·临床研究·

老年下肢动脉硬化闭塞症患者经皮腔内血管成形术后再发慢性威胁性肢体缺血相关事件的影响因素分析

王金磊,康春博*
(首都医科大学附属北京康复医院普外科,北京 100144)

【摘 要】 **目的** 探讨老年下肢动脉硬化闭塞症(LEASO)患者经皮腔内血管成形术(PTA)后再发慢性威胁性肢体缺血(CLTI)相关事件的发生情况,并分析其影响因素。**方法** 选取2022年1月至2024年1月首都医科大学附属北京康复医院收治的150例老年LEASO患者为研究对象。所有患者均行PTA治疗,记录手术成功情况;对手术成功者进行为期1年的随访,统计随访期内CLTI相关事件发生率,包括症状未缓解[存在创面愈合障碍和(或)缺血性疼痛]、支架内或支架两端5 mm内管腔狭窄>50%、同侧截肢。采用SPSS 25.0统计软件进行数据分析。根据数据类型,组间比较分别采用t检验或χ^2检验。采用多因素二元logistic回归(逐步向前回归)模型分析老年LEASO患者PTA治疗后1年发生CLTI相关事件的影响因素。**结果** 150例LEASO患者经PTA治疗,手术总成功率为94.67%(142/150)。其中,髂动脉病变PTA治疗成功率为97.56%(40/41),股腘动脉病变为90.52%(105/116),膝下动脉病变为90.77%(59/65);泛大西洋协作组织共识(TASC)Ⅱ分型A型病变PTA治疗成功率为94.94%(75/79),B型为92.86%(65/70),C型为87.80%(36/41),D型为87.50%(28/32)。不同TASCⅡ分型患者PTA治疗成功率比较,差异无统计学意义($\chi^2=2.818$,$P=0.421$)。随访1年,142例PTA手术成功患者中,共53例(37.32%)出现CLTI相关事件。其中,13例(13/53,24.53%)症状未缓解、39例(39/53,73.58%)支架内或支架两端5 mm内管腔狭窄>50%、1例(1/53,1.89%)同侧截肢。将53例出现CLTI相关事件者纳为CLTI阳性组,89例未出现CLTI者纳为阴性组。多因素二元logistic逐步向前回归分析结果提示,TASCⅡ分型C型($OR=1.680$,95%CI 1.331~2.122)、D型($OR=2.008$,95%CI 1.538~2.621),置入支架数量≥3个($OR=2.232$,95%CI 1.171~4.254),术前糖化血红蛋白($OR=2.442$,95%CI 1.444~4.130)、低密度脂蛋白胆固醇($OR=2.787$,95%CI 1.147~6.773)及全身免疫炎症指数水平($OR=3.300$,95%CI 1.611~6.762)是老年LEASO患者PTA术后发生CLTI相关事件的危险因素($P<0.05$)。**结论** 老年LEASO患者PTA手术成功率整体较高,但术后1年CLTI相关事件发生率仍处于较高水平。患者PTA术后是否发生CLTI相关事件受多种因素影响,建议临床制定个性化手术方案,通过对置入支架过多者应用药物涂层支架和抗增生药物、提高患者血糖和血脂控制水平以及加强机体高炎症水平者术后随访与筛查等途径,提高患者预后。

【关键词】 老年人;下肢动脉硬化闭塞症;经皮腔内血管成形术;慢性威胁性肢体缺血
【中图分类号】 R543.5 【文献标志码】 A 【DOI】 10.11915/j.issn.1671-5403.2026.10.145

Analysis of influencing factors of recurrent chronic limb-threatening ischemia-related events in elderly patients with lower extremity arteriosclerotic obliterans after percutaneous transluminal angioplasty

Wang Jinlei, Kang Chunbo*
(Department of General Surgery, Beijing Rehabilitation Hospital, Capital Medical University, Beijing 100144, China)

【**Abstract**】 **Objective** To explore the occurrence and influencing factors of recurrent chronic limb-threatening ischemia (CLTI)-related events in elderly patients with lower extremity arteriosclerosis obliterans (LEASO) after percutaneous transluminal angioplasty (PTA). **Methods** A total of 150 elderly LEASO patients admitted to Beijing Rehabilitation Hospital, Capital Medical University from January 2022 to January 2024 were selected as study subjects, and they all underwent PTA. The success rate of surgery was recorded, and patients with successful surgery were followed up for 1 year. The incidence of CLTI-related events were statistically analyzed during follow-up, including unrelieved symptoms (presence of impaired wound healing and/or ischemic pain), lumen stenosis in the stent or 5 mm at both ends of the stent > 50%, and ipsilateral amputation. Data analysis was performed by SPSS 25.0. According to the data type, t test or *Chi*-square test was conducted for comparison between groups. Multivariate binary logistic regression (stepwise forward regression) model was utilized to analyze the factors influencing the occurrence of CLTI-related events in elderly LEASO patients at 1 year after PTA. **Results** Among the 150 LEASO patients who underwent PTA, the overall success rate of surgery was 94.67% (142/150),

收稿日期: 2025-10-27; **接受日期**: 2025-12-15
基金项目: 国家重点研发计划(2020YFC2004303)
通信作者: 康春博, E-mail: Chunbokang@163.com

specifically, 97.56% (40/41) for iliac artery lesions, 90.52% (105/116) for femoropopliteal artery lesions, and 90.77% (59/65) for infrapopliteal artery lesions. According to Trans-Atlantic Inter-Society Consensus (TASC) Ⅱ classification, the success rate was 94.94% (75/79), 92.86% (65/70), 87.80% (36/41), and 87.50% (28/32) for type A, B, C, and D lesions, respectively. There was no statistically significant difference in PTA success rate among different TASC Ⅱ types ($\chi^2=2.818$, $P=0.421$). During 1-year follow-up, among the 142 patients with successful PTA, 53 (37.32%) had CLTI-related events, including 13 (13/53, 24.53%) with unrelieved symptoms, 39 (39/53, 73.58%) with lumen stenosis in the stent or 5 mm at both ends of the stent > 50%, and 1 (1/53, 1.89%) with ipsilateral amputation. The 53 patients with CLTI-related events were assigned to the CLTI positive group, and the 89 patients without CLTI-related events were assigned to the negative group. Multivariate binary logistic stepwise forward regression analysis suggested that TASC Ⅱ type C (*OR*=1.680, 95%*CI* 1.331-2.122), type D (*OR*=2.008, 95%*CI* 1.538-2.621), number of stents implanted ⩾ 3 (*OR*=2.232, 95%*CI* 1.171-4.254), preoperative glycosylated hemoglobin Alc (*OR*=2.442, 95%*CI* 1.444-4.130), low-density lipoprotein cholesterol (*OR*=2.787, 95%*CI* 1.147-6.773), and systemic immune inflammation index (*OR*=3.300, 95%*CI* 1.611-6.762) were risk factors for CLTI-related events in elderly LEASO patients after PTA ($P<0.05$). **Conclusion** The overall success rate of PTA is high in elderly LEASO patients, but the incidence rates of CLTI-related events remain at high levels at 1 year after surgery. The occurrence of CLTI-related events after PTA is influenced by multiple factors. It is recommended to develop individualized surgical regimen in clinical practice, to apply drug-coated stents and anti-proliferative drugs for patients with excessive stents to enhance blood glucose and blood lipid control, and to strengthen the postoperative follow-up and screening in patients with high levels of body's inflammation to enhance the prognosis of patients.

【Key words】 aged; lower extremity arteriosclerosis obliterans; percutaneous transluminal angioplasty; chronic limb-threatening ischemia

This work was supported by National Key Research and Development Program (2020YFC2004303).

Corresponding author: *Kang Chunbo*, *E-mail*: *Chunbokang@163.com*

下肢动脉硬化闭塞症(lower extremity atherosclerotic obliterans,LEASO)是临床常见的外周动脉疾病类型,其早期症状不明显,但随着病情发展,患者可能出现间歇性跛行、下肢酸胀疼痛、感染甚至坏疽等症状,严重影响生活质量[1]。LEASO 发病率与年龄密切相关,有研究数据显示,<50 岁人群 LEASO 发病率低于 5%,而>70 岁人群发病率则高达 15%~20%[2]。经皮腔内血管成形术(percutaneous transluminal angioplasty,PTA)是当前治疗 LEASO 的主要术式,但 PTA 治疗结局依旧是临床探讨的热点[3]。目前,多数研究将 PTA 术后支架再狭窄及截肢作为 LEASO 结局分析的重点,但支架再狭窄及截肢未能充分体现患者术后生活质量及功能状态[4]。为尽可能反映 LEASO 患者 PTA 术后效果及康复状况,本研究以患者术后是否出现再发慢性威胁性肢体缺血(chronic limb-threatening ischemia, CLTI)相关事件作为观察结局,包括是否依旧存在创面愈合障碍和(或)缺血性疼痛、出现支架再狭窄以及同侧截肢,以更全面地反映患者 PTA 术后 1 年结局,并分析其影响因素,旨在为改善 LEASO 患者预后提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取 2022 年 1 月至 2024 年 1 月首都医科大学附属北京康复医院收治的 150 例老年 LEASO 患者作为研究对象。纳入标准:年龄≥60 岁;符合《下肢动脉硬化闭塞症诊治指南》[5]中相关诊断标准,经 CT 血管成像或数字减影血管造影(digital subtraction angiography,DSA)提示血管狭窄程度≥50%;单侧下肢发病;符合 PTA 手术适应证,首次进行 PTA 治疗;可配合完成术后随访;临床资料完整;术后均严格按照医嘱服药。排除标准:下肢先天畸形;血液系统疾病、甲状腺疾病或肾病综合征晚期;合并重要器官功能严重不全;抗凝药物禁忌证;术中出现严重不良事件。样本量计算依据:根据经验法估算,所需样本量是所纳入自变量数量的 5~10 倍,本研究共纳入 28 项自变量,故样本量应在 140~280,考虑到10%~20%的样本流失率及院内实际情况,共纳入 150 例行 PTA 治疗的老年 LEASO 患者作为研究对象。本研究经首都医科大学附属北京康复医院伦理委员会批准(伦理批号:2022bkky-054)。参与者均知情且同意。研究符合《赫尔辛基宣言》。

1.2 方法

1.2.1 PTA 手术方法 根据术前影像学检查结果确定理想穿刺路径,通常选择对侧逆行股动脉入路,必要时联合同侧股动脉顺行,肱动脉、腘动脉或足背动脉等穿刺入路,动脉 DSA 造影明确动脉病变范围、程度、侧支循环以及流出道情况。对主髂动脉病变行球囊扩张后植入支架,股浅动脉行球囊扩张,若残余狭窄>30%或出现动脉夹层影响血流,则行支架植入术。对于近关节处及膝下病变一般单纯行球囊扩张。术后 DSA 提示血管腔狭窄<30%或膝下动脉至少打通一条为手术成功。术后应用低分子肝素(4 000 U/12 h)抗凝治疗 3~5 d,口服氯吡格雷(75 mg/d)6 个月,长期服用阿司匹林(100 mg/d)。

1.2.2 随访及再发 CLTI 相关事件统计 术后要求手术成功的患者每隔 3 个月回院复诊,结合门诊病历及电话对 PTA 手术成功者进行为期 1 年的随访。

将随访期间出现 CLTI 相关事件者纳为 CLTI 阳性组，未发生 CLTI 相关事件者纳为 CLTI 阴性组。CLTI 相关事件包括：症状未缓解[存在创面愈合障碍和(或)缺血性疼痛]、支架内或支架两端 5 mm 内管腔狭窄>50%、同侧截肢。

1.2.3 资料收集 通过医院电子病历系统与手术室记录清单，收集患者资料。(1)一般人口学资料：年龄、性别、吸烟史、饮酒史、动脉硬化闭塞症家族史。(2)基础性疾病：糖尿病、高血压、冠心病、高脂血症、慢性肾功能不全、脑血管疾病。(3)疾病信息：LEASO 病程、患侧、泛大西洋协作组织共识(Trans-Atlantic Inter-Society Consensus, TASC)Ⅱ分型(A 型、B 型、C 型、D 型)、术前踝肱指数(ankle brachial index, ABI)、Rutherford 分级。(4)治疗信息：手术方式(球囊扩张、球囊扩张+支架置入)、置入支架数量、置入支架长度。(5)血生化指标：于入院后次日抽取外周静脉血检测，收集包括纤维蛋白原(fibrinogen, Fib)、空腹血糖、糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin Alc, HbA1c)、甘油三酯、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、高敏 C 反应蛋白(high-sensitivity C-reactive protein, hs-CRP)、中性粒细胞/淋巴细胞比值(neutrophil-to-lymphocyte ratio, NLR)、全身免疫炎症指数(systemic immune inflammation index, SII)等指标。SII=血小板×中性粒细胞/淋巴细胞计数。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 25.0 统计软件进行数据分析。计量资料采用 Kolmogorov-Smirnov 正态性检验、Levene 方差齐性检验，符合正态分布者以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示，组间比较采用独立样本 t 检验；计数资料以例数(百分率)表示，组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素二元 logistic 回归(逐步向前回归)分析老年 LEASO 患者 PTA 术后 1 年 CLTI 相关事件发生的影响因素。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 老年 LEASO 患者 PTA 治疗效果

术中 DSA 证实 150 例老年 LEASO 患者中，髂动脉病变共 41 条，股腘动脉病变 116 条，膝下动脉病变 65 条；TASC Ⅱ分型：A 型 79 条，B 型 70 条，C 型41 条，D 型 32 条。

所有患者经 PTA 治疗，手术总成功率为 94.67%(142/150)。其中髂动脉病变 PTA 治疗成功率为 97.56%(40/41)，股腘动脉病变为 90.52%(105/116)，膝下动脉病变为 90.77%(59/65)；TASC Ⅱ分型 A 型病变 PTA 治疗成功率为 94.94%(75/79)，B 型为 92.86%(65/70)，C 型为 87.80%(36/41)，D 型为 87.50%(28/32)。不同 TASC Ⅱ分型患者 PTA 治疗成功率比较，差异无统计学意义($\chi^2=2.818$，$P=0.421$)。

2.2 CLTI 相关事件发生率统计

随访 1 年，142 例 PTA 手术成功患者中，共 53 例出现 CLTI 相关事件(37.32%)，其中 13 例(13/53，24.53%)症状未缓解、39 例(39/53，73.58%)支架内或支架两端 5 mm 内管腔狭窄>50%、1 例(1/53，1.89%)同侧截肢。将 53 例出现 CLTI 相关事件者纳为 CLTI 阳性组，89 例未出现 CLTI 者纳为 CLTI 阴性组。

2.3 CLTI 阳性组与阴性组患者临床资料

CLTI 阳性组与阴性组患者吸烟史，慢性肾功能不全，LEASO 病程，TASC Ⅱ分型，Rutherford 分级，术前 ABI，置入支架数量，置入支架长度以及术前 Fib、HbA1c、LDL-C、hs-CRP、NLR 和 SII 水平比较，差异均有统计学意义(均 $P<0.05$；表 1)。

2.4 影响患者 PTA 术后 CLTI 相关事件发生的多因素二元 logistic 回归分析

将老年 LEASO 患者 PTA 术后是否发生 CLTI 相关事件作为因变量，将表 1 中有统计学意义的指标作为自变量，赋值说明详见表 2。行多因素二元 logistic 逐步向前回归分析，结果显示 TASC Ⅱ分型 C、D 型，置入支架数量≥3 个，术前 HbA1c、LDL-C 以及 SII 水平是老年 LEASO 患者 PTA 术后发生 CLTI 相关事件的危险因素($P<0.05$；表 3)。

3 讨 论

PTA 是治疗 LEASO 的主要血运重建方式，其能有效扩张血管管腔，并在狭窄或闭塞部位置入支架，进而恢复下肢血流，改善患者临床症状，该术式具有微创性优势，患者术后康复快[6]。本研究 150 例老年 LEASO 患者 PTA 手术整体成功率为 94.67%，其中髂动脉病变手术成功率为 97.56%，股腘动脉病变成功率为 90.52%，膝下动脉病变成功率为 90.77%。患者 PTA 术后远期预后一直备受关注，为尽可能反映 LEASO 患者 PTA 术后生存及下肢功能状态，本研究除了选取支架再狭窄及截肢外，还统计了患者术后创面愈合障碍及缺血性疼痛等不良症状。经统计发现，PTA 手术成功者术后 1 年随访期间，有 53 例出现 CLTI 相关事件(37.32%)，其中以支架内或支架两端5 mm 内管腔狭窄>50%者为主(39 例)，其余有 13 例存在创面愈合障碍和(或)缺血性疼痛、1 例同侧截肢。

表 1 CLTI 阳性组与阴性组患者临床资料比较

Table 1 Comparison of clinical data between CLTI positive group and negative group

Item	CLTI positive group(n=53)	CLTI negative group(n=89)	χ^2/t	P value
Gender[n(%)]			0.025	0.874
Male	37(69.81)	61(68.54)		
Female	16(30.19)	28(31.46)		
Age[n(%)]			0.689	0.406
60-80 years	24(45.28)	34(38.20)		
≥80 years	29(54.72)	55(61.80)		
Smoking history[n(%)]	21(39.62)	13(14.61)	11.415	<0.001
Drinking history[n(%)]	12(22.64)	17(19.10)	0.256	0.613
Family history of ASO[n(%)]	5(9.43)	6(6.74)	0.337	0.562
Underlying disease[n(%)]				
Diabetes mellitus	30(56.60)	53(59.55)	0.119	0.730
Hypertension	20(37.74)	36(40.45)	0.102	0.749
Hyperlipidemia	17(32.19)	26(29.21)	0.129	0.720
Chronic renal insufficiency	16(30.19)	10(11.24)	7.978	0.005
Cerebrovascular disease	8(15.09)	12(13.48)	0.071	0.790
Affected side[n(%)]			0.838	0.360
Left	28(52.83)	54(60.67)		
Right	25(47.17)	35(39.33)		
LEASO course(years, $\bar{x}\pm s$)	8.49±1.79	6.73±1.38	6.565	<0.001
TASC Ⅱ typing[n(%)]			28.413	<0.001
Type A	1(1.89)	20(22.47)		
Type B	4(7.55)	23(25.84)		
Type C	17(32.07)	27(30.34)		
Type D	31(58.49)	19(21.35)		
Rutherford grading[n(%)]			4.478	0.034
≤ Grade 4	20(37.74)	19(21.35)		
>Grade 4	33(62.26)	70(78.65)		
Preoperative ABI($\bar{x}\pm s$)	0.63±0.21	0.84±0.27	4.853	<0.001
Surgical method[n(%)]			0.652	0.420
Balloon dilatation	10(18.87)	22(24.72)		
Balloon dilatation+stent implantation	43(81.13)	67(75.28)		
Number of implanted stents[n(%)]			7.144	0.008
<3	8(15.09)	32(35.96)		
≥3	45(84.91)	57(64.04)		
Length of implanted stent(mm, $\bar{x}\pm s$)	216.48±35.13	174.83±30.05	7.494	<0.001
Preoperativeblood biochemical indicator($\bar{x}\pm s$)				
Fib(g/L)	4.13±0.87	3.66±0.83	3.205	0.002
FBG(mmol/L)	5.62±1.26	5.47±1.17	0.718	0.474
HbA1c(%)	9.15±1.84	7.81±1.95	4.044	<0.001
TG(mmol/L)	1.23±0.22	1.24±0.24	0.248	0.805
TC(mmol/L)	4.36±1.05	4.21±1.01	0.843	0.400
HDL-C(mmol/L)	1.05±0.17	1.02±0.19	0.946	0.346
LDL-C(mmol/L)	3.73±0.65	2.54±0.41	13.384	<0.001
hs-CRP(mg/L)	2.29±0.37	1.83±0.44	6.383	<0.001
NLR	4.23±0.94	2.76±0.83	9.711	<0.001
SII	2.63±0.43	1.69±0.35	14.195	<0.001

CLTI: chronic limb-threatening ischemia; ASO: atherosclerotic obliterans; LEASO: lower extremity atherosclerotic obliterans; TASC: Trans-Atlantic Inter-Society Consensus; ABI: ankle brachial index; Fib: fibrinogen; FBG: fasting blood glucose; HbA1c: glycosylated hemoglobin Alc; TG: triglyceride; TC: total cholesterol; HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol; LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol; hs-CRP: high-sensitivity C-reactive protein; NLR: neutrophil-to-lymphocyte ratio; SII: systemic immune inflammation index. 1 mmHg=0.133 kPa.

表2 赋值说明

Table 2 Assignment description

Variable	Variable name	Assignment
Occurrence of CLTI related events	Y	No=0, yes=1
Smoking history	X1	No=0, yes=1
Chronic renal insufficiency	X2	No=0, yes=1
LEASO course	X3	Actual value entry
TASC Ⅱ typing	X4	A=1,B=2,C=3,D=4
Rutherford grading	X5	≤grade 4=0, >grade 4=1
Preoperative ABI	X6	Actual value entry
Number of implanted stents	X7	<3=0, ≥3=1
Length of implanted stent	X8	Actual value entry
Fib	X9	Actual value entry
HbA1c	X10	Actual value entry
LDL-C	X11	Actual value entry
hs-CRP	X12	Actual value entry
NLR	X13	Actual value entry
SII	X14	Actual value entry

CLTI: chronic limb-threatening ischemia; LEASO: lower extremity atherosclerotic obliterans; TASC: Trans-Atlantic Inter-Society Consensus; ABI: ankle brachial index; Fib: fibrinogen; HbA1c: glycosylated hemoglobin Alc; LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol; hs-CRP: high-sensitivity C-reactive protein; NLR: neutrophil-to-lymphocyte ratio; SII: systemic immune inflammation index.

TASC Ⅱ分型是评估LEASO患者动脉硬化性狭窄与闭塞程度的工具,也是临床制定手术方案的依据之一,TASC多学会专家诊疗共识建议TASC Ⅱ分型A、B型者应首选介入治疗,C型病变选择外科治疗效果较好,而D型病变则建议首选外科血管重建手术治疗。但随着介入手术指征的放宽,接受PTA治疗的TASC Ⅱ C、D型患者也逐渐增多。本研究中TASC Ⅱ分型A型患者PTA术后即刻成功率为94.94%,B型为92.86%,C型为87.80%,D型为87.50%,各分型患者手术成功率无明显差异。但随访发现,TASC Ⅱ分型C、D型患者术后1年发生CLTI相关事件者占比较高,且经二元多因素logistic回归分析发现,TASC Ⅱ分型C、D型是老年LEASO患者PTA术后1年发生CLTI相关事件的危险因素。卢庆威等[7]基于数据库数据分析也证实TASC Ⅱ C、D分型是LEASO患者介入术后支架再狭窄的独立危险因素,与本研究结论一致。介入手术创建之初,仅建议对TASC Ⅱ分型A、B型患者进行腔内介入治疗,而随着介入手术的普及及技术的提高,部分医院手术指征放宽,也对TASC Ⅱ分型C、D型患者进行介入手术,然而基于上述研究结果,建议临床在对TASC Ⅱ分型C、D型患者进行介入治疗时,应严格按照临床指征与操作规范制定手术方案,以保障手术效果的维持。

PTA术中在行球囊扩张形成术扩张血管后一般会联合支架形成术,在狭窄或闭塞处置入支架,以便维持血管通畅,恢复下肢血流。本研究发现置入支架数量≥3个是老年LEASO患者PTA术后1年发生CLTI相关事件的危险因素。支架植入≥3个者血管狭窄情况往往更严重,合并吸烟、高血压、糖尿病、高脂血症等危险因素比例更高,PTA术后血糖血脂水平更难达标,CLTI相关事件发生风险更高。此外,支架置入后也会引起血小板聚集,产生炎症

表3 影响患者PTA术后CLTI相关事件发生的多因素二元logistic回归分析

Table 3 Multivariatebinary logistic regression analysis of factors influencing the occurrence of CLTI-related events in patients after PTA

Factor	β	*SE*	*Wald* χ^2	*OR*	95%*CI*	*P* value
Smoking history	0.493	0.315	2.449	1.637	0.883-3.036	0.118
Chronic renal insufficiency	0.367	0.249	2.172	1.443	0.886-2.351	0.141
LEASO course	0.519	0.387	1.799	1.680	0.787-3.588	0.181
TASC Ⅱ typing						
A				1.000		
B	0.223	0.189	1.392	1.250	0.863-1.810	0.239
C	0.519	0.119	19.021	1.680	1.331-2.122	<0.001
D	0.697	0.136	26.266	2.008	1.538-2.621	<0.001
Rutherford grading>grade 4	0.846	0.675	1.571	2.330	0.621-8.750	0.211
Preoperative ABI	-0.379	0.264	2.061	0.685	0.408-1.148	0.152
Number of implanted stents≥3	0.803	0.329	5.957	2.232	1.171-4.254	0.015
Length of implanted stent	0.716	0.467	2.351	2.046	0.819-5.111	0.126
Fib	0.637	0.443	2.068	1.891	0.794-4.505	0.151
HbA1c	0.893	0.268	11.103	2.442	1.444-4.130	<0.001
LDL-C	1.025	0.453	5.120	2.787	1.147-6.773	0.024
hs-CRP	0.419	0.337	1.546	1.520	0.785-2.943	0.214
NLR	0.557	0.369	2.279	1.745	0.847-3.598	0.132
SII	1.194	0.366	10.643	3.300	1.611-6.762	<0.001

PTA: percutaneous transluminal angioplasty; CLTI: chronic limb-threatening ischemia; LEASO: lower extremity atherosclerotic obliterans; TASC: Trans-Atlantic Inter-Society Consensus; ABI: ankle brachial index; Fib: fibrinogen; HbA1c: glycosylated hemoglobin Alc; LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol; hs-CRP: high-sensitivity C-reactive protein; NLR: neutrophil-to-lymphocyte ratio; SII: systemic immune inflammation index.

因子,促进血栓形成,同时支架置入数量越多,对血管内皮所造成的影响越大,进而增加预后不良发生风险[8]。故建议临床加强术后随访监督与患者健康教育,联合药物涂层支架、抗增生药物抑制血管平滑肌细胞增生等措施,减少因置入支架数量过多导致的术后 CLTI 相关事件[9]。

诸多研究表明糖尿病是导致 LEASO 患者 PTA 术后复发的独立危险因素,且外周血 HbA1c 水平在预测 LEASO 患者术后支架内再狭窄中具有一定价值[10,11]。本研究中 CLTI 阳性组及阴性组患者糖尿病史比较,差异无统计学意义,但两组 HbA1c 水平存在明显差异。后经多因素二元 logistic 回归分析证实 HbA1c 水平是老年 LEASO 患者 PTA 术后 1 年发生 CLTI 相关事件的独立危险因素。HbA1c 是反映个体近 3 个月血糖控制水平的指标,其水平不受饮食、外伤、感染等因素的影响,可客观反映患者血糖控制情况,HbA1c 超过 9%一般提示血糖控制较差。而血糖控制不佳,会使机体长期处于高血糖环境中,易导致蛋白质发生糖基化反应,激活各种信号通路,引起细胞炎症反应增强,从而损伤血管内皮细胞,引发血管舒张功能障碍与动脉粥样硬化斑块形成,增加患者术后血管再狭窄风险,最终造成手术失败,患者临床症状持续[12]。故建议临床积极复查患者 HbA1c 水平,及时调整降糖方案,以提高血糖控制效果,降低患者 PTA 术后 CLTI 相关事件发生风险。

血脂代谢在动脉粥样硬化形成、LEASO 进展、支架内再狭窄等过程中扮演重要角色。LDL-C 沉积于血管壁将触发炎症反应,进而促进动脉粥样硬化形成,LDL-C 水平升高同时也是公认的驱动动脉粥样硬化形成的重要因素[13]。本研究发现,LDL-C 水平是老年 LEASO 患者 PTA 术后 1 年发生 CLTI 相关事件的危险因素。故建议临床定期复查患者 LDL-C 水平,并通过积极应用降脂药物降低患者 LDL-C 水平,以改善血脂代谢紊乱及预后。

动脉粥样硬化所引起的慢性炎症反应是造成 LEASO 的主要原因,故有研究推测炎症指标在预测 LEASO 患者预后中具有一定价值[14]。SII 是全面反映机体炎症状态的一种综合性评分[15]。本研究发现,SII 水平是老年 LEASO 患者 PTA 术后 1 年发生 CLTI 相关事件的危险因素。故建议临床加强对入院时高水平 SII 患者的随访及筛查。

综上,老年 LEASO 患者 PTA 手术成功率整体较高,但术后 1 年 CLTI 相关事件发生率仍处于较高水平。TASC Ⅱ 分型 C、D 型,置入支架数量≥3 个,术前 HbA1c、LDL-C 以及 SII 水平是老年 LEASO 患者 PTA 术后 1 年发生 CLTI 相关事件的危险因素。建议临床制定个性化手术方案,通过对置入支架过多者应用药物涂层支架和抗增生药物、提高患者血糖和血脂控制水平以及加强机体高炎症水平者术后随访与筛查等途径,以提高患者预后。但本研究样本量较小,且均来源于同一所医院,所得结论可能存在偏倚,且研究也并未设立传统手术患者作为对照,存在一定的不足。

【参考文献】

[1] Lukacs RA, Weisshaar LI, Tornyos D, *et al*. Comparing endovascular approaches in lower extremity artery disease: insights from a network meta-analysis[J]. J Clin Med, 2024,13(4): 1024. DOI: 10.3390/jcm13041024.

[2] Boelitz KM, Forsyth A, Crawford A, *et al*. Polyvascular disease is common in patients undergoing carotid endarterectomy and lower extremity bypass and is associated with worse outcomes[J]. J Vasc Surg, 2024, 80(4): 1149-1158. DOI: 10.1016/j.jvs.2024.05.005.

[3] Zhao Y, Jia S, Li J, *et al*. A case of acute basilar artery occlusion due to atherosclerotic disease revascularized by drug-coated balloon dilation[J]. Int J Neurosci, 2024, 134(9): 1013-1018. DOI: 10.1080/00207454.2023.2203837.

[4] Schwartz AW, Maahs E, Berezowitz A, *et al*. Predictive value of tibial and coronary artery calcification scores for cardiac and lower extremity events[J]. J Vasc Surg, 2025, 82(2): 591-598. DOI: 10.1016/j.jvs.2025.03.196.

[5] 中华医学会外科学分会血管外科学组. 下肢动脉硬化闭塞症诊治指南[J]. 中华医学杂志, 2015, 95(24): 1883-1896. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2015.24.004.

[6] Patil IV, Sharma P, Pisulkar G, *et al*. Complex peripheral arterial disease in a case of multilevel lesions treated with sequential angioplasty[J]. Cureus, 2024, 16(5): e60982. DOI: 10.7759/cureus.60982.

[7] 卢庆威, 王军, 王刚, 等. 基于数据库数据分析下肢动脉硬化闭塞症患者腔内介入术治疗后支架内再狭窄的危险因素[J]. 山东医药, 2020, 60(30): 80-83. DOI: 10.3969/j.issn.1002-266X.2020.30.021.

[8] 刘斌, 桂亮, 邹君杰. 药物涂层球囊在下肢动脉粥样硬化闭塞症治疗中的应用现状与未来展望[J]. 中国普通外科杂志, 2024, 33(12): 2091-2098. DOI: 10.7659/j.issn.1005-6947.2024.12.019.

[9] 张锐, 来志超, 刘昌伟. 股腘段下肢动脉硬化闭塞症: 载药腔内治疗的循证医学证据[J]. 中国医学科学院学报, 2019, 41(2): 256-260. DOI: 10.3881/j.issn.1000-503X.10849.

[10] Deng S, Lyu S, Liu Y, *et al*. Low muscle mass is independently associated with an increased risk of having lower limb atherosclerosis in T2DM patients[J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2024, 17: 4211-4221. DOI: 10.2147/DMSO.S492973.

[11] 吴成稳, 崔超毅, 康海涵, 等. 下肢动脉硬化闭塞症患者术后糖代谢及脂代谢指标对支架内再狭窄的预测价值[J]. 新乡医学院学报, 2024, 41(7): 657-662. DOI: 10.7683/xxyxyxb.2024.07.010.

[12] Baralić M, Gajić S, Kezić A, *et al*. Significant calcification of an entire aortic tree with renal artery subocclusion: acute kidney injury, ischemic kidney sisease, and the tissue viability question-a case report[J]. Life (Basel), 2025, 15(1): 82. DOI: 10.3390/life15010082.

[13] Endo-Umeda K, Makishima M. Exploring theroles of liver X receptors in lipid metabolism and immunity in atherosclerosis[J]. Biomolecules, 2025, 15(4): 579. DOI: 10.3390/biom15040579.

[14] Pervaze S, Mohandas S, Gopalan P, *et al*. Cholesterol crystal embolization induced kidney disease[J]. Am Heart J Plus, 2025, 56: 100572. DOI: 10.1016/j.ahjo.2025.100572.

[15] 刘容, 李国信, 李昀泽, 等. 多种炎症和氧化应激综合指标与下肢动脉硬化闭塞症的相关性和诊断价值研究[J]. 中国全科医学, 2025, 28(18): 2234-2240. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0383.

(编辑: 和雨璇)