

· 临床研究 ·

## 列线图对老年人患 2 型糖尿病风险的预测作用

傅晓敏<sup>1</sup>, 柳洪宙<sup>2,3</sup>, 谷昭艳<sup>2,3</sup>, 刘静<sup>1</sup>, 杨华<sup>4</sup>, 李楠<sup>2,3</sup>, 苗新宇<sup>2,3</sup>, 马丽超<sup>2,3</sup>, 方福生<sup>2,3</sup>, 田慧<sup>2,3</sup>, 闫双通<sup>2,3\*</sup>

(中国人民解放军总医院第一医学中心:<sup>1</sup> 干部诊疗科,<sup>4</sup> 门诊部,北京 100853;<sup>2</sup> 中国人民解放军总医院第二医学中心内分泌科,北京 100853;<sup>3</sup> 中国人民解放军总医院国家老年疾病临床研究中心,北京 100853)

**【摘要】目的** 探讨列线图对老年人 5 年和 7 年 2 型糖尿病(T2DM)发病率的预测作用。**方法** 本研究提取 dryad 网站公布的某体检中心于 2004 年至 2015 年参加体检项目的个人病例数据,最终纳入在基线检查时无 T2DM 的老年人 712 名,随访时间为 5 年和 7 年。根据随访结束时是否诊断为 T2DM,将所有参与者分成 2 组,其中未患糖尿病组老年人 679 名,患糖尿病组老年人 33 名。比较 2 组人群的人口统计学和临床特征。分别采用单变量和多变量 Cox 回归分析用于确定独立危险因素。根据 Cox 回归多变量分析结果,构建列线图预测中国老年人 T2DM 的 5 年和 7 年的发病率。采用受试者工作特征(ROC)曲线和 C 指数评估模型的区分度,采用校准曲线评估模型的校准度。采用 R 软件(4.2.0)进行分析,基于多变量预测模型生成列线图(<http://www.r-project.org/>)。根据数据类型,组间比较分别采用 *t* 检验、Kruskal-Wallis 秩和检验及  $\chi^2$  检验。**结果** 2 组人群在空腹血糖(FBG)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇、糖化血红蛋白(HbA1c)及谷丙转氨酶(ALT)方面比较,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。将参与者进行 Cox 回归多变量分析后,结合既往研究,最终将性别、年龄、体质量指数、ALT、TG、HbA1c、FBG 纳入列线图。5 年 T2DM 发病风险列线图 ROC 曲线下面积为 0.905,7 年 T2DM 发病风险列线图 ROC 曲线下面积为 0.835,C 指数为 0.850(95%CI 0.772~0.929),表明模型具有较好的区分度。校准曲线表明,估计概率与实际观测结果之间具有良好的一致性。**结论** 本研究的列线图是一个简单可靠的工具,用于预测中国老年人患 T2DM 的 5 年和 7 年风险。通过该模型,早期识别高危人群有助于及时干预,可降低 T2DM 的发病率。

**【关键词】** 糖尿病,2 型;列线图;危险因素;C 指数

**【中图分类号】** R587.1

**【文献标志码】** A

**【DOI】** 10.11915/j.issn.1671-5403.2023.04.056

## Nomogram for risk prediction of type 2 diabetes in the elderly

Fu Xiaomin<sup>1</sup>, Liu Hongzhou<sup>2,3</sup>, Gu Zhaoyan<sup>2,3</sup>, Liu Jing<sup>1</sup>, Yang Hua<sup>4</sup>, Li Nan<sup>2,3</sup>, Miao Xinyu<sup>2,3</sup>, Ma Lichao<sup>2,3</sup>, Fang Fusheng<sup>2,3</sup>, Tian Hui<sup>2,3</sup>, Yan Shuangtong<sup>2,3\*</sup>

(<sup>1</sup>Clinics of Cadre, <sup>4</sup>Outpatient Department, First Medical Center, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China;

<sup>2</sup>Department of Endocrinology, Second Medical Center, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China; <sup>3</sup>National Clinical Research Center for Geriatric Diseases, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China)

**【Abstract】 Objective** To explore the predictive ability of nomogram for the incidence of type 2 diabetes mellitus (T2DM) in the elderly for 5 and 7 years. **Methods** This study was based on the data published by the Dryad website of individuals who underwent physical examination in a physical examination center from 2004 to 2015. Finally 712 elderly people without T2DM were enrolled at the baseline, with a follow-up period of 5 and 7 years. According to the T2DM diagnosis at the end of follow-up, all participants were divided into diabetes group ( $n=679$ ) and non-diabetes group ( $n=33$ ). The two groups were compared in the demographic and clinical characteristics. Univariate and multivariate Cox regression analysis were used to determine independent risk factors. Based on the findings of Cox regression multivariable analysis, a nomogram was constructed to predict the 5- and 7-year incidence of T2DM in the elderly in China. The receiver operating characteristic (ROC) curve and the concordance index were used to evaluate the differentiation of the model, and the calibration curve was used to evaluate the calibration of the nomogram model. R software was used for statistical analysis, nomogram (4.2.0) was generated based on multivariate prediction model(<http://www.r-project.org/>). Data comparison between two groups was performed using *t* test, Kruskal-Wallis rank sum test or  $\chi^2$  test depending on data type. **Results** There were statistically

收稿日期: 2022-09-16; 接受日期: 2022-11-29

柳洪宙,为共同第一作者

通信作者: 闫双通, E-mail: yanshuangtong@301hospital.com.cn

significant differences in fasting blood glucose (FBG), triglyceride (TG), high-density lipoprotein cholesterol, glycosylated hemoglobin A1c (HbA1c) and alanine aminotransferase (ALT) between the two groups ( $P < 0.05$  for all). According to Cox regression multivariable analysis of the participants and previous studies, gender, age, body mass index, ALT, TG, HbA1c, FBG were finally included in the nomogram. The area under the ROC curve (AUC) for 5-year was 0.905, and for 7-year was 0.835. The concordance index was 0.850 (95% CI 0.772-0.929), indicating a good discrimination of the model. The calibration curve showed good consistency between the estimated probability and the actual result. **Conclusion** Our nomogram is a simple and reliable tool for predicting the 5- and 7-year risk of T2DM in the elderly in China. Using this model, early identification of high-risk groups helps to timely intervene and reduce the incidence of T2DM.

**【Key words】** diabetes mellitus, type 2; nomogram; risk factor; concordance index

Corresponding author: Yan Shuangtong, E-mail: yanshuangtong@301hospital.com.cn

2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)是由以高血糖为特征的代谢紊乱,主要因为胰岛素相对缺乏和胰岛素抵抗引起的疾病<sup>[1]</sup>,其对人类健康具有显著的负面影响<sup>[2]</sup>。根据国际糖尿病联盟的数据,2019年全球共有糖尿病患者近4.63亿,其中约四分之一(1.298亿)在中国<sup>[3]</sup>。早期识别有T2DM风险的个体很重要,因为早期干预可以减缓T2DM的进展并防止并发症的发生<sup>[2,4,5]</sup>。中国正在步入老年社会,老年T2DM患者的数量不断增加,故研究老年人群的T2DM的发病特点尤其重要。但是既往的研究大多是研究单一的危险因素与T2DM的关系,研究一种危险因素是否发生或每升高一个单位,T2DM的发病率增加多少,无法综合多种危险因素。近年来,有专家开始用列线图来综合多种危险因素来预测T2DM的发病风险。列线图是一种图形工具,旨在近似快速复杂的计算,并且是描述个体预后或临床事件风险的可行工具<sup>[6]</sup>。目前大多数糖尿病风险预测模型都是基于西方人群<sup>[7]</sup>,但基于其他种族的糖尿病风险预测模型可能不适用于中国人群。所以本研究使用列线图开发了一个简单的预测工具来评估中国老年人群在未来5和7年内T2DM的发病率,以帮助临床医师对于高危人群可以早期干预,并预防T2DM及其并发症的发生。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

研究提取dryad网站公布的某体检中心于2004年至2015年参加体检项目个人病例的数据<sup>[8]</sup>。纳入标准:在2004年至2015年体检至少2次。排除标准:(1)身高、体质量信息缺失,性别,极端体质量指数(body mass index, BMI)值( $< 15 \text{ kg/m}^2$ 或 $> 55 \text{ kg/m}^2$ )或空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)值缺失的参与者;(2)基线时诊断为T2DM的参与者和随访时未确定是否患T2DM的人群;(3)年

龄 $< 60$ 岁。最终712名参与者被纳入分析。本研究经中国人民解放军总医院伦理委员会批准(批准文号:S2015-038-01)。

### 1.2 方法

采用标准化的问卷来获取所有参与者的病史和生活方式因素,包括吸烟和饮酒习惯以及体育锻炼情况。通过询问参与者上个月每周饮酒的类型和数量来评估饮酒量,然后估计每周的平均乙醇摄入量。根据饮酒情况将参与者分为4类:不饮酒或少量饮酒, $0 \sim < 40 \text{ g/周}$ ;轻度饮酒, $40 \sim < 140 \text{ g/周}$ ;中度饮酒, $140 \sim < 280 \text{ g/周}$ ;或大量饮酒, $\geq 280 \text{ g/周}$ <sup>[9]</sup>。根据吸烟状况将参与者分为3类:非吸烟者定义为从不吸烟的参与者,曾经吸烟者定义为过去吸烟但在基线访问前戒烟的参与者,当前吸烟者定义为在基线访问时吸烟的参与者。本研究调查了参与者的体育锻炼情况,并且将定期锻炼定义为定期进行任何类型运动 $> 1$ 次/周的参与者<sup>[10]</sup>。诊断T2DM的定义为糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin A1c, HbA1c) $\geq 6.5\%$ ,FBG $\geq 7 \text{ mmol/L}$ <sup>[11]</sup>或自述有T2DM。

根据随访结束时是否诊断为T2DM,将所有参与者分成2组,其中未患糖尿病组老年人679名,患糖尿病组老年人33名。比较2组人群的人口统计学和临床特征。

BMI以 $24 \text{ kg/m}^2$ 为切点分成2组, $< 24 \text{ kg/m}^2$ 赋值为0,否则赋值为1,将BMI以二分类变量的形式代入模型。先采用Cox比例风险模型进行单因素分析并计算每个变量的HR值,然后筛选 $P < 0.05$ 的变量,再结合临床上常用的危险因素及其他文献报道的危险因素,纳入多因素模型,得到最优拟合模型,其中甘油三酯(triglyceride, TG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)和高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)由于多重共线性,只纳入TG变量,并绘制列线图。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线和C指数评估模型的区分度,用校准曲线评估模型的校

准度和临床实用度。区分度是指模型正确判断是否发生终点事件的能力,可以通过计算 ROC 曲线下面积和 C 指数来量化;面积和 C 指数越大,模型区分是否发生终点事件的能力越强。校准度指的是结局实际发生的概率和模型预测出的概率之间的一致性,体现了一个模型对绝对风险预测的准确性。

### 1.3 统计学处理

采用 R 软件(4.2.0)使用进行分析,基于多变量预测模型生成列线图(<http://www.r-project.org/>)。符合正态分布的计量资料用均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,采用独立样本 *t* 检验;非正态分布的计量资料,用中位数(四分位数间距) [ $M(Q_1, Q_3)$ ] 表示,采用 Kruskal-Wallis 秩和检验。计数资料用例数(百分率)表示,采用  $\chi^2$  检验。采用 Cox 回归风险模型进行单变量和多变量分析的风险因素分析。多变量分析中包括单变量分析统计显著性的变量以及文献中报道的 T2DM 的危险因素。*P* 值为双侧检验, $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 研究人群的特征

2 组老年人在年龄、性别、BMI、血压(blood pressure, BP)、腰围、TC、天门冬氨酸氨基转移酶(aspartate aminotransferase, AST)、是否体育锻炼、谷氨酰转肽酶(glutamyl transpeptidase, GGT)及是否抽烟及饮酒等临床特征方面比较,差异均无统计学意义;在 FBG、TG、HDL-C、糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin A1c, HbA1c)及丙氨酸氨基转移酶(alanine aminotransferase, ALT)方面比较,差异均有统计学意义(均  $P<0.05$ ;表 1)。

### 2.2 影响预后的危险因素

各变量单因素与多因素 Cox 比例风险回归模型结果如下,ALT、HDL-C、TG、HbA1c、FBG 是 T2DM 的重要危险因素( $P<0.05$ ;表 2)。此外,性别、年龄、BMI 也是 T2DM 的危险因素,HDL 和 TG 相对而言,TG 的危险更大一些,故最终我们将性别、年龄、BMI、ALT、TG、HbA1c、FBG 上述 7 个危险因素进一步构建列线图。

### 2.3 列线图的建立

基于上述的 7 个危险因素,构建中国老年人群 5 年和 7 年 T2DM 的发病风险的列线图。通过计算研究对象每个危险因素对应的评分,可计算出总分,根据总分可以看出对应 5 年和 7 年 T2DM 的发病风险(图 1)。

表 1 2 组纳入人群人口学特征及临床基线资料比较

Table 1 Comparison of demographic characteristics and clinical baseline data between two groups

Item	Non-T2DM group ( <i>n</i> =679)	T2DM group ( <i>n</i> =33)	<i>P</i> value
Age(years, $\bar{x}\pm s$ )	63.48 $\pm$ 3.61	63.94 $\pm$ 4.26	0.48
Gender[ <i>n</i> (%)]			0.36
Male	451(66.4)	25(75.8)	
Female	228(33.6)	8(24.2)	
BMI(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x}\pm s$ )	22.15 $\pm$ 2.61	22.58 $\pm$ 2.33	0.35
SBP(mmHg, $\bar{x}\pm s$ )	121.59 $\pm$ 15.33	119.36 $\pm$ 11.75	0.41
DBP(mmHg, $\bar{x}\pm s$ )	75.98 $\pm$ 9.95	74.00 $\pm$ 7.32	0.26
FBG(mmol/L, $\bar{x}\pm s$ )	5.30 $\pm$ 0.40	5.58 $\pm$ 0.48	<0.01
WC(cm, $\bar{x}\pm s$ )	78.40 $\pm$ 8.31	79.83 $\pm$ 7.28	0.33
TG(mmol/L, $\bar{x}\pm s$ )	1.03 $\pm$ 0.70	1.33 $\pm$ 0.90	0.02
TC(mmol/L, $\bar{x}\pm s$ )	5.44 $\pm$ 0.84	5.25 $\pm$ 0.78	0.22
HDL-C(mmol/L, $\bar{x}\pm s$ )	1.44 $\pm$ 0.41	1.20 $\pm$ 0.34	<0.01
HbA1c(%, $\bar{x}\pm s$ )	5.32 $\pm$ 0.32	5.71 $\pm$ 0.33	<0.01
ALT(mmol/L, $\bar{x}\pm s$ )	18.94 $\pm$ 8.03	26.52 $\pm$ 22.00	<0.01
AST(mmol/L, $\bar{x}\pm s$ )	20.23 $\pm$ 6.32	22.33 $\pm$ 9.09	0.07
Excise[ <i>n</i> (%)]	229(33.7)	7(21.2)	0.19
GGT(mmol/L, $\bar{x}\pm s$ )	21.92 $\pm$ 18.36	26.79 $\pm$ 17.29	0.14
Drinking[ <i>n</i> (%)]			0.37
Never	458(67.5)	21(63.6)	
Light	95(14.0)	4(12.1)	
Moderate	92(13.5)	4(12.1)	
Severe	34(5.0)	4(12.1)	
Smoking[ <i>n</i> (%)]			0.10
Never	338(49.8)	15(45.5)	
Previous	230(33.9)	8(24.2)	
Current	111(16.3)	10(30.3)	

T2DM: type 2 diabetes mellitus; BMI: body mass index; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; FBG: fasting blood glucose; WC: waist circumference; TG: triglyceride; TC: total cholesterol; HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol; HbA1c: glycosylated hemoglobin A1c; ALT: alanine aminotransferase; AST: aspartate aminotransferase; GGT: glutamyl transpeptidase.

### 2.4 列线图的区分度和校准度

2.4.1 列线图的区分度 5 年 T2DM 发病风险列线图 ROC 曲线下面积为 0.905,7 年的 ROC 曲线下面积为 0.835(图 2);C 指数为 0.850(95% CI 0.772~0.929),表明模型具有较好的区分度。

2.4.2 列线图的校准度 5 年和 7 年 T2DM 发病风险的校准曲线均接近图中的虚线,表明预测的可能性与实际观察值之间具有极好的一致性(图 3)。这些结果表明,此列线图可以准确预测中国老年人群中 T2DM 的 5 年和 7 年的发病率。

表2 根据单因素与多因素 Cox 比例风险回归模型进行 T2DM 风险预测

Table 2 T2DM risk prediction based on Cox proportional hazard regression model

Factor	Univariate analysis			Multivariate analysis		
	HR	95%CI	P value	HR	95%CI	P value
Gender	1.35	0.61-3.01	0.46	0.64	0.27-1.52	0.31
Age	1.04	0.95-1.14	0.41	1.16	0.79-1.71	0.45
BMI	1.07	0.94-1.22	0.32	0.97	0.58-1.62	0.92
WC	1.02	0.98-1.06	0.34	-	-	-
ALT	1.03	1.01-1.04	<0.01	1.05	0.94-1.19	0.38
AST	1.04	1.00-1.09	0.07	-	-	-
Exercise	0.53	0.23-1.23	0.14	-	-	-
GGT	1.01	1.00-1.02	0.22	-	-	-
HDL-C	0.20	0.07-0.61	0.01	-	-	-
TC	0.81	0.53-1.23	<0.01	-	-	-
TG	1.38	1.01-1.88	0.04	1.12	0.89-1.42	0.33
HbA1c	52.15	15.54-174.94	<0.01	5.21	2.87-9.43	<0.01
FBG	6.87	2.59-18.25	<0.01	1.41	0.78-2.53	0.25
SBP	1.00	0.97-1.02	0.67	-	-	-
DBP	0.98	0.95-1.02	0.38	-	-	-

BMI: body mass index; WC: waist circumference; ALT: alanine aminotransferase; AST: aspartate aminotransferase; GGT: glutamyl transpeptidase; HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol; TC: total cholesterol; TG: triglyceride; HbA1c: glycosylated hemoglobin A1c; FBG: fasting blood glucose; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure. -: no datum.

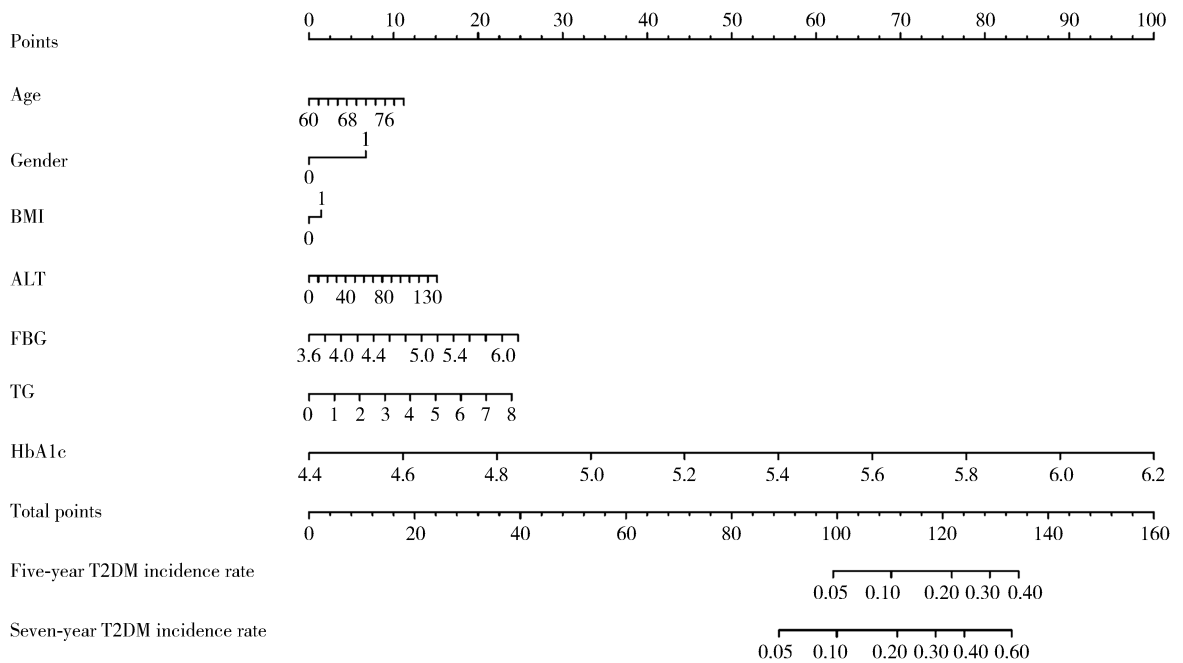


图1 中国老年人群 2 型糖尿病 5 年和 7 年发病率的列线图模型

Figure 1 Nomograph model of 5-year and 7-year incidence rate of T2DM in Chinese elderly population

T2DM: type 2 diabetes mellitus; BMI: body mass index; ALT: alanine aminotransferase; FBG: fasting blood glucose; TG: triglyceride; HbA1c: glycosylated hemoglobin A1c.

### 3 讨论

本研究基于公共数据库,开发了一种新的列线图,用于使用简单且易于获得的变量筛查老年人群患 T2DM 的风险。危险因素包括年龄、性别、BMI、ALT、TG、HbA1c 和 FBG。5 年 T2DM 发病风险列线图 ROC 曲线下面积是 0.905,7 年 T2DM 发病风险列线图 ROC 曲线下面积是 0.835,模型的 C 指数为

0.850,因此,该模型可以应用于老年糖尿病的无创预测,而无需昂贵的实验室检测,特别是在流行病学风险高、社会经济地位低的地区。

在糖尿病危险因素研究方面,有研究人员利用 2010 年全国横断面调查数据进行研究,发现糖尿病的危险因素为年龄、性别、吸烟、超重、肥胖、血脂异常、心率、TG 升高和收缩压升高<sup>[12]</sup>。其他国家已经开发了糖尿病筛查工具。美国糖尿病协会(American

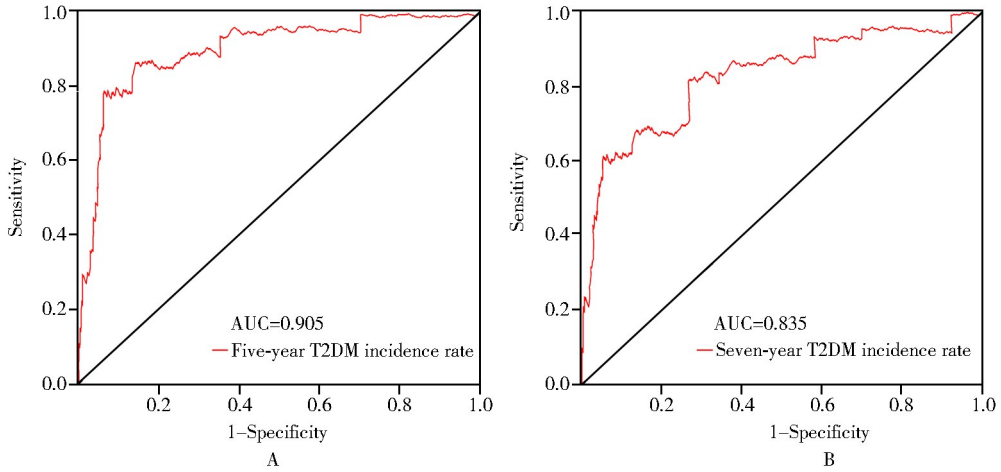


图2 预测5年和7年T2DM发病风险列线图模型的ROC曲线

Figure 2 ROC curve of nomogram for predicting the five-year and seven-year T2DM incidence risk  
A: ROC curve of nomogram for predicting the five-year T2DM incidence rate; B: ROC curve of nomogram for predicting the seven-year T2DM incidence rate. ROC: receiver operating characteristic; T2DM: type 2 diabetes mellitus.

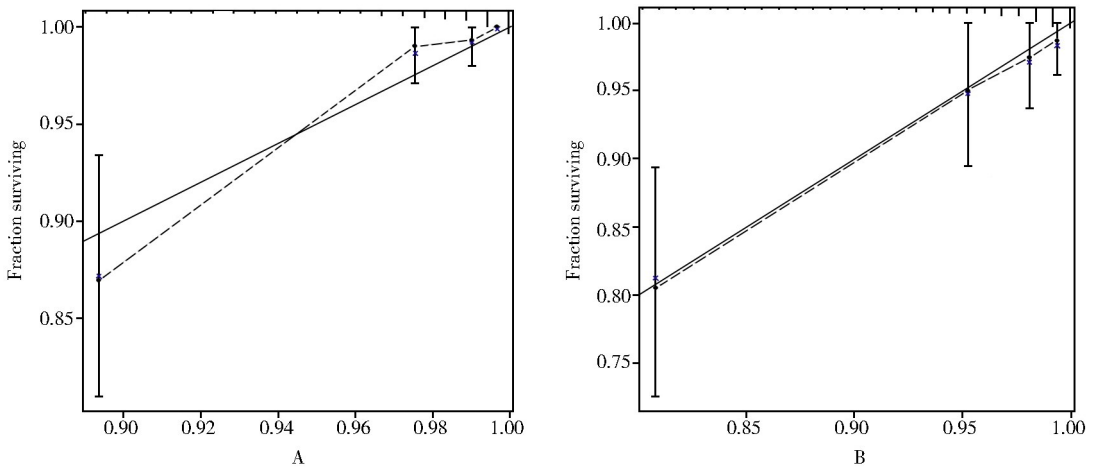


图3 预测5年和7年T2DM发病风险列线图模型的校准曲线图

Figure 3 Calibration curve of nomogram for predicting the five-year and seven-year T2DM incidence risk  
A: calibration curve of nomogram for predicting the five-year T2DM incidence rate; B: calibration curve of nomogram for predicting the seven-year T2DM incidence rate. T2DM: type 2 diabetes mellitus.

Diabetes Association, ADA)提供了一种简单的“T2DM 风险测试”,该测试使用年龄、性别、糖尿病家族史、高血压、体力活动和体质量状况来评估普通人群的糖尿病风险<sup>[13]</sup>。本研究纳入列线图的危险因素参考了上述的文献,但本研究主要针对老年人群。同时,本研究的另一个优势是使用列线图,可以直接显示不同人群的糖尿病风险程度。在列线图糖尿病风险预测方面,韩国研究者通过国民健康和营养调查数据建立了列线图糖尿病风险预测模型,显示年龄、血脂异常、心血管疾病、糖尿病家族史、腹型肥胖、高血压、男性、吸烟情况、低教育水平和低收入是风险糖尿病的因素<sup>[14]</sup>。但许多变量仅分为有和无两类,未能反映频率和数量对疾病的影响,损失了许多信息。

本研究的预测模型包括年龄、性别、BMI、ALT、FBG、TG 和 HbA1c,这些被确定为 T2DM 危险因素的变

量与之前的研究基本一致<sup>[15]</sup>。随着年龄的增长,机体  $\beta$  细胞的功能下降,合并胰岛素抵抗,故老年人 T2DM 的患病风险大大增加。 $\beta$  细胞功能下降,主要原因可能为:“脂毒性”,即循环非酯化脂肪酸水平长期升高,可能会损害正常的胰岛素分泌<sup>[16]</sup>。此外,“糖毒性”也是  $\beta$  细胞功能受损的主要原因。事实上,通过强化胰岛素治疗短期改善高血糖可能在一定程度上改善  $\beta$  细胞对葡萄糖和肠促胰岛素激素的反应<sup>[16]</sup>。

BMI 和血脂异常是 T2DM 危险因素,石立雅等<sup>[17]</sup>报道在调整年龄、性别、糖尿病病程、降脂药的使用情况后,T2DM 患者血脂异常的发生风险与体质量 ( $OR=1.04$ )、BMI ( $OR=1.16$ )、体脂肪量 ( $OR=1.06$ )、体脂率 ( $OR=1.06$ )、内脏脂肪面积 ( $OR=1.12$ )、腰臀比 ( $OR=1.74$ ) 增加有关 ( $P<0.05$ )。无论是否使用降脂治疗,血清 TG 和 HDL-C 与上述体脂相关指标的相关性总体趋

势不变,而使用降脂治疗患者中,低密度脂蛋白胆固醇水平与上述指标的相关性差异无统计学意义。

T2DM 的诊断主要根据 FBG 和餐后血糖水平,FBG 的正常值是 3.9~6.1 mmol/L,当 FBG 在 6.1~7.0 mmol/L 时为 FBG 过高,当 FBG>7.0 mmol/L 时,如果具有 T2DM 的典型症状,就可以诊断为 T2DM;其次,OGTT 或者餐后 2 h 血糖,正常值是 <7.8 mmol/L,在 7.8~11.1 mmol/L 时为糖耐量异常,>11.1 mmol/L 且伴有 T2DM 的典型症状,就可以诊断为 T2DM<sup>[11]</sup>。HbA1c 反应机体 3 个月内的平均血糖,受外界干扰小,也可以用于辅助 T2DM 的诊断<sup>[11]</sup>。对于 FBG 正常的人群,随着 FBG 的增加,机体患 T2DM 的概率也增加,故我们均以连续变量的形式代入模型。

本研究的列线图模型由社区居民的体检指标组成,是很常用的检查项目,对其余人群有很好的推广作用。但是,尽管列线图的 C 指数校准曲线结果良好,但本研究仍有一些局限性。首先,本研究是基于体检项目所做的预测模型,其他体检中不包括的因素也可能影响预后,需要进一步研究评估其他预后因素。此外,这项研究是一项回顾性研究,与前瞻性试验相比,在患者选择方面可能存在偏差。

综上,本研究结果表明,性别、年龄、BMI、FBG、ALT、TG 和 HbA1c 都是 T2DM 的独立危险因素,它们建立了一个列线图来预测 T2DM 高危人群。列线图显示了很高的预测准确性,有助于针对老年 T2DM 高危人群进行及时干预,从而降低 T2DM 的发病率。

【参考文献】

[1] 巴涛,常向云,朱余蓉,等. 2 型糖尿病大鼠 rno\_circRNA\_0003340 表达与胰岛素抵抗及胰岛 β 细胞功能的相关性研究[J]. 中国糖尿病杂志, 2022, 30(5): 358-363. DOI: 10.3969/j. issn. 1006-6187. 2022. 05. 007.  
Ba T, Chang XY, Zhu YR, et al. Rno\_circRNA\_0003340 expression in type 2 diabetes rats and insulin resistance and islets β correlation study of cell function[J]. Chin J Diabetes, 2022, 30(5): 358-363. DOI: 10.3969/j. issn. 1006-6187. 2022. 05. 007.

[2] Cho NH, Shaw JE, Karuranga S, et al. IDF diabetes atlas: global estimates of diabetes prevalence for 2017 and projections for 2045[J]. Diabetes Res Clin Pract, 2018, 138: 271-281. DOI: DOI: 10.1016/j. diabres. 2018. 02. 023.

[3] Li Y, Teng D, Shi X, et al. Prevalence of diabetes recorded in mainland China using 2018 diagnostic criteria from the American Diabetes Association: national cross sectional study[J]. BMJ, 2020, 369: 997. DOI: 10.1136/bmj.m997.

[4] Ge S, Xu X, Zhang J, et al. Suboptimal health status as an independent risk factor for type 2 diabetes mellitus in a community-based cohort: the China Suboptimal Health Cohort Study[J]. EPMA J, 2019, 10(1): 65-72. DOI: 10.1007/s13167-019-0159-9.

[5] Samocha-Bonet D, Debs S, Greenfield JR. Prevention and treatment of type 2 diabetes: a pathophysiological-based approach [J]. Trends Endocrinol Metab, 2018, 29(6): 370-379. DOI: 10.1016/j. tem. 2018. 03. 014.

[6] 宁改君,史丽,邓文娟,等. 个体化预测 2 型糖尿病患者并发周围神经病变风险的列线图模型的建立[J]. 现代预防医学,

2019, 46(5): 798-803.

Ning GJ, Shi L, Deng WJ, et al. Establishment of an individual nomogram model to predict the risk of type 2 diabetes patients complicated with peripheral neuropathy[J]. Mod Prev Med, 2019, 46(5): 798-803.

[7] Vettoretti M, Longato E, Camillo BD, et al. Importance of recalibrating models for type 2 diabetes onset prediction: application of the diabetes population risk tool on the health and retirement study[J]. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc, 2018, 53:58-61. DOI: 10.1109/EMBC. 2018. 8513554.

[8] Okamura T, Hashimoto Y, Hamaguchi, et al. Ectopic fat obesity presents the greatest risk for incident type 2 diabetes: a population-based longitudinal study[J]. Int J Obes (Lond), 2019, 43(1): 139-148. DOI: 10.1038/s41366-018-0076-3.

[9] 钟丽,张涛. 饮酒模式的评估及分类[J]. 四川精神卫生, 2015, (5): 485-488. DOI: 10.11886/j. issn. 1007-3256. 2015. 05. 030.  
Zhong L, Zhang T. Evaluation and classification of drinking patterns[J]. Sichuan Ment Health, 2015, (5): 485-488. DOI: 10.11886/j. issn. 1007-3256. 2015. 05. 030.

[10] 刘根平. 老年人骨密度与体育锻炼的相关性[J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(12): 2938-2940. DOI: 10.11886/j. issn. 1007-3256. 2015. 05. 030.  
Liu GP. Correlation between bone mineral density and physical exercise in the elderly[J]. Chin J Gerontol, 2019, 39(12): 2938-2940. DOI: 10.11886/j. issn. 1007-3256. 2015. 05. 030.

[11] 《中国老年型糖尿病防治临床指南》编写组. 中国老年 2 型糖尿病防治临床指南(2022 年版) [J]. 中国糖尿病杂志, 2022, 30(1): 2-51. DOI: 10.3969/j. issn. 1006-6187. 2022. 01. 002.  
“Clinical guidelines for the prevention and treatment of senile diabetes in China” writing group. Clinical guidelines for the prevention and treatment of type 2 diabetes in the elderly in China (2022)[J]. Chin J Diabetes, 2022, 30(1): 2-51. DOI: 10.3969/j. issn. 1006-6187. 2022. 01. 002.

[12] Xu Y, Wang L, He J, et al. Prevalence and control of diabetes in Chinese adults[J]. JAMA, 2013, 310(9): 948-959. DOI: 10.1001/jama. 2013. 1681118.

[13] Pollock BD, Hu T, Chen W, et al. Utility of existing diabetes risk prediction tools for young black and white adults: evidence from the Bogalusa Heart Study[J]. J Diabetes Complications, 2017, 31(1): 86-93. DOI: 10.1016/j. jdiacomp. 2016. 07. 025.

[14] Chung SM, Park JC, Moon JS, et al. Novel nomogram for screening the risk of developing diabetes in a Korean population[J]. Diabetes Res Clin Pract, 2018, 142:286-293. DOI: 10.1016/j. diabres. 2018. 05. 036.

[15] 柳洪宙,王安平,王雅静,等. 列线图预测北京社区成年人 2 型糖尿病风险的研究[J]. 中华内科杂志, 2023, 62(1): 54-60. DOI: 10.3760/cma. j. cn112138-20220508-00348.  
Liu HZ, Wang AP, Wang YJ, et al. Study on nomogram predicting the risk of type 2 diabetes mellitus in Beijing community adults[J]. Chin J Intern Med, 2023, 62(1): 54-60. DOI: 10.3760/cma. j. cn112138-20220508-00348.

[16] 林锦俊,潘英,张美惠,等. DPP4 抑制剂类药物与 2 型糖尿病高糖毒性和高脂毒性的影响关系分析[J]. 北方药学, 2020, 17(6): 76-77.

Lin JJ, Pan Y, Zhang MH, et al. Analysis of the relationship between DPP4 inhibitors and type 2 diabetes with hyperglycemia and hyperlipidemia[J]. North Med, 2020, 17(6): 76-77.

[17] 石立雅,刘芳,蔡红琳,等. 2 型糖尿病患者体成分与血脂异常的关联性[J]. 中国临床保健杂志, 2022, 25(2): 247-252. DOI: 10.3969/j. issn. 1672-6790. 2022. 02. 026.  
Shi LY, Liu F, Cai HL, et al. Correlation between body composition and dyslipidemia in patients with type 2 diabetes[J]. Chin J Clin Healthcare, 2022, 25(2): 247-252. DOI: 10.3969/j. issn. 1672-6790. 2022. 02. 026.