

下肢动脉硬化闭塞症患者介入术后复发风险的 列线图模型构建及验证*

程鹏 王毅 冯登 郑江华

(川北医学院附属医院血管外科, 四川 南充 637000)

【摘要】 **目的** 探讨构建下肢动脉硬化闭塞症(ASO)患者介入术后的预测模型预测患者介入术后复发的风险。**方法** 纳入我院 2020 年 7 月—2022 年 9 月血管外科经过介入治疗的病例 170 例为研究对象,收集患者一般资料,根据有无复发分为复发组($n=56$)和非复发组($n=114$)。根据 Lasso 回归筛选预测因子,再利用 R 软件建立列线图预测风险模型。用 ROC 曲线对该模型进行评估,并采用 Bootstrap 进行内部验证,计算 C 指数判断预测模型的区分度及模型校准度。**结果** 单因素分析发现复发组和非复发组患者糖尿病、高血压、吸烟史、术后规律用抗血小板及降脂药、手术方式、钙化长度等影响因素比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。根据 Lasso 回归筛选出糖尿病、高血压、吸烟史、术后规律用抗血小板及降脂药、手术方式、钙化长度 6 个预测因子,利用上述变量建立 1 年复发风险列线图预测模型,预测模型结果显示,ROC 曲线提示 AUC 为 0.754,原模型的 C-index 指数和 Brier 评分分别为 0.765(95% CI:0.687~0.842)、0.172(95% CI:0.140~0.204),反复抽样 500 次以后的内部验证的 C-index 指数和 Brier 评分分别为:0.733(95% CI:0.623~0.842)、0.189(95% CI:0.139~0.246)。**结论** 糖尿病、高血压、吸烟史、术后规律用抗血小板及降脂药、手术方式、钙化长度是影响 ASO 介入术后复发的重要影响因素。该模型能较好的评估患者介入治疗后的复发风险,具有一定的临床价值。

【关键词】 下肢动脉硬化闭塞症;血管介入治疗;复发率;列线图

【中图分类号】 R543.4 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2024.06.026

Nomogram model construction and validation of interventional recurrence risk in aso patients

CHENG Peng, WANG Yi, FENG Deng, ZHENG Jiangua

(Department of Vascular Surgery, The Affiliated Hospital of North Sichuan Medical University, Nanchong 637000, Sichuan, China)

【Abstract】 **Objective** To predict the risk of recurrence after interventional therapy in patients with arteriosclerosis obliterans (ASO) by constructing a nomogram risk model. **Methods** A total of 170 cases undergoing interventional therapy in our hospital from July 2020 to September 2022 were included as the study objects. General data of the patients were collected, and they were divided into a relapsed group ($n=56$) and a non-relapsed group ($n=114$) according to whether they had relapsed. Regression screening of predictors was conducted according to Lasso, and the risk prediction model was built with nomogram using R software. The ROC curve was used to evaluate the model, and Bootstrap was used for internal verification, and C-index was calculated to judge the differentiation degree and model calibration degree of the prediction model. **Results** Univariate analysis showed that there were statistically significant differences between the recurrence group and the non-recurrence group in diabetes, hypertension, smoking history, postoperative regular use of antiplatelet and lipidlowering drugs, operation method, length of calcification and other influencing factors ($P<0.05$). According to Lasso, six predictors of diabetes, hypertension, smoking history, postoperative regularity of antiplatelet and lipidlowering drugs, operation method, and calcification length were screened out by regression. A 1-year recurrence risk histogram prediction model was established using the above variables. The ROC curve indicated that AUC

基金项目:南充市科技局基金项目(20SXZRKX0009);川北医学院附属医院院内基金项目(2020ZD012)

通讯作者:郑江华,教授,硕士研究生导师,E-mail:zhengjianghua@126.com

引用本文:程鹏,王毅,冯登,等.下肢动脉硬化闭塞症患者介入术后复发风险的列线图模型构建及验证[J].西部医学,2024,36(6):920-925.

DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2024.06.026

was 0.754. The C-index and Brier score of the original model are 0.765 (95%CI: 0.687 ~ 0.842) and 0.172 (95%CI: 0.140 ~ 0.204) respectively. The C-index and Brier score of the internal verification after repeated sampling for 500 times are as follows: 0.733 (95%CI: 0.623 ~ 0.842), 0.189 (95%CI: 0.139 ~ 0.246). **Conclusion** Diabetes, hypertension, smoking history, regular use of Antiplatelet drugs and lipid-lowering drugs after operation, operation mode and calcification length are important factors influencing the recurrence after ASO intervention. This model can better evaluate the recurrence risk of patients after interventional therapy, and has certain clinical value.

【Key words】 Arteriosclerosis obliterans; Vascular interventional therapy; Recurrence rate; Nomogram

下肢动脉硬化闭塞症(Arteriosclerosis obliterans, ASO)是一种慢性进行性疾病,其特征是大、中动脉出现闭塞性病变,导致下肢血流不足而出现的以间歇性跛行、缺血性静息痛、缺血性溃疡、坏疽和功能损害为主要症状及体征的肢体并发症,严重影响患者的生活质量,且对患者家庭造成较严重的经济负担。目前,下肢外周动脉疾病(Peripheral artery disease, PAD)影响全球>2.3 亿成年人,并与各种不良临床结果(如冠心病和中风以及腿部疾病、截肢)的风险增加相关^[1]。针对该疾病通常采取药物结合手术的治疗方法。目前,介入治疗逐渐成为临床上治疗该疾病的主流方式,但介入术后的再狭窄乃至再闭塞成为了临床医生的严峻挑战。随着经济的发展,人们的生活方式逐渐出现变化。糖尿病及高血压等基础疾病越来越受重视,且是 ASO 的高危因素^[2]。有学者^[3-4]提出,患者术后继续吸烟,其截肢的风险更高,而抗血小板、降血脂可降低截肢乃至死亡风险。除此之外,还有其他影响因素需要挖掘,以便为预防患者术后再狭窄及闭塞带来更具有针对性的治疗及预防方向。为此,本研究收集本院 170 例 ASO 患者的基本临床资料,并进行 Lasso 回归分析,找出影响 ASO 患者介入治疗后复发的危险因素建立列线图模型,并对该模型进行了反复验证。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入 2020 年 7 月~2022 年 9 月在川北医学院附属医院血管外科接受介入治疗的患者 170 例。纳入患者资料均从我院门诊和住院部电子病历系统调取并严格按照纳入和排除标准审查,纳入者建立预测模型,并采用 Bootstrap 进行内部验证。诊断标准:根据 2015 年中华医学会 ASO 诊治指南^[5]明确诊断为 ASO。纳入标准:①结合病史、查体及影像学检查明确诊断为 ASO IIb 期以上患者。②首次于我院行介入治疗的患者,既往及治疗期间未行其他 ASO 相关药物及手术干预治疗。③既往未行心脏或外周血管支架植入术或球囊扩张成形术者。④治疗期间定期随访,有完整的临床与随访资料。排除标准:①治疗期间因各种原因无法完成随访导致临床资料不全的患者。②合并重要脏器如心、肝、肾等组织

损伤或各类肿瘤接受放化疗且估计生存时间不足 1 年的患者。③无法耐受介入术或有明确禁忌证。④伴发大动脉炎活动期等引起血管狭窄的患者。

1.2 资料收集 收集患者的临床与随访资料,包括性别、年龄、BMI、糖尿病、高血压、病变部位、病变长度、病变钙化长度[根据外周动脉钙化评分系统(Peripheral artery calcification scoring system, PACSS)进行]、手术方式、肾功能、术后按时规律服用药物情况、纤维蛋白原(Fibrinogen, FIB)、中性粒细胞计数、淋巴细胞百分比等。

1.3 观察指标 参照 ASO 诊治指南^[5],判断患者有无复发,根据有无复发分为复发组($n=56$)和非复发组($n=114$)。介入治疗方案:根据泛大西洋协作组织(Transatlantic inter-society consensus, TASC)分型及 Fontaine 分期来综合判定手术方式:①药涂球囊+支架。②普通球囊+支架。③普通球囊。④单药涂球囊。复发定义:①介入术后目标患肢血管彩超或 CTA 结果提示出现狭窄或阻塞>50%。②再次出现静息痛等症状。

1.4 统计学分析 使用 SPSS 26.0 进行统计分析,计数资料以率(%)表示,采用卡方检验进行单因素分析,随后使用 glmnet、survival 等程序包根据内部交叉验证确定最优惩罚系数 λ 将全部预测因子通过 R 软件进行 Lasso 回归筛选;使用 rms、foreign 等程序包将筛选出的预测因子拟合 Cox 风险回归模型建立预后预测模型;利用 C 指数和 Brier 评分评价预测模型区分度和校准度,采用 caret 程序包进行 Bootstrap 重抽样进行内部验证进行内部验证评价模型表现;并绘制受试者工作特征曲线(ROC)。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 单因素分析结果 单因素分析结果显示,复发组与非复发组患者性别、年龄、BMI、高胆固醇血症、病变部位、肌酐异常、纤维蛋白原异常、中性粒细胞百分比、病变长度等比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);两组患者糖尿病、高血压、吸烟史、术后规律用抗血小板及降脂药、手术方式、钙化长度等影响因素比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

表 1 两组患者单因素分析结果 [n(×10⁻²)]

Table 1 Single factor analysis results of the two groups of patients

一般资料	复发组 (n=56)	非复发组 (n=114)	χ^2	P
性别(男)	32(57.1)	61(53.5)	0.200	0.655
年龄≥75(岁)	34(60.7)	58(50.9)	1.464	0.226
BMI≥24 或<18.5(kg/m ²)	17(30.4)	39(34.2)	0.252	0.615
糖尿病	27(48.2)	40(35.1)	2.710	<0.05
高血压	39(69.6)	52(45.6)	7.217	0.007
吸烟史	33(58.9)	43(37.7)	6.834	0.009
高胆固醇血症	20(35.7)	31(27.2)	0.340	0.560
病变部位			0.914	0.633
股部病变	23(41.1)	45(39.5)		
膝下病变	8(14.3)	21(18.4)		
混合型	27(48.2)	45(39.5)		
手术方法			8.233	0.041
药涂球囊+支架	21(37.5)	67(58.8)		
普通球囊+支架	23(41.1)	29(25.4)		
药涂球囊	9(16.1)	10(8.7)		
普通球囊	3(5.4)	8(7.1)		
术后规律使用抗板或降脂药物	27(48.2)	90(76.9)	16.531	<0.001
肌酐异常	16(28.6)	42(36.8)	0.599	0.439
纤维蛋白原异常	31(55.3)	62(54.4)	0.014	0.905
嗜中性粒细胞百分比	28(50)	53(46.5)	0.185	0.667
病变长度(mm)			2.449	0.485
0~99	16(28.6)	41(36.0)		
100~199	22(39.3)	38(33.3)		
200~299	13(23.2)	30(26.3)		
≥300	5(8.9)	5(4.3)		
钙化长度>5(cm)	31(55.4)	38(33.3)	6.409	0.011

2.2 预测因子的筛选结果 再次使用 Lasso 回归进行筛选预测因子, Lasso 回归直接将模型的预测表现作为变量筛选的准则^[6]。Lasso 回归可以通过调节惩罚系数 λ 来达到变量筛选的目的, 同时也可避免预测模型过度拟合。Lasso 回归系数曲线(见图 1), 随着惩罚系数 λ 增大, β 逐渐趋近于 0, 纳入模型的变量也逐渐减少。通过内部交叉验证确定模型估计误差最小的惩罚系数 λ 。预测因子部分似然偏差图(见图 2)。

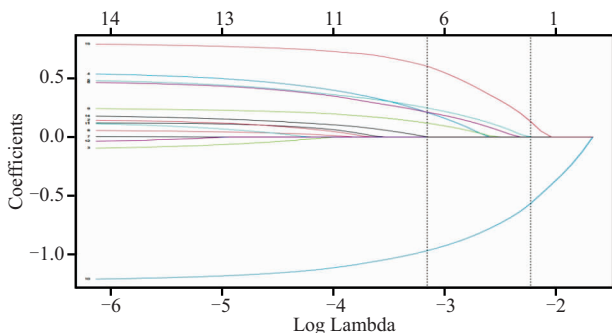


图 1 Lasso 回归系数曲线

Figure 1 Lasso regression coefficient curve

注: 15 个预测因子的系数曲线。X 轴表示 $\log(\lambda)$, λ 为惩罚系数; 上方 X 轴表示模型中变量个数; Y 轴表示变量的标准化回归系数(β)。

图 2 中左侧的虚线表示, 此时部分似然偏差最小, 对应的预测因子使模型的预测表现最好。在 Lasso 回归中, 通过不断压缩回归系数, 经过内部交叉验证确定模型预测误差最小的惩罚系数 λ , 此时筛选出的预测影响因子为糖尿病、高血压、吸烟史、术后规律用抗血小板及降脂药、手术方式、钙化长度, 见图 3。

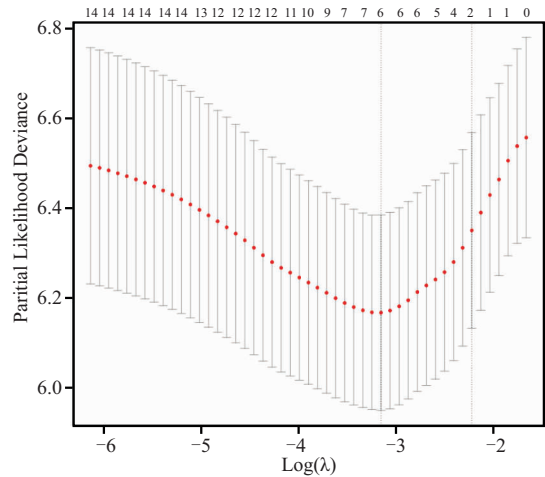


图 2 预测因子部分似然偏差

Figure 2 Likelihood Deviance Graph Of Predictors

注: 下方 X 轴表示 $\log(\lambda)$; 上方 X 轴表示惩罚系数(λ)对应的模型中预测因子个数; Y 轴表示部分似然偏差(Partial likelihood estimation)。

```
> Active.Coefficients
[1] 0.2080953 0.2458943 0.2103876 0.1177228 -0.9656938 0.6017082
> row.names(Coefficients)[Active.Index]
[1] "diabetesmellitus" "hypertension" "smokehistory"
[4] "modusoperandi" "Postoperativemedication" "Calcificationlength"
```

图 3 Lasso 回归筛选预测因子

Figure 3 Lasso regression screening predictors

注: Diabetesmellitus 为糖尿病; hypertension 为高血压; smokehistory 为吸烟史; modusoperandi 为手术方式; Postoperativemedication 为术后规律用药; Calcificationlength 为钙化长度。

2.3 预测 ASO 患者血管介入治疗后复发的列线图 风险模型的建立及内部验证 基于糖尿病、高血压、吸烟史、术后规律用抗血小板及降脂药、手术方式、钙化长度 6 项 ASO 患者血管介入治疗后复发的独立危险因素, 建立预测 LEAOD 患者血管介入治疗后复发的列线图风险预测模型(见图 4)。通过绘制 ROC 曲线对该模型进行评估, 并通过将建模集原始数据重复抽样 500 次后(Bootstrap 法)对模型进行内部验证。结果显示, ROC 曲线(见图 5)提示 AUC 为 0.754, 原模型的 C-index 指数和 Brier 评分(见图 6)分别为 0.765(95% CI: 0.687~0.842)和 0.172(95% CI: 0.140~0.204), 反复抽样 500 次以后的内部验证(见图 7)的 C-index 指数和 Brier 评分分别为: 0.733(95% CI: 0.623~0.842)和 0.189(95% CI: 0.139~0.246), 原模型与抽样验证模型 C-index 均大于 0.7, 说明原模型

与内部验证模型的校准曲线显示预测结果与实际结果吻合较好, Brier 评分均小于 0.25, 证明本次模型具有良好的预测精准度。C-index 以及 Brier 评分的小幅度波动, 可能与样本量及重复抽样次数相关。

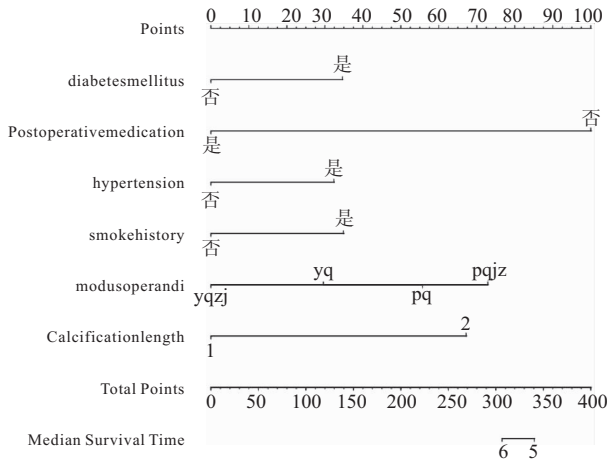


图 4 列线图预测模型

Figure 4 Nomogram prediction model

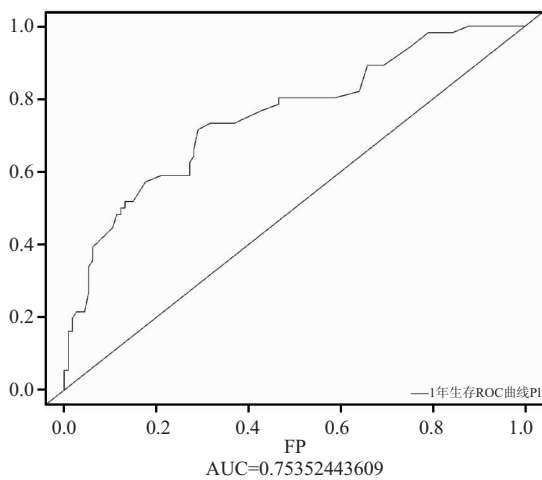


图 5 建模组 ROC 曲线

Figure 5 OC curve of modeling group

3 讨论

应对 ASO 所面临的严峻考验, 医疗器材也在不断进步。目前介入治疗因其特有的微创、成功率高、恢复快、起效明显等特有的方式已经逐渐成为了治疗 ASO 的主流方式, 且越来越先进的器材层出不穷, 但是术后的远期通畅率仍然是该技术所需要面临的重要挑战^[7]。Abdoli 等^[8]通过研究观察到 TASC A/B 肢体在 1、5、9 年的原发通畅率分别为 79%、35% 和 19%, TASC C/D 肢体的原发通畅率分别为 62%、11%、3%, 这一结果也表明血管腔内治疗的远期通畅率仍有待提高。因此, 需寻求能影响患者预后的影响因素且能针对性的采取措施, 来改善患者预后。对此, 本研究筛选了 ASO 介入术后复发的独立危险因

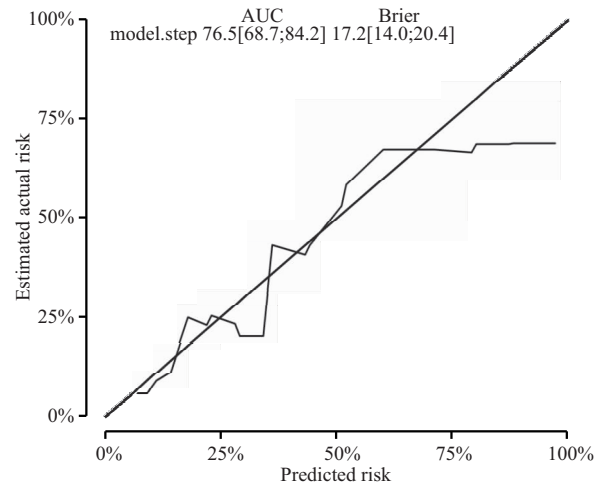


图 6 原模型的校准曲线

Figure 6 Calibration curve of the original model

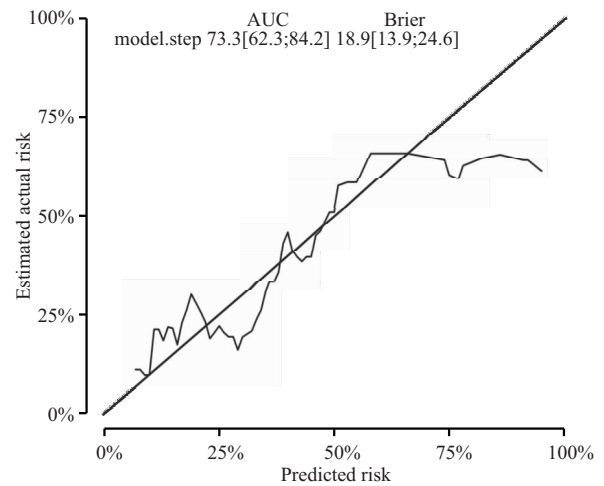


图 7 内部验证模型校准曲线

Figure 7 Internal validation model calibration curve

素, 建立了有效的风险预测模型, 这对患者术后疾病的检测、早期干预以及降低术后复发率有着重要意义。本研究的 170 例患者在介入术后 1 年的总通畅率约为 67.1% (114/170), 与上述文献报道结果基本一致。采取 Lasso 回归发现糖尿病、高血压、吸烟史、术后规律用抗板及降脂药、手术方式、钙化长度 6 个影响因素与患者预后密切相关。高血糖会促进机体氧化应激、糖氧化、全身性炎症^[9], 在它们的共同作用下破坏动脉壁的内皮细胞, 促进血管内膜炎症的发生发展。这一过程会诱导巨噬细胞和 T 淋巴细胞驱动的免疫反应。其结果是内膜增厚、局部炎症和细胞凋亡的恶性循环, 导致内皮细胞进行性损伤。随着时间的推移反复出现小的损伤, 导致血管腔进行性狭窄, 从而表现为血流受损和慢性缺血, 加速血管再闭塞。周晓欢等^[10]研究表明高血压是动脉粥样硬化斑块形成的重要因素, 并且可以加重动脉粥样硬化的病变程

度。Takahara 等^[11]研究糖尿病在需要血运重建的患者中相当常见。因此需要尽早对患者进行健康教育,对患者术前、术中、术后的血糖进行严密监控,以改善患者预后。高血压为冠心病的主要独立危险因素,从动脉损伤到动脉粥样斑块形成的过程中破坏了外周动脉的弹性特性,加速了动脉粥样硬化病变的进展^[12],且中枢神经系统对内皮功能的影响和动脉壁的进展性损伤(即肌肉细胞生长,纤维化)也起着重要作用,高血压时神经系统的过度活跃导致动脉弹性的丧失。吸烟是动脉粥样硬化危险因素之一,与不吸烟者相比,吸烟者患外周动脉疾病的风险增加了约 4 倍,而戒烟可以显著降低 PAD 的风险,与目前的吸烟者相比,戒烟 30 年后的风险降低了 80%^[13]。戒烟者的动脉粥样硬化进展比从不吸烟的人更严重^[14]。吸烟除了对内皮细胞的直接物理损伤外,还可诱导组织重塑、血栓形成全过程以及全身炎症信号的激活,这些都有助于动脉粥样硬化性血管壁的改变^[15]。目前介入手术已成为治疗 ASO 的主要手段,目前针对下肢血管腔内修复主要涉及到手术方式有球囊扩张成形术联合支架置入、内膜剥脱术、药涂球囊扩张、普通球囊扩张术等。Tepe 等^[16]对比了紫杉醇涂层球囊(Drug-coated balloons, DCB)与经皮腔内血管成形术(Percutaneous transluminal angioplasty, PTA)治疗有症状的股浅动脉和/或腘动脉疾病后发现与 PTA 相比,DCB 的初级通畅性更高(82.2% vs 52.4%)。随后 Schroedr 等^[17]研究表明不同的手术方式也是影响 ASO 介入术后复发的重要影响因素,所以术前对患者病情的评估、血管模型的建立及测量、医疗耗材的选用等均需细致,以免影响手术方式的选择。针对患者术后应尽早规律服用降脂及抗血小板类药物,有文献^[18-19]报道,高强度他汀类药物的使用与肢体损失和死亡率的显著降低有关,并且同样适用于使用抗血小板药物治疗的患者。李昭华等^[20]表明阿托伐他汀可以明显减轻动脉粥样硬化病变,改善血管情况,也正因如此,术后长期规律的服用降血脂及抗血小板药物能有效降低复发风险。血管钙化(Angiosteosis)可能是 PAD 经血管内治疗后的一个预后因素^[21],这可能跟一定数量和质量的钙化有助于斑块的稳定有关^[22]。Tokuda 等^[23]分析了 132 例连续成功行血管内干预的肢体;分别有 44 条和 88 条四肢被分为高钙评分组和低钙评分组,发现高的股腘动脉钙评分可能会增加病变血运重建的风险。所以应在临床上及科普时应嘱患者早期筛查,提前发现病变,尽早解决以降低患者术后的复发风险。

本研究将 lasso 回归分析中筛选出的 6 个复发

危险因素用于构建列线图风险模型,结果提示该模型有较好的预测价值。且所筛选出的危险因素都较容易获得,临床上可以根据模型中各项因素的预测患者发生再狭窄的风险,并尽早进行针对性的预防,改善患者预后,具有较好的临床应用价值。但本研究也存在一定的局限性。本研究的回顾性、单中心和样本量是其固有的局限性,造成一定程度的选择偏移,影响研究结果。后续需大样本、多中心中进一步深入研究。

4 结论

糖尿病、高血压、吸烟史、术后规律用抗血小板及降脂药、手术方式、钙化长度是影响 ASO 介入术后复发的重要影响因素。该模型能较好的评估患者介入治疗后的复发风险,具有一定的临床价值。

【参考文献】

- [1] CRIQUI M H, MATSUSHITA K, ABOYANS V, *et al.* Lower Extremity Peripheral Artery Disease: Contemporary Epidemiology, Management Gaps, and Future Directions: A Scientific Statement From the American Heart Association[J]. *Circulation*, 2021,144(9): 171-191.
- [2] BEHAR T, BOSSON J L, GALANAUD J P, *et al.* Prevalence and risk factors of peripheral arterial disease in an outpatient screening campaign[J]. *J Mal Vasc*, 2013,38(1): 22-28.
- [3] POLONSKY T S, MCDERMOTT M M. Lower Extremity Peripheral Artery Disease Without Chronic Limb-Threatening Ischemia: A Review[J]. *Jama*, 2021,325(21):2188-2198.
- [4] BEVAN G H, WHITE SOLARU K T. Evidence-Based Medical Management of Peripheral Artery Disease[J]. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 2020,40(3):541-553.
- [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]. 中华普通外科学文献(电子版),2016, 10(1): 1-18.
- [6] 谷鸿秋,王俊峰,章仲恒,等. 临床预测模型:模型的建立[J]. 中国循证心血管医学杂志,2019, 11(1): 14-16,23.
- [7] TANG T Y, YAP C, SOON S X Y, *et al.* World's First Experience Treating TASC II C and D Tibial Occlusive Disease Using the Selution SLR Sirolimus-Eluting Balloon: Six-Month Results From the PRESTIGE Study[J]. *Journal of endovascular therapy*, 2021,28(4): 555-566.
- [8] ABDOLI S, KATZ S, OCHOA C. Long-Term Patency and Clinical Outcomes of Nitinol Stenting for Femoropopliteal Atherosclerotic Disease[J]. *Annals of vascular surgery*, 2020, 66: 566-572.
- [9] HAAS A V, MCDONNELL M E. Pathogenesis of Cardiovascular Disease in Diabetes[J]. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 2018, 47(1): 51-63.
- [10] 周晓欢,杨玉春,张源明,等. 高血压及高脂血症与颈动脉粥样硬化的相关性分析[J]. 西部医学,2014,26(12):1645-1647.
- [11] TAKAHARA M, KANETO H, IIDA O, *et al.* High prevalence of glucose intolerance in Japanese patients with peripheral

- arterial disease[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2011, 91(1): 24-25.
- [12] AVOLIO A. Central aortic blood pressure and cardiovascular risk: a paradigm shift? [J]. *Hypertension*, 2008, 51(6): 1470-1471.
- [13] DING N, SANG Y, CHEN J, *et al*. Cigarette Smoking, Smoking Cessation, and Long-Term Risk of 3 Major Atherosclerotic Diseases[J]. *Journal of the American College of Cardiology*, 2019, 74(4): 498-507.
- [14] HANSEN K, ÖSTLING G, PERSSON M, *et al*. The effect of smoking on carotid intima-media thickness progression rate and rate of lumen diameter reduction[J]. *Eur J Intern Med*, 2016, 28: 74-79.
- [15] MESSNER B, BERNHARD D. Smoking and cardiovascular disease: mechanisms of endothelial dysfunction and early atherogenesis[J]. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 2014, 34(3): 509-515.
- [16] TEPE G, LAIRD J, SCHNEIDER P, *et al*. Drug-coated balloon versus standard percutaneous transluminal angioplasty for the treatment of superficial femoral and popliteal peripheral artery disease: 12-month results from the IN. PACT SFA randomized trial[J]. *Circulation*, 2015, 131(5): 495-502.
- [17] SCHROEDER H, WERNER M, MEYER D R, *et al*. Low-Dose Paclitaxel-Coated Versus Uncoated Percutaneous Transluminal Balloon Angioplasty for Femoropopliteal Peripheral Artery Disease: One-Year Results of the ILLUMENATE European Randomized Clinical Trial (Randomized Trial of a Novel Paclitaxel-Coated Percutaneous Angioplasty Balloon) [J]. *Circulation*, 2017, 135(23): 2227-2236.
- [18] HESS C N, CANNON C P, BECKMAN J A, *et al*. Effectiveness of Blood Lipid Management in Patients With Peripheral Artery Disease[J]. *Journal of the American College of Cardiology*, 2021, 77(24): 3016-3027.
- [19] ARYA S, KHAKHARIA A, BINNEY Z O, *et al*. Association of Statin Dose With Amputation and Survival in Patients With Peripheral Artery Disease [J]. *Circulation*, 2018, 137(14): 1435-1446.
- [20] 李昭华, 钟远伦. 阿托伐他汀治疗颈动脉粥样硬化疗效观察[J]. *西部医学*, 2009, 21(7): 1180-1181.
- [21] DE ATHAYDE SOARES R, MATIELO M F, BROCHADO NETO F C, *et al*. Impact of calcification and infrapopliteal outflow on the outcome of endovascular treatment of femoropopliteal occlusive disease [J]. *JRSM cardiovascular disease*, 2019, 8: 2048004019828941.
- [22] KALADJI A, VENT P A, DANVIN A, *et al*. Impact of Vascular Calcifications on Long Femoropopliteal Stenting Outcomes [J]. *Annals of vascular surgery*, 2018, 47: 170-178.
- [23] TOKUDA T, OBA Y, KOSHIDA R, *et al*. The Impact of Femoropopliteal Artery Calcium Score after Endovascular Treatment [J]. *Annals of vascular surgery*, 2020, 66: 543-553.

(收稿日期: 2022-10-31; 修回日期: 2023-05-21; 编辑: 王小菊)

(上接第 919 页)

- [15] ZENG G, LIN J, HE Y, *et al*. Diet-Related Inflammation is Associated with Malnutrition-Inflammation Markers in Maintenance Hemodialysis Patients: Results of a Cross-Sectional Study in China Using Dietary Inflammatory Index[J]. *Int J Gen Med*, 2022, 15: 3639-3650.
- [16] IKIZLER T A, BURROWES J D, BYHAM-GRAY L D, *et al*. KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in CKD: 2020 Update[J]. *Am J Kidney Dis*, 2020, 76(3 Suppl 1): S1-S107.
- [17] LI H, LONG Q, SHAO C, *et al*. Effect of short-term low-protein diet supplemented with keto acids on hyperphosphatemia in maintenance hemodialysis patients[J]. *Blood Purif*, 2011, 31(1-3): 33-40.
- [18] 张丹阳. 维持性血液透析患者贫血现状及影响贫血相关因素分析[D]. 郑州: 郑州大学, 2020.
- [19] 李梅, 黄楠, 杨春霞, 等. 影响长期维持性血液透析患者发生肾性贫血的危险因素分析[J]. *昆明医科大学学报*, 2019, 40(10): 125-130.
- [20] FEHR T, AMMANN P, GARZONI D, *et al*. Interpretation of erythropoietin levels in patients with various degrees of renal insufficiency and anemia[J]. *Kidney Int*, 2004, 66(3): 1206-1211.
- [21] AMDUR R L, FELDMAN H I, GUPTA J, *et al*. Inflammation and Progression of CKD: The CRIC Study[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2016, 11(9): 1546-1556.
- [22] 蒲正川, 冉玉力, 廖雪娇, 等. 单中心维持性血液透析患者透析充分性与肾性贫血的关系[J]. *甘肃医药*, 2018, 37(4): 330-332.
- [23] GANZ T. Anemia of Inflammation[J]. *N Engl J Med*, 2019, 381(12): 1148-1157.
- [24] BORAWSKI B, MALYSZKO J S, KWIATKOWSKA M, *et al*. Current Status of Renal Anemia Pharmacotherapy-What Can We Offer Today[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(18): 4149.
- [25] BABITT J L, EISENGA M F, HAASE V H, *et al*. Controversies in optimal anemia management: conclusions from a Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Conference[J]. *Kidney Int*, 2021, 99(6): 1280-1295.
- [26] PROVENZANO R, FISHBANE S, SZCZECHE L, *et al*. Pooled Analysis of Roxadustat for Anemia in Patients With Kidney Failure Incident to Dialysis [J]. *Kidney Int Rep*, 2020, 6(3): 613-623.

(收稿日期: 2023-04-23; 修回日期: 2023-08-21; 编辑: 王小菊)