

· 论著 ·

心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险预测列线图模型的构建及验证

扫描二维码
查看原文

涂光, 王能, 童随阳, 黄小密, 钱进

【摘要】 目的 构建心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险预测列线图模型, 并验证其有效性。方法 选取2020年1月至2022年1月湖北医药学院附属随州医院收治的心肌桥患者207例为研究对象。收集患者入院时临床资料, 包括性别、年龄、合并高血压情况、合并糖尿病情况、合并脑梗死情况、合并高脂血症情况、吸烟情况、饮酒情况、体质指数、实验室检查指标。患者均行冠状动脉造影检查, 根据患者是否合并冠状动脉硬化将其分为硬化组102例与非硬化组105例, 比较两组临床资料。采用多因素Logistic回归分析探讨心肌桥患者合并冠状动脉硬化的影响因素, 采用R 4.0.2软件和rms程序包构建心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险预测列线图模型; 采用Bootstrap法重复抽样1 000次, 计算一致性指数(CI), 绘制ROC曲线以评价该模型的区分度, 采用校准曲线和Hosmer-Lemeshow拟合优度检验评估其准确性, 绘制决策曲线以评价该列线图模型的临床有效性。**结果** 硬化组年龄、合并高血压者占比、合并糖尿病患者占比、合并高脂血症者占比、吸烟者占比、三酰甘油高于非硬化组, HDL-C低于非硬化组($P<0.05$)。多因素Logistic回归分析结果显示, 年龄、高血压、糖尿病、吸烟、HDL-C是心肌桥患者合并冠状动脉硬化的影响因素($P<0.05$)。基于上述影响因素构建心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险预测的列线图模型, 采用Bootstrap法重复抽样1 000次, 结果显示, CI为0.760; ROC曲线分析结果显示, 该列线图模型预测心肌桥患者合并冠状动脉硬化的曲线下面积为0.779 [95%CI (0.716, 0.842)]; 校准曲线分析结果显示, 该列线图模型预测心肌桥患者冠状动脉硬化发生率与实际发生率基本吻合; Hosmer-Lemeshow拟合优度检验结果显示, 该列线图模型预测心肌桥患者冠状动脉硬化发生率与实际发生率比较, 差异无统计学意义($\chi^2=1.920, P=0.383$); 决策曲线分析结果显示, 当该列线图模型预测心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险的概率阈值为0.10~0.73时, 患者的净获益率大于0。**结论** 年龄、高血压、糖尿病、吸烟、HDL-C是心肌桥患者合并冠状动脉硬化的影响因素, 基于以上因素构建的心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险预测列线图模型有助于早期发现伴有冠状动脉硬化高风险的心肌桥患者, 具有一定的预测价值及较好的准确性。

【关键词】 心肌桥; 动脉粥样硬化; 预测; 列线图

【中图分类号】 R 541.1 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2022.00.281

涂光, 王能, 童随阳, 等. 心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险预测列线图模型的构建及验证 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2022, 30 (10): 57-61. [www.syxnf.net]

TU G, WANG N, TONG S Y, et al. Construction and validation of nomogram model for predicting the risk of coronary atherosclerosis in patients with myocardial bridge [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2022, 30 (10): 57-61.

Construction and Validation of Nomogram Model for Predicting the Risk of Coronary Atherosclerosis in Patients with Myocardial Bridge

TU Guang, WANG Neng, TONG Suiyang, HUANG Xiaomi, QIAN Jin

Department of Cardiovascular Medicine, Suizhou Hospital, Hubei Medicine University, Suizhou 441300, China

Corresponding author: QIAN Jin, E-mail: qianjin7601@163.com

【Abstract】 Objective To construct a nomogram model for predicting the risk of coronary atherosclerosis in patients with myocardial bridge, and to verify its validity. **Methods** A total of 207 patients with myocardial bridge admitted to Suizhou Hospital, Hubei Medicine University from January 2020 to January 2022 were selected as the research objects. The clinical data of the patients at admission were collected, including gender, age, hypertension, diabetes mellitus, cerebral infarction, hyperlipidemia, smoking status, drinking status, body mass index, laboratory examination indexes. All the patients were examined by coronary angiography and were divided into 102 cases in sclerotic group and 105 cases in non sclerotic group according to the presence or absence of coronary atherosclerosis. Clinical data were compared between the two groups. Multivariate Logistic regression analysis was used to explore the influencing factors of coronary atherosclerosis in patients with myocardial bridge.

基金项目: 湖北省自然科学基金资助项目 (2020CFB179); 湖北省卫生健康委员会指导性项目 (WJ2019F133)

441300湖北省随州市, 湖北医药学院附属随州医院心血管内科

通信作者: 钱进, E-mail: qianjin7601@163.com

Based on the results of multivariate Logistic regression analysis, R 4.0.2 software and rms program package were used to construct a nomogram model for predicting the risk of coronary atherosclerosis in patients with myocardial bridge. The Bootstrap sampling method was used to repeat sampling 1 000 times, and the consistency index (*CI*) was calculated. The ROC curve was drawn to evaluate the discrimination of this model. The Hosmer–Lemeshow goodness-of-fit test was used to evaluate the consistency of the model, the decision curve was drawn to evaluate the clinical effectiveness of the model. **Results** Age, proportion of hypertension, proportion of diabetes, proportion of hyperlipidemia, proportion of smoking and triglyceride in sclerotic group were higher than those in non sclerotic group, and HDL-C was lower than that in non sclerotic group ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that age, hypertension, diabetes, smoking and HDL-C were influencing factors for coronary atherosclerosis in patients with myocardial bridge ($P < 0.05$). Bootstrap sampling method was used to repeat sampling 1 000 times, and the result showed that the *CI* was 0.760. The results of ROC curve analysis showed that the AUC of the model for predicting coronary atherosclerosis in patients with myocardial bridge was 0.779 [95%*CI* (0.716, 0.842)]. The Hosmer–Lemeshow goodness of fit showed that, there was no significant difference between the incidence of coronary atherosclerosis predicted by the model and the actual incidence of patients with myocardial bridge ($\chi^2=1.920, P=0.383$). The results of decision curve analysis showed that when the high risk threshold of the model for predicting the the risk of coronary atherosclerosis in patients with myocardial bridge was 0.10–0.73, the standardized net benefit of patients was greater than 0. **Conclusion** Age, hypertension, diabetes, smoking, and HDL-C are influencing factors for coronary atherosclerosis in patients with myocardial bridge. Based on the above factors, a nomogram model was developed to predict coronary atherosclerosis in patients with myocardial bridge, it can help to detect myocardial bridge patients with a high risk of coronary atherosclerosis early, which has certain predictive value and good accuracy.

【 Key words 】 Myocardial bridging; Atherosclerosis; Forecasting; Nomograms

心肌桥是一种先天解剖变异,因胚胎阶段冠状动脉发育异常所致^[1]。心肌桥被广泛认为是一项良性病变,且随着冠状动脉造影(coronary angiography, CAG)及计算机断层扫描技术的发展,心肌桥的检出率不断提高^[2]。大量研究表明,心肌桥与其近端动脉硬化发生发展密切相关,其能够加快近段血管腔内粥样斑块发展进程,从而引起心律失常、急性冠脉综合征甚至心肌梗死等严重不良事件^[3-5]。当前CAG是临床诊断冠状动脉硬化的“金标准”^[6],但其有创且存在相应的风险,故寻找一种能有效预测心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险的简便方式是非常有必要的。列线图模型可通过多因素Logistic回归分析筛选出的危险因素,精确地预测疾病发生情况^[7]。因此,本研究拟筛选心肌桥患者合并冠状动脉硬化的危险因素并构建其风险预测列线图模型,以期早期识别心肌桥合并冠状动脉硬化患者并制定针对性治疗策略。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取2020年1月至2022年1月湖北医药学院附属随州医院收治的心肌桥患者207例为研究对象,其中男111例,女96例;年龄32~77岁,平均(55.2±8.5)岁;合并高血压89例,合并糖尿病51例,合并脑梗死15例,合并高脂血症71例,吸烟65例,饮酒51例。纳入标准:(1)经CAG检查确诊为心肌桥,CAG检查显示冠状动脉出现收缩期压迫而舒张期压迫解除或部分解除的变化;(2)年龄≥18岁;(3)入院前未采用任何有关治疗;(4)临床资料齐全。排除标准:(1)合并严重肝、肾功能损伤者;(2)合并

原发性或继发性心肌病、中重度心脏瓣膜病者;(3)NYHA分级为Ⅲ、Ⅳ级者;(4)合并自身免疫性疾病、肿瘤、血液系统疾病、风湿病等者;(5)CAG检查明确存在冠状动脉主干及其重要分支动脉管腔狭窄≥50%者。本研究经湖北医药学院附属随州医院医学伦理委员会批准(医科伦审2019第12号)。

1.2 资料收集 收集患者入院时临床资料,包括性别、年龄、合并高血压情况、合并糖尿病情况、合并脑梗死情况、合并高脂血症情况、吸烟情况、饮酒情况、体质指数、实验室检查指标〔白细胞计数、红细胞计数、血小板计数、总胆红素、白蛋白、ALT、AST、尿素氮、血肌酐、尿酸、空腹血糖、总胆固醇、三酰甘油、HDL-C、LDL-C、左心室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)〕。

1.3 CAG检查 选取桡动脉或股动脉作为穿刺部位,应用标准Judkins技术行CAG检查。采取体位:正头位30°、左侧位30°+头位30°、右侧位30°+头位30°、右侧位30°、足位30°。根据CAG检查结果将患者分为硬化组102例与非硬化组105例。冠状动脉硬化诊断标准:CAG检查确定冠状动脉主要分支的管腔内发生粥样硬化病变,同时狭窄比例>25%。

1.4 统计学方法 采用SPSS 23.0和R 4.0.2统计学软件进行数据分析。计量资料符合正态分布且方差齐时采用($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用成组 t 检验;计量资料不符合正态分布以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,两组间比较采用秩和检验;计数资料以相对数表示,组间比较采用 χ^2 检验;采用多因素Logistic回归分析探讨心肌桥患者合

并冠状动脉硬化的影响因素,采用R 4.0.2软件和rms程序构建心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险预测列线图模型;采用Bootstrap法重复抽样1 000次,计算一致性指数(C-index, CI),绘制ROC曲线以评价该列线图模型的区分度,采用校准曲线和Hosmer-Lemeshow拟合优度检验评估其准确性,绘制决策曲线以评价该列线图模型的临床有效性。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床资料比较 两组性别、合并脑梗死者占比、饮酒者占比、体质指数、白细胞计数、红细胞计数、血小板计数、总胆红素、白蛋白、ALT、AST、尿素氮、血肌酐、血尿酸、空腹血糖、总胆固醇、LDL-C、LVEF比较,差异无统计学意义($P>0.05$);硬化组年龄、合并高血压者占比、合并糖尿病者占比、合并高脂血症者占比、吸烟者占比、三酰甘油高于非硬化组, HDL-C低于非硬化组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表1。

2.2 心肌桥患者合并冠状动脉硬化的影响因素分析 以是否合并冠状动脉硬化为因变量(赋值:否=0,是=1),以年龄(实测值)、高血压(赋值:无=0,有=1)、糖尿病(赋值:无=0,有=1)、高脂血症(赋值:无=0,有=1)、吸烟(赋值:无=0,有=1)、三酰甘油(实测值)、HDL-C(实测值)为自变量,进行多因素Logistic回归分析,结果显示,年龄、高血压、糖尿病、吸烟、HDL-C是心肌桥患者合并冠状动脉硬化的影响因素($P<0.05$),见表2。

2.3 心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险预测列线图模型的构建 基于多因素Logistic回归分析结果,将年龄、高血压、糖尿病、吸烟、HDL-C引入R 4.0.2软件,建立心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险预测列线图模型,见图1。采用Bootstrap法重复抽样1 000次,结果显示,CI为0.760;ROC曲线分析结果显示,该列线图模型预测心肌桥患者合并冠状动脉硬化的曲线下面积为0.779 [95%CI (0.716, 0.842)],见图2,提示该列线图模型具有中等区分度;校准曲线分析结果显示,该列线图模型预测心肌桥患者冠状动脉硬化发生率与实际发生率基本吻合,见图3;Hosmer-Lemeshow拟合优度检验结果显示,该列线图模型预测心肌桥患者冠状动脉硬化发生率与实际发生率比较,差异无统计学意义($\chi^2=1.920, P=0.383$)。决策曲线分析结果显示,当该列线图模型预测心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险的概率阈值为0.10~0.73时,患者的净获益率大于0,见图4。

3 讨论

心肌桥是一种比较常见的解剖学变异,其发生机制还未明确^[1]。大多数心肌桥为良性病变,预后大多较

表1 两组临床资料比较

Table 1 Comparison of clinical data between the two groups

项目	硬化组 (n=102)	非硬化组 (n=105)	检验统计量值	P值
性别(男/女)	57/45	54/51	0.413 ^a	0.521
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	57.4 ± 8.8	53.1 ± 7.7	3.741 ^b	<0.001
高血压[n(%)]	56(45.9)	33(31.4)	11.632 ^a	0.001
糖尿病[n(%)]	36(35.3)	15(14.3)	12.298 ^a	<0.001
脑梗死[n(%)]	10(9.8)	5(4.8)	1.957 ^a	0.162
高脂血症[n(%)]	47(46.1)	24(22.9)	12.380 ^a	<0.001
吸烟[n(%)]	42(41.2)	23(21.9)	8.921 ^a	0.003
饮酒[n(%)]	27(26.5)	24(22.9)	0.364 ^a	0.546
体质指数($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	23.6 ± 2.0	23.4 ± 2.0	1.020 ^b	0.309
白细胞计数 ($\bar{x} \pm s$, × 10 ⁹ /L)	5.92 ± 1.08	5.60 ± 1.53	1.691 ^b	0.092
红细胞计数 ($\bar{x} \pm s$, × 10 ¹² /L)	4.39 ± 0.46	4.33 ± 0.45	0.953 ^b	0.342
血小板计数 ($\bar{x} \pm s$, × 10 ⁹ /L)	183 ± 52	174 ± 46	1.228 ^b	0.221
总胆红素 [M(P ₂₅ , P ₇₅), μmol/L]	12.80 (10.25, 15.80)	13.50 (10.70, 16.70)	-0.773 ^c	0.440
白蛋白($\bar{x} \pm s$, g/L)	42.48 ± 2.73	42.35 ± 3.94	0.289 ^b	0.773
ALT($\bar{x} \pm s$, U/L)	25 ± 11	24 ± 14	0.680 ^b	0.497
AST [M(P ₂₅ , P ₇₅), U/L]	24(20, 29)	23(20, 31)	-0.423 ^c	0.672
尿素氮($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	5.72 ± 1.83	5.50 ± 2.05	0.807 ^b	0.420
血肌酐($\bar{x} \pm s$, μmol/L)	63.26 ± 16.66	63.27 ± 16.32	-0.007 ^b	0.995
血尿酸 [M(P ₂₅ , P ₇₅), μmol/L]	316 (239, 288)	306 (269, 369)	0.201 ^c	0.841
空腹血糖($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	5.69 ± 1.00	5.47 ± 1.21	1.404 ^b	0.162
总胆固醇($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	4.48 ± 0.50	4.40 ± 0.49	1.250 ^b	0.213
三酰甘油($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	1.70 ± 1.00	1.44 ± 0.56	2.305 ^b	0.022
HDL-C($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	1.04 ± 0.25	1.17 ± 0.27	-3.624 ^b	<0.001
LDL-C($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	2.72 ± 0.57	2.64 ± 0.54	1.076 ^b	0.283
LVEF($\bar{x} \pm s$, %)	60.7 ± 1.6	60.3 ± 2.0	1.499 ^b	0.135

注: LVEF=左心室射血分数; ^a表示 χ^2 值, ^b表示t值, ^c表示Z值

表2 心肌桥患者合并冠状动脉硬化的多因素Logistic回归分析结果
Table 2 Multivariate Logistic regression analysis of influencing factors of coronary atherosclerosis in patients with myocardial bridge

变量	β	SE	Wald χ^2 值	P值	OR值	95%CI
年龄	0.054	0.020	7.108	0.008	1.055	(1.014, 1.098)
高血压	0.763	0.326	5.467	0.019	2.144	(1.131, 4.065)
糖尿病	1.043	0.399	6.836	0.009	2.839	(1.299, 6.207)
吸烟	1.056	0.360	8.620	0.003	2.876	(1.421, 5.821)
HDL-C	-1.635	0.647	6.398	0.011	0.195	(0.055, 0.692)

为理想,但临床上因心肌桥引起的心血管不良事件也较多^[8]。心肌桥在前降支中段的发生率较高,尸检病理研究发现,心肌桥近端动脉硬化发生率高达86%,而未

检出心肌桥远端动脉硬化的发生^[9]。ISHIKAWA等^[10]研究认为, 心肌桥导致的心肌缺血不仅与收缩期的机械性压迫有关, 还可能引起冠状动脉硬化, 进而使心肌缺

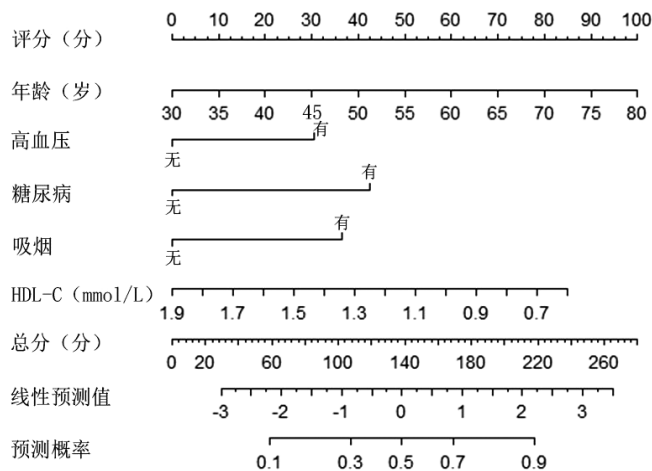


图1 心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险预测列线图模型

Figure 1 Nomogram model for predicting the risk of coronary atherosclerosis in patients with myocardial bridge

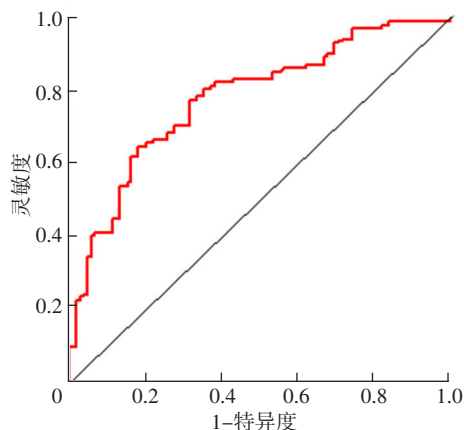


图2 列线图模型预测心肌桥患者合并冠状动脉硬化的ROC曲线

Figure 2 ROC curve of the nomogram model for predicting the coronary atherosclerosis in patients with myocardial bridge

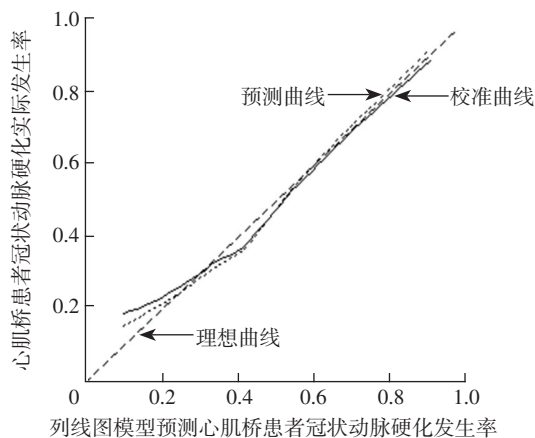


图3 列线图模型预测心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险的校准曲线

Figure 3 Calibration curve of the nomogram model for predicting the risk of coronary atherosclerosis in patients with myocardial bridge

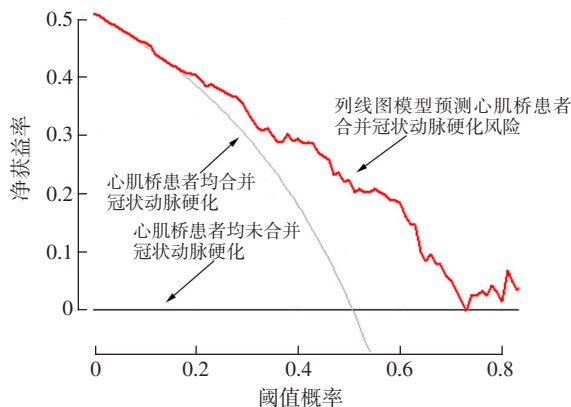


图4 心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险预测列线图模型的决策曲线

Figure 4 Decision curve of the nomogram model for predicting the risk of coronary atherosclerosis in patients with myocardial bridge

血加剧, 当心肌桥与动脉硬化同时存在时, 会增加患者急性冠脉综合征的发生风险, 更容易发生急性心肌梗死等严重心血管事件。

当前CAG是临床诊断冠状动脉硬化的“金标准”^[6], 其为有创操作, 患者可能出现对比剂过敏及肾脏损伤, 且费用偏高, 因此寻找一种无创、简便、廉价的方式来筛选冠状动脉硬化患者是非常有必要的。列线图模型具有简便、直观等特点, 已成为国内外学者研究的热点^[11], 而心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险预测列线图模型的报道很少。本研究旨在构建心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险预测列线图模型, 为心肌桥合并冠状动脉硬化患者的精准医学提供更加科学、直观的依据, 具有临床应用价值。

本研究根据既往研究显示的心肌桥患者合并冠状动脉硬化的影响因素和实际临床情况, 比较全面地筛选出心肌桥患者合并冠状动脉硬化的可能影响因素, 多因素Logistic回归分析结果显示, 年龄、高血压、糖尿病、吸烟、HDL-C是其独立影响因素, 与既往研究结果^[12]一致。张刚等^[13]研究发现, 高龄是心肌桥近端动脉硬化的独立危险因素, 随着年龄增长血管的氧化应激相应增强, 由血管内皮产生的促动脉硬化表型同步上升。SHENOUDA等^[14]研究发现, 高血压、糖尿病是动脉硬化的危险因素, 血压升高时动脉内皮细胞的“剪应力”损伤增加, 这促进了动脉硬化的发生及发展; 高血糖环境能诱导氧化应激, 致使血管内皮受损、血管内膜增厚, 使血管平滑肌增生, 加剧动脉硬化。吴庆法等^[15]研究认为, 吸烟与心肌桥患者合并动脉硬化高度相关, 可能与吸烟能够增强氧化应激及触发炎症反应, 同时可直接损伤血管内皮功能, 与动脉硬化的加速形成密切相关。甘钰正等^[16]研究显示, HDL-C升高是冠状动脉硬化的独立保护因素, HDL-C具有抗氧化损伤、抗炎性反应、抗血栓形成等特性, 其水平降低会加速动脉硬化进程。

本研究基于多因素Logistic回归分析结果,构建了心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险预测列线图模型,采用Bootstrap法重复抽样1 000次,计算CI,绘制ROC曲线以评价该模型的区分度,采用校准曲线和Hosmer-Lemeshow拟合优度检验评估其准确性,结果显示,该列线图模型在区分度及预测效能均良好。

综上所述,年龄、高血压、糖尿病、吸烟、HDL-C是心肌桥患者合并冠状动脉硬化的影响因素,基于以上因素构建的心肌桥患者合并冠状动脉硬化风险预测列线图模型有助于临床工作者早期识别冠状动脉硬化高风险的心肌桥患者,从而更加精准、迅速地制定针对性的治疗策略,有效预防和降低心肌梗死、心源性猝死等严重心血管不良事件的发生率,也为心肌桥患者合并冠状动脉硬化的预防提供了新的方向。但本研究样本量较小,为单中心研究,结果可能存在一定偏倚,此外模型的验证也不够充分,后期还需要增加其他中心样本以完善外部验证。

作者贡献:涂光进行文章的构思与设计,撰写论文;黄小密进行数据收集;童随阳进行数据整理;涂光、王能进行论文的修订;钱进负责文章的质量控制,对文章整体负责、监督管理。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] STERNHEIM D, POWER D A, SAMTANI R, et al. Myocardial bridging: diagnosis, functional assessment, and management: JACC state-of-the-art review [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2021, 78 (22): 2196-2212. DOI: 10.1016/j.jacc.2021.09.859.
- [2] ZERBO S, LANZARONE A, RAIMONDI M, et al. Myocardial bridge pathology and preventable accidents during physical activity of healthy subjects: a case report and a literature review [J]. *Med Leg J*, 2020, 88 (4): 209-214. DOI: 10.1177/0025817220923638.
- [3] PARGAONKAR V S, KIMURA T, KAMEDA R, et al. Invasive assessment of myocardial bridging in patients with angina and no obstructive coronary artery disease [J]. *EuroIntervention*, 2021, 16 (13): 1070-1078. DOI: 10.4244/EIJ-D-20-00779.
- [4] MATTA A, CANITROT R, NADER V, et al. Left anterior descending myocardial bridge: angiographic prevalence and its association to atherosclerosis [J]. *Indian Heart J*, 2021, 73 (4): 429-433. DOI: 10.1016/j.ihj.2021.01.018.
- [5] LIN C C, LAI C H, LIN W S, et al. Severe myocardial bridge presenting as paroxysmal atrioventricular block [J]. *J Postgrad Med*, 2021, 67 (3): 171-173. DOI: 10.4103/jpgm.JPGM_1027_20.
- [6] JCS Joint Working Group. Guidelines for diagnosis and treatment of patients with vasospastic angina (Coronary Spastic Angina) (JCS 2013) [J]. *Circ J*, 2014, 78 (11): 2779-2801. DOI: 10.1253/circj.cj-66-0098.
- [7] 张萌, 许艳, 郑红艳. 急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入术后1年内再入院风险预测列线图模型构建与评估 [J]. *实用心脑血管病杂志*, 2022, 30 (3): 17-21. DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2022.00.058.
- [8] CHEN W Q, XIA C F, ZHENG R S, et al. Disparities by Province, age, and sex in site-specific cancer burden attributable to 23 potentially modifiable risk factors in China: a comparative risk assessment [J]. *Lancet Glob Health*, 2019, 7 (2): e257-269. DOI: 10.1016/S2214-109X(18)30488-1.
- [9] MARK D B, BERMAN D S, BUDOFF M J, et al. ACCF/ACR/AHA/NASCI/SAIP/SCAI/SCCT 2010 expert consensus document on coronary computed tomographic angiography: a report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2010, 76 (2): E1-42. DOI: 10.1002/ccd.22495.
- [10] ISHIKAWA Y, AKASAKA Y, SUZUKI K, et al. Anatomic properties of myocardial bridge predisposing to myocardial infarction [J]. *Circulation*, 2009, 120 (5): 376-383. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.820720.
- [11] 侯秀杰, 辛国勇. 心肌桥患者合并冠状动脉痉挛风险预测列线图模型构建研究 [J]. *实用心脑血管病杂志*, 2021, 29 (10): 47-52. DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2021.00.227.
- [12] 张妹. 冠状动脉心肌桥与动脉粥样硬化关系及相关影响因素的回顾性研究 [D]. 青岛: 青岛大学, 2021.
- [13] 张刚, 桂鸣, 唐立钧, 等. 冠状动脉前降支心肌桥近端粥样硬化狭窄的危险因素 [J]. *中华高血压杂志*, 2012, 20 (10): 975-978. DOI: 10.16439/j.cnki.1673-7245.2012.10.020.
- [14] SHENOUDA R, VANCHERI S, MARIA BASSI E, et al. The relationship between carotid and coronary calcification in patients with coronary artery disease [J]. *Clin Physiol Funct Imaging*, 2021, 41 (3): 271-280. DOI: 10.1111/cpf.12694.
- [15] 吴庆法, 李庆军, 李泽林, 等. 心肌桥并发冠状动脉粥样硬化、缺血发作的Logistic多因素分析 [J]. *岭南心脑血管病杂志*, 2019, 25 (2): 159-162. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9688.2019.02.09.
- [16] 甘钰正, 顾俊, 殷兆芳, 等. 餐后血脂水平与冠状动脉粥样硬化发生发展的关系 [J]. *心血管康复医学杂志*, 2022, 31 (1): 6-11. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0074.2022.01.02.

(收稿日期: 2022-07-01; 修回日期: 2022-09-02)

(本文编辑: 陈素芳)