着时间的延长,血管再狭窄率呈升高趋势。国外研究证实[6-7],下肢血管介入治疗在降低死亡率、截肢率方面与血管搭桥手术无明显差异,且并发症少、成功率高,尤其适用于远端血管情况较差、足部伤口愈合不良及无法进行外科血管重建手术的患者。

下肢血管介入治疗手术方式取决于下肢血管病变部位、狭窄或闭塞程度。国内外研究表明[8-10],球囊扩张术及支架植入术在开通下肢闭塞动脉、改善下肢血供、促进足部溃疡愈合、提高保肢率、降低死亡率等方面均有确切疗效。本研究中,支架植入组术后初始有效率虽高于球囊扩张组,但差异尚无统计学意义;其术后再狭窄率明显低于球囊扩张组,且差异有统计学意

义。既往也有研究证实,一期支架植入术的远期效果明显优于单纯球囊扩张术[11]。单纯的球囊扩张术容易引起血管内膜损伤、血管弹性回缩、再发狭窄、继发夹层等问题。因此,对于病变狭窄明显和钙化严重的患者,应当在球囊扩张术的同时行支架植入术,以预防内膜撕裂、夹层,甚至血栓形成[12]。

在本研究中,膝下组手术成功率为86%,与国内外文献报道相一致[13-16],膝下动脉PTA技术成功率可达86.4%~94.9%。膝下组术后1、3、6个月、1年再狭窄率结果与既往国内外研究相近[17-19],其再狭窄率远高于膝上组及混合组。这也提示膝下动脉介入治疗术后再狭窄风险较大。其原因可能如下:①与手术方式有关,膝下动脉病变多以多节段、长狭窄、闭塞病变为主,开通难度和手术风险明显增高,致使手术成功率有所下降。对于膝下动脉病变,目前主要采用小球囊扩张治疗,球囊扩张术虽可行性高,但再狭窄率高。具体原因与过度扩张造成内膜增生狭窄闭塞、流出道管腔内径小、血流量小、动脉硬化及粥样斑块继续发展等有关[20]。相对膝下组,混合组大多采用球囊扩张+支架植入术,在开通闭塞动脉的基础上,可有效预防PTA术后血管弹性回缩、残留狭窄等问题,因此再狭窄率相对降低,而膝下病变球囊扩张术后回缩明显,故再狭窄率高。②与危险因素控制有关,我们的既往工作已经证实,改善患者血压、血糖、血脂等代谢指标有助于提高术后通畅率[4]。本研究通过对患者术后随访发现,术前TC是影响手术疗效的危险因素。进一步对膝下组进行分析后发现,未狭窄组较狭窄组术后TC、LDL-C改善更为明显。血压在本研究中并没有显示出明显减少再狭窄率的获益,这与本研究纳入的是糖尿病下肢血管病变患者,合并高血压的比例较低有关。进一步证实,控制血糖、血脂等代谢因素在糖尿病下肢血管病变再狭窄的预防中尤为重要。在球囊扩张术后,血糖和血脂控制不佳会导致受损的内膜脂质沉积进一步加重,从而造成血管再狭窄的发生,加重下肢缺血缺氧症状。另外,血脂紊乱的发生往往会加重胰岛素抵抗水平,造成血糖控制较差,多重危险因素聚集加重糖尿病血管病变。除此之外,本研究发现,术前HbA1c是影响术后再狭窄发生率的危险因素。国外研究表明,糖化血红蛋白水平升高和糖尿病外周动脉病变相关,糖化血红蛋白每增加1%,糖尿病外周动脉病变的危险性增加28%[21]。我们利用核素显像发现,在糖尿病早期即存在下肢血运灌注减低,介入治疗可明显改善下肢血流灌注[22]。糖化血红蛋白的升高,会加速氧化应激、激活多元醇代谢途径、产生大量炎症因子,最终均将导致血管内皮功能损伤,加速下肢血管介入治疗术后再狭窄的发生。

本研究的临床意义:下肢血管介入治疗疗效受到多重因素的影响,除了术前合理评估手术适应症、术中严格进行手术操作、合理选择手术方式外,术前及术后严格控制血糖、血脂、血压等代谢指标也至关重要。糖尿病下肢血管介入治疗术后再狭窄率升高的机制较为复杂,影响因素众多,进一步探讨再狭窄的机制和预防措施十分关键。

本研究的局限性:纳入样本例数偏少,观察影响因素尚不全面,部分患者依从性较差,仍需进一步扩大样本量及增加影响因素分析,通过长时间随访观察得到更加确切的结果。

参考文献:

[1] 中华医学会糖尿病学分会. 中国2型糖尿病防治指南(2017年版)[J]. 中国实用内科杂志, 2018, 38(4): 292-344. DOI: 10.19538/j.nk2018040108.
Society Branch of Chinese Association of Medicine. Guidelines for the prevention and control of type 2 diabetes in China (2017 Edition)[J]. Chin J Pract Inter Med, 2018, 38(4): 292-344. DOI: 10.19538/j.nk2018040108.

[2] ZHANG X M, RAN X W, XU Z R, *et al*. Epidemiological characteristics of lower extremity arterial disease in Chinese diabetes patients at high risk: a prospective, multicenter, cross-sectional study[J]. J Diabetes Complicat, 2018, 32(2): 150-156. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2017.10.003.

[3] STEG P G, BHATT D L, WILSON P W, *et al*. One-year cardiovascular event rates in outpatients with atherothrombosis[J]. JAMA, 2007, 297(11): 1197-1206. DOI: 10.1001/jama.297.11.1197.

[4] 李英莎, 赵志钢, 何洪波, 等. 下肢动脉硬化闭塞症介入治疗效果及其影响因素分析[J]. 第三军医大学学报, 2013, 35(8): 789-792. DOI: 10.16016/j.1000-5404.2013.08.013.
LI Y S, ZHAO Z G, HE H B, *et al*. Long-term role of endovascular intervention in patients with peripheral arterial disease and its influencing factors[J]. J Third Mil Med Univ, 2013, 35(8): 789-792. DOI: 10.16016/j.1000-5404.2013.08.013.

[5] IIDA O, SOGA Y, YAMAUCHI Y, *et al*. Clinical efficacy of endovascular therapy for patients with critical limb ischemia attributable to pure isolated infrapopliteal lesions[J]. J Vasc Surg, 2013, 57(4): 974-981.e1. DOI: 10.1016/j.jvs.2012.10.096.

[6] ABU DABRH A M, STEFFEN M W, ASI N, *et al*. Bypass surgery versus endovascular interventions in severe or critical limb ischemia[J]. J Vasc Surg, 2016, 63(1): 244-253.e11. DOI: 10.1016/j.jvs.2015.07.068.

[7] ARSLAN S, YUKSEL I O, KOKLU E, *et al*. Clinical and morphological features of patients who underwent endovascular interventions for lower extremity arterial occlusive diseases [J]. Adv Interv Cardiol, 2015, 11(2): 114-118. DOI: 10.5114/pwki.2015.52284.

[8] 冉坤, 王超, 赵渝, 等. 药涂球囊成形术治疗下肢动脉闭塞性疾病的疗效及安全性的 meta 分析[J]. 南方医科大学学报, 2016,36(11):1566-1572.
RAN K, WANG C, ZHAO Y, *et al*. Efficacy and safety of drug-coated balloon angioplasty in treatment of lower extremity arterial occlusive disease: a meta-analysis of 11 trials[J]. J South Med Univ, 2016, 36(11): 1566-1572.

[9] ARMSTRONG E J, BISHU K, WALDO S W. Endovascular treatment of infrapopliteal peripheral artery disease[J]. Curr Cardiol Rep, 2016, 18(4): 34. DOI: 10.1007/s11886-016-0708-y.

[10] SIABLIS D, KITROU P M, SPILIOPOULOS S, *et al*. Paclitaxel-coated balloon angioplasty versus drug-eluting stenting for the treatment of infrapopliteal long-segment arterial occlusive disease: the IDEAS randomized controlled trial[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2014, 7(9): 1048-1056. DOI: 10.1016/j.jcin.2014.04.015.

[11] 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.

[12] 刘昌伟, 刘暴, 叶炜, 等. 重症下肢缺血的血管腔内治疗[J]. 中国医学科学院学报, 2007, 29(1): 33-36.
LIU C W, LIU B, YE W, *et al*. Endovascular treatment of critical leg ischemia of arteriosclerosis obliterans[J]. Acta Acad Med Sin, 2007, 29(1): 33-36.

[13] 钟武, 曾宏, 何延政, 等. 糖尿病膝下动脉病变经皮腔内血管成形术的短期疗效[J]. 上海医学, 2010, 33(3): 287-289, 191.
ZHONG W, ZENG H, HE Y Z, *et al*. Percutaneous transluminalangioplasty in treatment of diabetic patients with infra-popliteal arterial diseases: analysis of the clinical efficacy[J]. Shanghai Med J, 2010, 33(3): 287-289, 191.

[14] 王爱林, 徐恒, 靖冬梅. 腔内血管成形术治疗膝下动脉长段闭塞[J]. 中国血管外科杂志(电子版), 2010, 2(2): 117-118.
WANG A L, XU H, JING D M. Endovascular angioplasty for the treatment of long segment inferior genicular artery occlusion [J]. Chin J Vasc Surg Electron Version, 2010, 2(2): 117-118.

[15] 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(3): 336-342. DOI: 10.1016/j.ejvs.2008.12.001.

[16] KUUSELA J, MANNINEN H I, KARHAPÄÄ P. Infrapopliteal balloon angioplasty for chronic critical limb ischemia in diabetic patients with uremia: when is it worth the effort? [J]. J Vasc Interv Radiol, 2009, 20(3): 342-346. DOI: 10.1016/j.jvir.2008.11.022.

[17] 张建勇, 蒋米尔, 肖红, 等. Deep 球囊 PTA 治疗下肢动脉流出道硬化闭塞症[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2008, 28(5): 588-591.
ZHANG J Y, JIANG M E, XIAO H, *et al*. Treatment of arteriosclerosis obliterations on outflow tract of lower extremity artery by PTA with Deep balloon catheters[J]. J Shanghai Jiaotong Univ Med Sci, 2008, 28(5): 588-591.

[18] GANDINI R, UCCIOLI L, SPINELLI A, *et al*. Alternative techniques for treatment of complex below-the knee arterial occlusions in diabetic patients with critical limb ischemia [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2013, 36(1): 75-83. DOI: 10.1007/s00270-012-0344-x.

[19] SINGH G D, ARMSTRONG E J, YEO K K, *et al*. Endovascular recanalization of infrapopliteal occlusions in patients with critical limb ischemia [J]. J Vasc Surg, 2014, 59(5): 1300-1307. DOI: 10.1016/j.jvs.2013.11.061.

[20] 丁明超, 王斌, 李芳, 等. 腔内血管成形术治疗糖尿病膝下动脉长段闭塞病变的价值[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2012, 6(14): 3875-3879.
DING M C, WANG B, LI F, *et al*. Value of percutaneous transluminal angioplasty in treatment for diabetic patients with long segment obliterans of infrapopliteal artery [J]. Chin J Clin Electron Ed, 2012, 6(14): 3875-3879.

[21] PARASKEVAS K I, PAPAS T T, PAVLIDIS P, *et al*. The importance of conservative measures in peripheral arterial disease: an update[J]. Angiology, 2008, 59(5): 529-533. DOI: 10.1177/0003319708318381.

[22] LI Y S, LI Q, LIANG S J, *et al*. A novel use of hill function and utility of 99mTc-MIBI scintigraphy to detect earlier lower extremity microvascular perfusion in patients with type 2 diabetes[J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(38): e8038. DOI: 10.1097/MD.0000000000008038.

(**收稿**:2019-08-04;**修回**:2019-09-20)

(编辑 王 红)