

# 中青年久坐人群代谢相关脂肪性肝病 风险预测模型的构建与验证

李瑞玲<sup>1</sup>, 葛珊珊<sup>2</sup>, 胡晓瑾<sup>2</sup>, 李书慧<sup>1</sup>, 杨采铮<sup>1</sup> (1. 山西医科大学 护理学院, 山西 太原 030000; 2. 山西医科大学第一医院 健康管理中心, 山西 太原 030000)

**摘要:** 目的 构建中青年久坐人群代谢相关脂肪性肝病 (metabolic associated fatty liver disease, MAFLD) 的风险预测模型。方法 以2024年4月1日至2024年8月31日于山西医科大学第一医院进行健康体检的893例久坐中青年为研究对象, 收集研究对象的腰围、臀围、体重指数 (body mass index, BMI)、空腹血糖、总胆固醇 (total cholesterol, TC)、甘油三酯 (triglyceride, TG)、高密度脂蛋白胆固醇 (high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇 (low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C), 血尿素氮、肌酐、血尿酸、丙氨酸氨基转移酶 (alanine aminotransferase, ALT)、 $\gamma$ -谷氨酰转氨酶 ( $\gamma$ -glutamyl transferase, GGT)、天冬氨酸氨基转移酶 (aspartate aminotransferase, AST)、总胆红素 (total bilirubin, TBil)、红细胞、白细胞、血小板、血红蛋白、血清甲状腺素 (thyroxine,  $T_4$ )、三碘甲状腺原氨酸 (triiodothyronine,  $T_3$ )、血清促甲状腺素 (thyroid-stimulating hormone, TSH)、久坐时间、心理压力、睡眠质量等指标。采用随机数字法按7:3将其分为训练集 (625例) 和验证集 (268例)。根据患者是否患MAFLD将其分为MAFLD组和非MAFLD组, 比较两组患者上述指标的差异。采用 Logistic 回归分析训练集中MAFLD的危险因素, 采用R studio 4.3.3构建列线图模型, 采用受试者工作特征 (receiver operator characteristic, ROC) 曲线、校准曲线及临床决策曲线评估列线图的预测价值和临床实用性。**结果** 中青年久坐人群MAFLD患病率为45.0% (402/893)。训练集和验证集患者一般资料差异均无统计学意义 ( $P$ 均 $> 0.05$ )。多因素Logistic回归分析表明, 久坐时间长 [ $\geq 8$  h  $\sim \leq 10$  h ( $OR = 1.940$ ,  $95\%CI: 1.027 \sim 3.665$ ,  $P = 0.041$ );  $> 10$  h ( $OR = 5.274$ ,  $95\%CI: 2.783 \sim 9.996$ ,  $P < 0.001$ ) ]、高水平心理压力 ( $OR = 2.430$ ,  $95\%CI: 1.183 \sim 4.992$ ,  $P = 0.016$ )、BMI ( $OR = 1.568$ ,  $95\%CI: 1.372 \sim 1.793$ ,  $P < 0.001$ )、空腹血糖 ( $OR = 1.407$ ,  $95\%CI: 1.023 \sim 1.936$ ,  $P = 0.036$ )、TG ( $OR = 1.279$ ,  $95\%CI: 1.076 \sim 1.520$ ,  $P = 0.005$ ) 是中青年久坐人群MAFLD的独立危险因素, HDL-C是保护因素 ( $OR = 0.251$ ,  $95\%CI: 0.070 \sim 0.898$ ,  $P = 0.034$ )。根据以上6个预测因子构建列线图模型, ROC 曲线分析表明训练集的ROC曲线下面积为0.913 ( $95\%CI: 0.890 \sim 0.935$ ), 敏感度为0.911, 特异度为0.768, 验证集的ROC曲线下面积为0.931 ( $95\%CI: 0.897 \sim 0.959$ ), 敏感度为0.872, 特异度为0.964。临床决策曲线表明当阈值概率为0.01~0.94时, 使用列线图预测模型预测中青年久坐人群MAFLD的发生风险更有益。**结论** 本研究构建的列线图模型可个体化预测中青年久坐人群MAFLD的发生风险, 具有较高的预测准确性。**关键词:** 代谢相关脂肪性肝病; 久坐; 中青年; 危险因素; 列线图

## Construction and validation of a risk prediction model for metabolic associated fatty liver disease in middle-aged and young sedentary population

Li Ruiling<sup>1</sup>, Ge Shanshan<sup>2\*</sup>, Hu Xiaojin<sup>2</sup>, Li Shuhui<sup>1</sup>, Yang Caizheng<sup>1</sup> (1. School of Nursing,

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7380.2025.04.004

基金项目: 山西省科技厅科技战略研究专项 (202204031401142)

通信作者: 葛珊珊 Email: geshanshan1@163.com

Shanxi Medical University, Shanxi Taiyuan 030000, China; 2. Health Management Center, the First Hospital of Shanxi Medical University, Shanxi Taiyuan 030000, China)

**Abstract: Objective** To construct a risk prediction model for metabolic associated fatty liver disease (MAFLD) in middle-aged and young sedentary population. **Methods** A total of 893 sedentary middle-aged and young adults who underwent physical examination in the First Hospital of Shanxi Medical University from April 1st, 2024 to August 31st, 2024 were conveniently selected as the research objects. Indicators such as waist circumference, hip circumference, body mass index (BMI), fasting blood glucose, total cholesterol (TC), triglyceride (TG), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), blood urea nitrogen, creatinine, blood uric acid, alanine aminotransferase (ALT),  $\gamma$ -glutamyl transferase (GGT), aspartate aminotransferase (AST), total bilirubin (TBil), red blood cells, white blood cells, platelets, hemoglobin, serum thyroxine ( $T_4$ ), triiodothyronine ( $T_3$ ), thyroid-stimulating hormone (TSH), sedentary time, psychological stress and sleep quality were collected. The participants were divided into a training set (625 cases) and a validation set (268 cases) at a ratio of 7 : 3 using a random number method. According to whether the patients had MAFLD, they were further divided into a MAFLD group and a non-MAFLD group. The differences in the above-mentioned indicators between the two groups were compared. Logistic regression analysis was used to identify the risk factors for MAFLD in the training set. A nomogram model was constructed using R Studio 4.3.3. The predictive value and clinical utility of the nomogram were evaluated by receiver operating characteristic (ROC) curve, calibration curve and clinical decision curve. **Results** The prevalence of MAFLD in middle-aged and young sedentary population was 45.0% (402/893). There was no significant difference in clinical indexes between the training set and the verification set (all  $P > 0.05$ ). Multivariate Logistic regression analysis showed that long sedentary time [ $\geq 8$  h  $\sim \leq 10$  h ( $OR = 1.940$ , 95% $CI$ : 1.027~3.665,  $P = 0.041$ );  $> 10$  h ( $OR = 5.274$ , 95% $CI$ : 2.783~9.996,  $P < 0.001$ )], high psychological stress ( $OR = 2.430$ , 95% $CI$ : 1.183~4.992,  $P = 0.016$ ), BMI ( $OR = 1.568$ , 95% $CI$ : 1.372~1.793,  $P < 0.001$ ), fasting blood glucose ( $OR = 1.407$ , 95% $CI$ : 1.023~1.936,  $P = 0.036$ ) and TG ( $OR = 1.279$ , 95% $CI$ : 1.076~1.520,  $P = 0.005$ ) were independent risk factors for MAFLD in middle-aged and young sedentary population, and HDL-C was a protective factor ( $OR = 0.251$ , 95% $CI$ : 0.070~0.898,  $P = 0.034$ ). The nomogram model was constructed based on the above six predictors. ROC curve showed that the area under the ROC curve of the training set was 0.913 (95% $CI$ : 0.890~0.935), with a sensitivity of 0.911 and a specificity of 0.768. The area under the ROC curve of the validation set was 0.931 (95% $CI$ : 0.897~0.959), with a sensitivity of 0.872 and a specificity of 0.964. Clinical decision curve analysis indicated that using the nomogram prediction model to predict the risk of MAFLD in young and middle-aged sedentary populations was more beneficial when the threshold probability was between 0.01 and 0.94. **Conclusion** The nomogram model constructed in this study can individually predict the risk of MAFLD in young and middle-aged sedentary populations and has high predictive accuracy.

**Keywords:** Metabolic associated fatty liver disease; Sedentary; Middle-aged and young adults; Risk factor; Nomogram

久坐状态是指人体保持坐立姿势日均长达6 h以上,且维持单次坐立姿势时长达30 min以上<sup>[1]</sup>。研究发现久坐人群的身体状况显著低于国内平均

值<sup>[2]</sup>。久坐会导致身体肥胖、肌肉损伤、糖脂代谢异常,进而发展为代谢相关脂肪性肝病(metabolic associated fatty liver disease, MAFLD)。MAFLD

早期起病隐匿、多无不适症状，未能引起足够重视，一旦进展至肝硬化、肝衰竭和肝癌将严重威胁人类健康。近年来MAFLD相关肝癌的发病率不断上升<sup>[3]</sup>。预测模型被广泛应用于健康体检中心MAFLD的早筛查、早评估、早干预，对加强重大慢性病健康管理，提高基层防病治病和健康管理能力有重要指导意义<sup>[4]</sup>。国内外已有学者进行了肥胖儿童、绝经期妇女、2型糖尿病（type 2 diabetes mellitus, T2DM）患者等不同特征人群MAFLD风险预测模型的研究，近年来MAFLD呈现逐年增加和年轻化趋势<sup>[5]</sup>，一项针对14 664例体检者的研究显示，在MAFLD患者中，31~40岁、41~50岁、51~60岁年龄段占比较高，分别为29.33%、28.23%、27.88%；同时，18~30岁年轻群体中患MAFLD者也不容忽视<sup>[6]</sup>。因此，18~59岁的中青年时期可能是MAFLD防控的关键阶段，考虑到中青年人群特有的风险因素，如工作压力、生活节奏加快、久坐不动等，针对这一年龄段的久坐人群开展精准健康管理或能有效遏制MAFLD的发展，降低其向肝硬化、肝癌等严重疾病进展的风险。本研究建立基于问卷调查和体检指标的列线图预测模型，充分考虑中青年久坐人群特有的生理变化和风险因素，从而更准确地预测个体患MAFLD的风险，为中青年久坐人群提供可靠的MAFLD筛查工具，加强对中青年久坐人群的健康管理。

### 1 资料与方法

1.1 研究对象 以2024年4月1日至2024年8月31日在山西医科大学第一医院进行健康体检的18~59岁人群为研

究对象。纳入标准：问卷资料完整，每日久坐时间 > 6 h；排除标准：实验室检测结果、人体测量学数据、腹部彩超数据缺失人群；不完全符合MAFLD诊断标准的研究对象，具体流程见图1。依据样本量计算公式<sup>[7]</sup>： $\frac{Z_{\alpha/2}^2 \times P(1-P)}{\delta^2}$ ，P值以目前文献报道的MAFLD发病率约29.2%<sup>[8]</sup>进行计算， $\alpha = 0.05$ ， $Z_{\alpha/2} = 1.96$ ， $\delta = 0.05$ ，则建模组样本量为316例，按照建模组与验证组的样本量比例为7:3，则验证组样本量为136例，考虑20%的样本缺失率，模型构建所需最小样本量为542例。本研究最终实际纳入样本893例，采用随机数字表法分为训练集（625例）和验证集（268例）。本研究已通过山西医科大学第一医院伦理委员会审批（KYLL-2024-141）。所有患者均签署知情同意书，所有数据均被匿名，以充分保证患者权益。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 调查工具

1.2.1.1 一般资料调查表 自行设计一般资料调查表，内容包括性别、年龄、饮食习惯、运动情况、吸烟史、饮酒史、高血压史。本研究饮食习惯分为素食为主（仅喜食蔬菜）、荤素搭配（喜食蔬菜和肉类）、荤食为主（仅喜食肉类）<sup>[9]</sup>；根据国家国民体质监测中心发布的《2020年全民健身活动状况调查公报》，经常运动为每周参加3次及以上体育锻炼，每次体育锻炼持续时间30 min及以上，每次体育锻炼强度达到中等及以上；偶尔运动为每周参加1~2次体育锻炼，每次体育锻炼持续时间10~30 min，每次体育锻炼强度达到中等及以上；不运动指几乎不

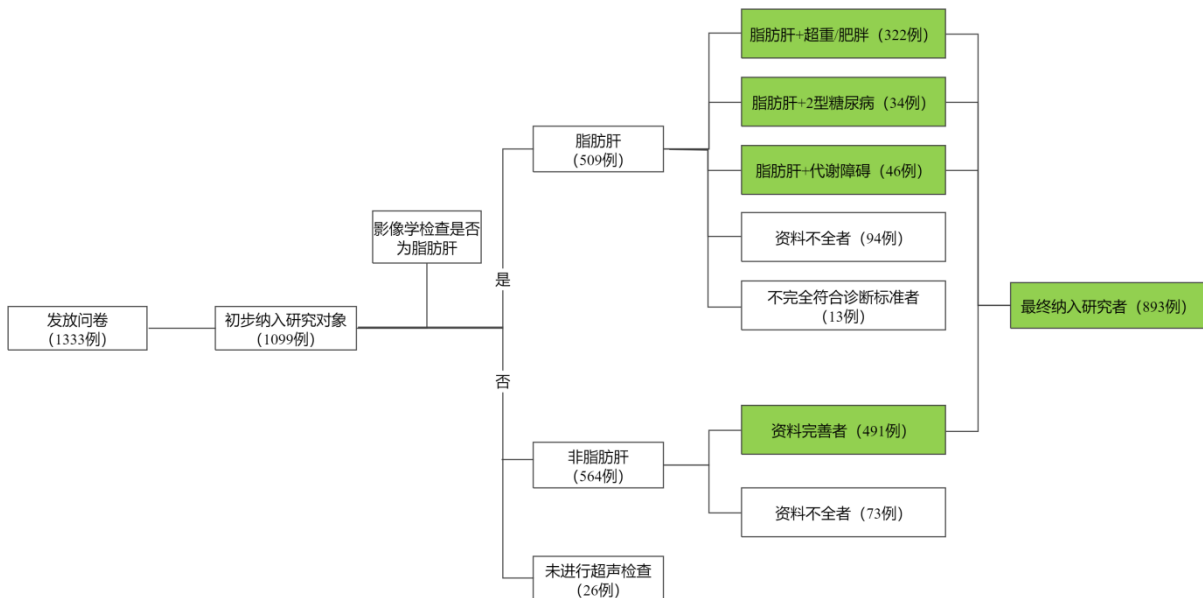


图1 研究对象入组流程

进行体育锻炼,或每周运动次数极少(如每月不足1次)。吸烟是指一生中连续或累积吸烟6个月或以上者<sup>[10]</sup>;饮酒是指过去1年内每周饮酒 $\geq 1$ 次者<sup>[11]</sup>。

1.2.1.2 中青年久坐行为自我报告测量问卷 在借鉴国内外信效度较高的久坐行为测评量表<sup>[12]</sup>以及研究者前期对中青年久坐人群实际情况调查的基础上,修改相关内容形成中青年久坐行为测量问卷,旨在评估和测量其最近一周平均每天久坐时间。问卷经2名健康管理专家审核和修订后,随机抽取20例久坐中青年开展预调查,并根据预调查结果对问卷内容、条目等进行调整和修订,该问卷Cronbach's  $\alpha$ 系数为0.85,1周重测信度为0.87,信效度良好。

1.2.1.3 心理压力测量 压力感知量表(perceived stress scale, PSS)-14已被证实信度和效度良好,其Cronbach's  $\alpha$ 系数为0.78<sup>[13]</sup>。量表共包括14项,每项1~5分,相加得出总分,最终范围14~70分,得分越高说明研究对象心理压力越明显。最终PSS评分 $\geq 43$ 分被定义为高水平心理压力,反之为正常水平心理压力。

1.2.1.4 匹兹堡睡眠质量指数(pittsburgh sleep quality index, PSQI) 使用PSQI评价中青年久坐人群近1个月的睡眠质量,该量表由7个条目组成,每个条目采用0(很好)~3(很差)计分,总分为0~21分,分数越低表示睡眠质量越好。本研究中该问卷的Cronbach's  $\alpha$ 系数为0.713。

1.2.1.5 质量控制 由经专业培训的人员在体检当日向研究对象发放问卷,并对问卷用途和内容进行相关解释说明,由研究对象本人结合自身情况填写问卷问题,填写完毕后由专业培训人员当场收回。

1.2.2 资料收集 通过查阅体检数据库获得研究对象的人体测量学指标和实验室检查结果。①由经过培训的人员按照标准技术规范测量人体测量学指标,包括腰围、臀围、体重指数(body mass index, BMI)。②实验室检查:采用全自动生化分析仪(罗氏c702)测定空腹血糖、总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C),血尿素氮、肌酐、血尿酸、丙氨酸氨基转移酶(alanine aminotransferase, ALT)、 $\gamma$ -谷氨酰转移酶( $\gamma$ -glutamyl transferase, GGT)、天冬氨酸氨基转移酶(aspartate aminotransferase, AST)和总胆红素(total bilirubin, TBil)。采用血液细胞分析仪检测红细胞、白细胞、血小板、

血红蛋白。采用Cobas e601自动化免疫分析仪检测血清甲状腺素(thyroxine,  $T_4$ )、三碘甲状腺原氨酸(triiodothyronine,  $T_3$ )、血清促甲状腺素(thyroid-stimulating hormone, TSH)水平。

1.3 诊断标准 MAFLD的诊断依据2020年代谢相关脂肪性肝病国际专家共识<sup>[14]</sup>:影像学检查提示存在脂肪性肝病<sup>[15]</sup>,且同时满足以下3项条件之一:①超重或肥胖(BMI  $\geq 24.0$  kg/m<sup>2</sup>)<sup>[16]</sup>;②2型糖尿病;③存在2项以上代谢异常风险。代谢失调被定义为存在以下2种或2种以上情况:①亚洲男性腰围 $\geq 90$  cm,女性腰围 $\geq 80$  cm;②血压 $\geq 130/85$  mmHg(1 mmHg = 0.133 kPa)或特异性药物治疗;③TC  $\geq 1.70$  mmol/L或特异性药物治疗;④HDL-C男性为 $< 1.0$  mmol/L,女性为 $< 1.3$  mmol/L;⑤空腹血糖水平为5.6~6.9 mmol/L,或负荷后2 h血糖水平为7.8~11.0 mmol/L或糖化血红蛋白水平在5.7%~6.4%;⑥稳态模型评估胰岛素抵抗评分 $\geq 2.5$ 分;⑦超敏C反应蛋白 $> 2$  mg/L。

1.4 统计学处理 采用SPSS 23.0软件进行统计学分析,年龄、腰围、臀围、BMI等不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用秩和检验;性别、饮食习惯、运动习惯等计数资料以例数和(或)百分数表示,组间比较采用Pearson  $\chi^2$ 检验。采用多因素Logistic回归分析发生MAFLD的影响因素。采用R studio 4.3.3构建列线图模型;采用受试者工作特征(receiver operator characteristic, ROC)曲线、校准曲线及临床决策曲线评估列线图模型的预测价值和临床实用性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 一般资料 893例久坐中青年MAFLD患病率为45.0%(402/893),其中训练集患病率为44.8%(280/625),验证集患病率为45.5%(122/268)。训练集和验证集各项临床指标差异均无统计学意义( $P$ 均 $> 0.05$ ),见表1。

2.2 中青年久坐人群MAFLD危险因素的Logistic回归分析 训练集中MAFLD患者280例,非MAFLD者345例,两组间性别、年龄、饮食习惯、运动情况、吸烟史、饮酒史、高血压史、久坐时间、心理压力、睡眠质量评分、腰围、臀围、BMI、空腹血糖、TC、TG、HDL-C、LDL-C、血尿素氮、肌酐、尿酸、ALT、GGT、AST、红细胞、白细胞、血红蛋白、 $T_3$ 水平的差异均有统计学意义( $P$ 均 $< 0.05$ ),见表2。将上述指标纳入多因素Logistic回归分析,结果表明久坐时间长、高水平心理压力、空腹血糖、BMI及TG是MAFLD的独立危险因素,HDL-C是保护因素,见表3。

表1 训练集和验证集中青年久坐人群的一般资料

项目	训练集 (625例)	验证集 (268例)	统计量值	P值
男/女 [例 (%) ]	331/294	146/122	$\chi^2 = 0.174$	0.677
年龄 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), 岁]	38 (31, 48)	39 (32, 48)	Z = -1.120	0.263
饮食习惯 [例 (%) ]				
荤素均衡	507 (81.1)	220 (82.1)		
荤食为主	63 (10.1)	27 (10.1)	$\chi^2 = 0.227$	0.893
素食为主	55 (8.8)	21 (7.8)		
运动情况 [例 (%) ]				
无	90 (14.3)	43 (16.0)		
经常运动	151 (24.2)	59 (22.0)	$\chi^2 = 0.715$	0.699
偶尔运动	384 (61.4)	166 (61.9)		
吸烟史 [例 (%) ]	154 (24.64)	68 (25.4)	$\chi^2 = 0.054$	0.816
饮酒史 [例 (%) ]	311 (49.8)	135 (50.4)	$\chi^2 = 0.028$	0.867
高血压史 [例 (%) ]	66 (10.6)	23 (8.6)	$\chi^2 = 0.818$	0.366
久坐时间 [例 (%) ]				
< 8 h	210 (33.6)	91 (34.0)		
≥ 8 h ~ ≤ 10 h	204 (32.6)	79 (29.5)	$\chi^2 = 1.026$	0.599
> 10 h	211 (33.8)	98 (36.6)		
心理压力 [例 (%) ]				
正常水平	530 (84.8)	225 (84.0)	$\chi^2 = 0.102$	0.749
高水平	95 (15.2)	43 (16.0)		
睡眠质量评分 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), 分]	5 (3, 7)	5 (3, 7)	Z = 0.129	0.897
腰围 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), cm]	90 (82, 98)	90 (81, 98)	Z = 0.725	0.469
臀围 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), cm]	100 (95, 108)	100 (94, 108)	Z = 0.430	0.667
BMI [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), kg/m <sup>2</sup> ]	24.7 (22.0, 27.2)	24.5 (22.1, 27.0)	Z = 0.615	0.539
空腹血糖 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mmol/L]	4.8 (4.5, 5.2)	4.8 (4.5, 5.1)	Z = -0.336	0.737
TC [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mmol/L]	4.9 (4.3, 5.5)	4.9 (4.4, 5.3)	Z = -0.077	0.939
TG [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mmol/L]	1.4 (0.9, 2.3)	1.5 (0.9, 2.3)	Z = -0.336	0.737
HDL-C [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mmol/L]	1.2 (1.1, 1.4)	1.3 (1.1, 1.5)	Z = -0.566	0.572
LDL-C [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mmol/L]	3.2 (2.7, 3.6)	3.2 (2.7, 3.5)	Z = 0.389	0.697
血尿素氮 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mmol/L]	4.7 (4.0, 5.6)	4.7 (4.0, 5.6)	Z = 0.324	0.746
肌酐 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), μmol/L]	66.4 (57.2, 76.7)	67.1 (58.0, 76.8)	Z = -0.262	0.794
尿酸 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), μmol/L]	378 (300, 445)	377 (301, 438)	Z = 0.474	0.636
ALT [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), U/L]	19 (14, 31)	19.5 (14, 31)	Z = 0.067	0.947
GGT [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), U/L]	24 (16, 38)	24 (16, 36)	Z = 0.479	0.632
AST [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), U/L]	21 (18, 26)	21 (18, 26)	Z = -0.011	0.991
TBil [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), μmol/L]	13.8 (11.0, 17.9)	14.1 (10.7, 18.0)	Z = -0.118	0.906
红细胞 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), × 10 <sup>12</sup> /L]	4.9 (4.6, 5.3)	4.9 (4.6, 5.3)	Z = -0.305	0.761
白细胞 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), × 10 <sup>9</sup> /L]	5.8 (5.0, 6.8)	5.9 (5.0, 6.9)	Z = -0.283	0.777
血小板 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), × 10 <sup>9</sup> /L]	253 (218, 293)	253 (216, 286)	Z = 0.331	0.741
血红蛋白 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), g/L]	150 (137, 161)	150 (140, 161)	Z = -0.571	0.568
T <sub>3</sub> [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), pmol/L]	5.0 (4.6, 5.5)	5.0 (4.6, 5.5)	Z = -0.091	0.928
T <sub>4</sub> [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), pmol/L]	16.8 (15.5, 18.1)	16.8 (15.5, 17.9)	Z = 0.128	0.898
TSH [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mU/L]	2.3 (1.5, 3.6)	2.3 (1.5, 3.6)	Z = 0.104	0.917
MAFLD [例 (%) ]	280 (44.8)	122 (45.5)	$\chi^2 = 0.04$	0.842

表2 训练集中非 MAFLD 组和 MAFLD 组中青年久坐人群的一般资料

项目	非MAFLD组 (345例)	MAFLD组 (280例)	统计量值	P值
男/女 [例 (%) ]	114/231	217/63	$\chi^2 = 122.618$	< 0.001
年龄 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), 岁]	37 (30, 45)	39 (32, 49)	Z = -2.536	0.011
饮食习惯 [例 (%) ]			$\chi^2 = 23.241$	< 0.001
荤素均衡	293 (84.9)	214 (76.4)		
荤食为主	17 (4.9)	46 (16.4)		
素食为主	35 (10.1)	20 (7.1)		
运动情况 [例 (%) ]			$\chi^2 = 1.742$	0.418
无	53 (15.4)	37 (13.2)		
经常运动	88 (25.5)	63 (22.5)		
偶尔运动	204 (59.1)	180 (64.3)		
吸烟史 [例 (%) ]	42 (12.2)	112 (40.0)	$\chi^2 = 64.450$	< 0.001
饮酒史 [例 (%) ]	136 (39.4)	175 (62.5)	$\chi^2 = 32.933$	< 0.001
高血压史 [例 (%) ]	20 (5.8)	46 (16.4)	$\chi^2 = 18.496$	< 0.001
久坐时间 [例 (%) ]			$\chi^2 = 52.289$	< 0.001
< 8 h	145 (42.0)	65 (23.2)		
≥ 8 h ~ ≤ 10 h	125 (36.2)	79 (28.2)		
> 10 h	75 (21.7)	136 (48.6)		
心理压力 [例 (%) ]			$\chi^2 = 6.569$	0.010
正常水平	304 (88.1)	226 (80.7)		
高水平	41 (11.9)	54 (19.3)		
睡眠质量评分 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), 分]	5 (3, 7)	6 (3, 8)	Z = -2.034	0.042
腰围 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), cm]	85 (78, 95)	95 (89, 100)	Z = -9.895	< 0.001
臀围 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), cm]	99 (90, 105)	105 (100, 110)	Z = -7.863	< 0.001
BMI [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), kg/m <sup>2</sup> ]	22.6 (20.6, 24.8)	26.9 (25.1, 29.2)	Z = -15.051	< 0.001
空腹血糖 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mmol/L]	4.7 (4.4, 5.0)	5.0 (4.7, 5.6)	Z = -8.471	< 0.001
TC [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mmol/L]	4.8 (4.2, 5.3)	5.0 (4.4, 5.8)	Z = -4.164	< 0.001
TG [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mmol/L]	1.0 (0.8, 1.5)	2.1 (1.5, 3.1)	Z = -14.255	< 0.001
HDL-C [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mmol/L]	1.3 (1.2, 1.6)	1.1 (1.0, 1.3)	Z = 10.432	< 0.001
LDL-C [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mmol/L]	3.0 (2.6, 3.4)	3.3 (2.8, 3.8)	Z = -4.596	< 0.001
尿素氮 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mmol/L]	4.5 (3.8, 5.4)	5.0 (4.3, 5.9)	Z = -4.701	< 0.001
肌酐 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), μmol/L]	61.7 (55.2, 73.4)	71.4 (63.4, 79.7)	Z = -7.323	< 0.001
尿酸 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), μmol/L]	329 (277, 397)	426 (371, 494)	Z = -10.931	< 0.001
ALT [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), U/L]	15 (12, 20)	30 (21, 42)	Z = -13.957	< 0.001
GGT [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), U/L]	18 (13, 28)	34 (23, 55)	Z = -12.666	< 0.001
AST [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), U/L]	19 (16, 23)	24 (20, 32)	Z = -9.037	< 0.001
TBil [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), μmol/L]	13.6 (10.7, 17.4)	14.1 (11.3, 18.6)	Z = -1.834	0.067
红细胞 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), × 10 <sup>12</sup> /L]	4.7 (4.4, 5.1)	5.2 (4.9, 5.4)	Z = -9.966	< 0.001
白细胞 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), × 10 <sup>9</sup> /L]	5.5 (4.7, 6.5)	6.25 (5.3, 7.2)	Z = -5.973	< 0.001
血小板 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), × 10 <sup>9</sup> /L]	254.0 (215.0, 293.0)	250.5 (220.8, 291.5)	Z = 0.350	0.726
血红蛋白 [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), g/L]	143.0 (132.0, 154.0)	158.0 (147.8, 166.0)	Z = -10.489	< 0.001
T <sub>3</sub> [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), pmol/L]	4.8 (4.5, 5.3)	5.3 (4.8, 5.7)	Z = -6.489	< 0.001
T <sub>4</sub> [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), pmol/L]	16.8 (15.5, 18.1)	16.7 (15.4, 18.0)	Z = 0.805	0.421
TSH [M (P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> ), mU/L]	2.3 (1.5, 3.4)	2.4 (1.6, 3.7)	Z = -1.114	0.265

2.3 MAFLD发生风险的列线图模型 根据Logistic回归分析结果构建列线图模型，见图2。该模型给出各指标具体值所对应的小标尺分数，介于0~100分。利用数据中6个指标所得的各分数相加即获得总分，每个个体总分在0~160分，个体总分垂直对应的风险值即为该个体MAFLD患病风险。以久坐时间为10 h、心理压力得分为43分、空腹血糖8 mmol/L、BMI 26 kg/m<sup>2</sup>、TG 4.0 mmol/L、HDL-C 0.8 mmol/L为例，则该中青年久坐体检者对应得分为12.5 + 5 + 17.5 + 40 + 10 + 25 = 110分，MAFLD患病风险为99%。

2.4 列线图风险预测模型的验证 采用ROC曲线对列线图预测模型进行区分度评估，结果显示，训练集的ROC曲线下面积为0.913（95%CI：0.890~0.935， $P < 0.001$ ），敏感度为0.911，特异度为0.768，提

示模型具有较好的识别作用，见图3A；验证集的ROC曲线下面积为0.931（95%CI：0.897~0.959， $P < 0.001$ ），敏感度为0.872，特异度为0.964，表现出良好的预测能力，见图3B。采用Bootstrap法1000次自主抽样进行内部验证，绘制训练集与验证集的校准曲线，结果显示该模型预测概率与实际概率一致性较好，见图4。同时，Hosmer-Lemeshow检验显示列线图预测模型拟合度较高（训练集： $\chi^2 = 11.441$ ， $P = 0.1779$ ；验证集： $\chi^2 = 4.8821$ ， $P = 0.7701$ ）。

2.5 列线图预测模型的临床决策曲线 绘制DCA评估列线图预测模型的临床净收益，结果显示，在训练集中，当阈值概率为0.01~0.94时对MAFLD风险预测更有利，见图5。提示该列线图可用于筛查中青年

表3 中青年久坐人群发生 MAFLD 的多因素 Logistic 回归分析

指标	参数估计	标准误	Wald $\chi^2$	OR值 (95%CI)	P值
久坐时间					
< 8 h				Ref	
≥ 8 h ~ ≤ 10 h	0.663	0.324	4.174	1.940 (1.027~3.665)	0.041
> 10 h	1.663	0.326	25.977	5.274 (2.783~9.996)	< 0.001
心理压力					
正常水平				Ref	
高水平	0.888	0.367	5.843	2.430 (1.183~4.992)	0.016
BMI	0.450	0.068	43.395	1.568 (1.372~1.793)	< 0.001
空腹血糖	0.341	0.163	4.402	1.407 (1.023~1.936)	0.036
TG	0.246	0.088	7.797	1.279 (1.076~1.520)	0.005
HDL-C	-1.384	0.651	4.516	0.251 (0.070~0.898)	0.034

注：Ref为参考项。

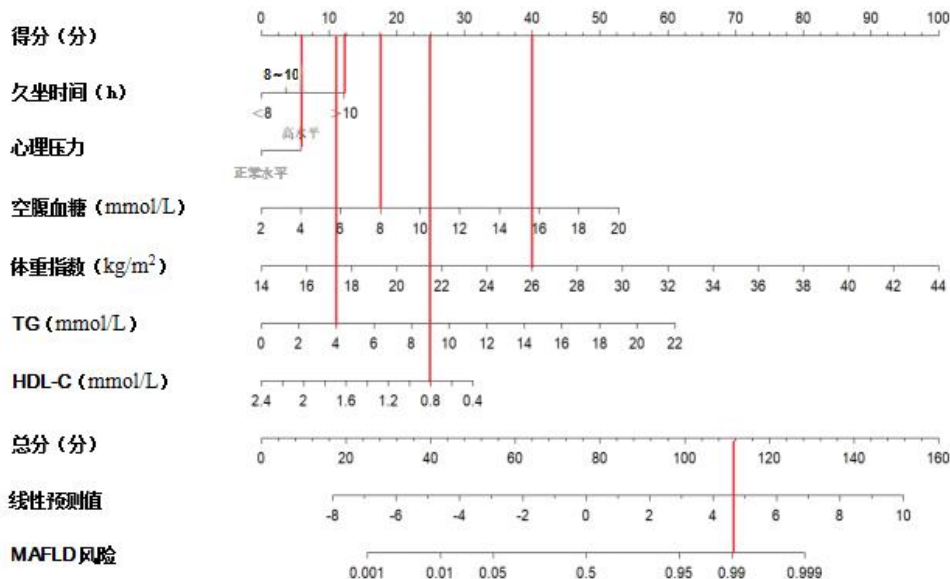


图2 中青年久坐人群 MAFLD 风险预测模型的列线图

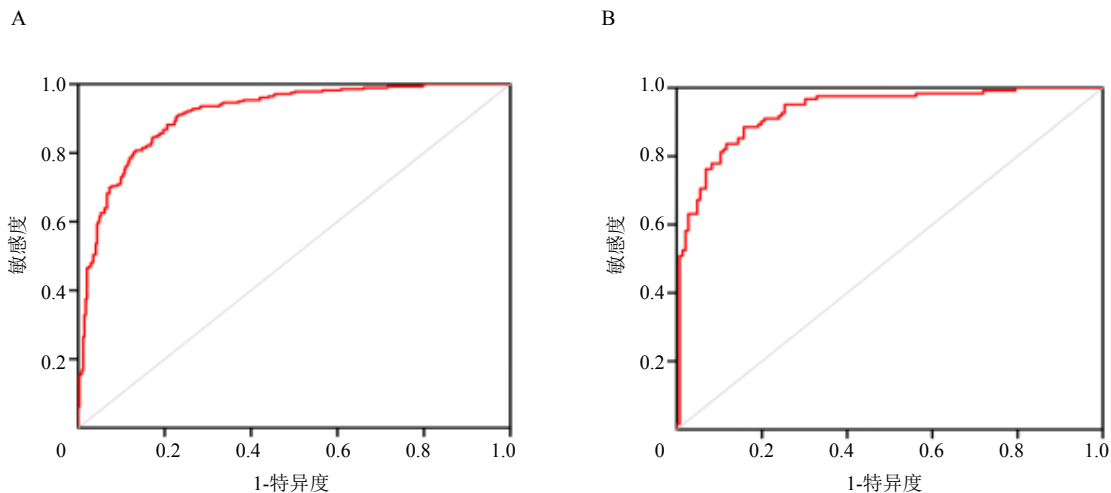


图3 列线图模型在训练集 (A) 和验证集 (B) 的 ROC 曲线

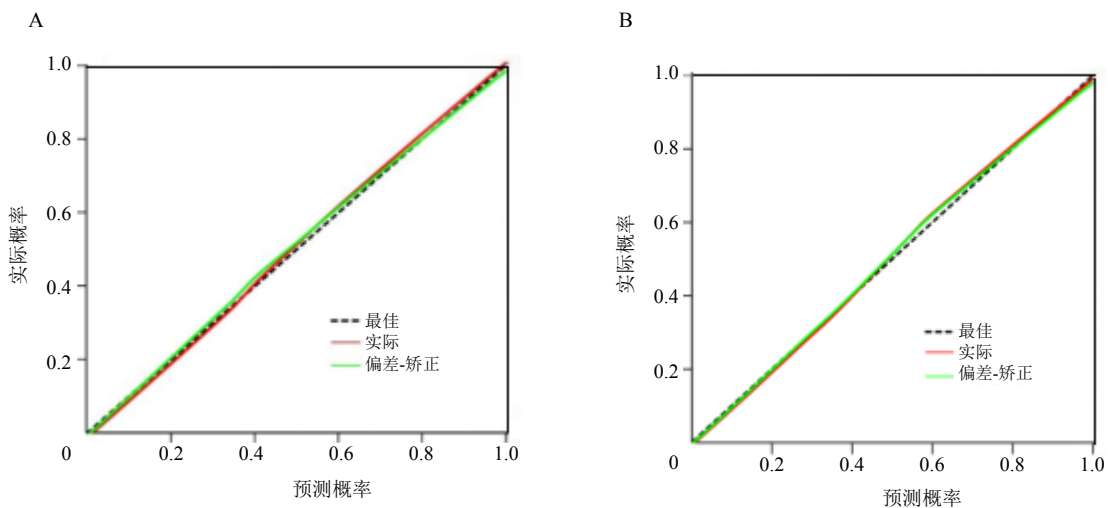


图4 列线图模型在训练集 (A) 和验证集 (B) 的校准曲线

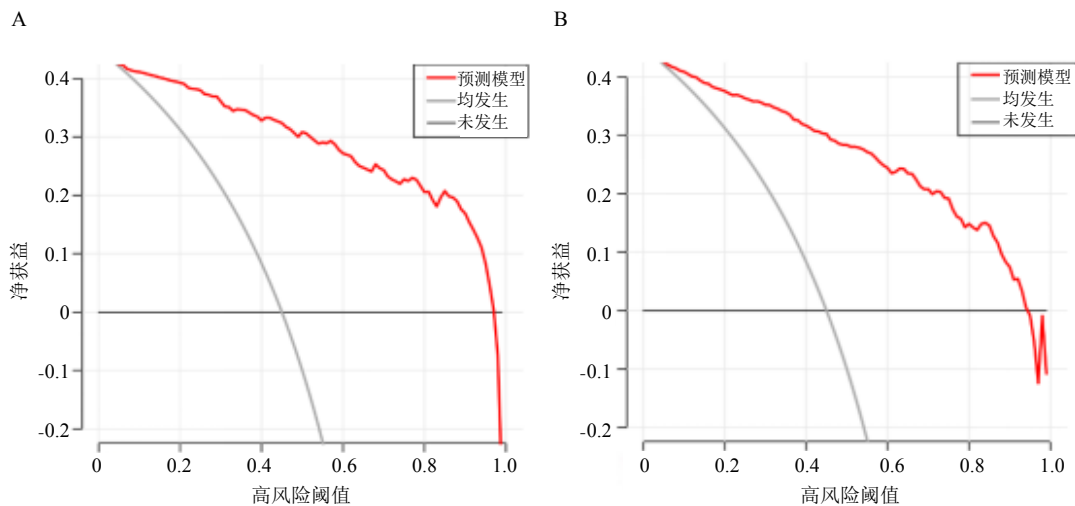


图5 列线图模型在训练集 (A) 和验证集 (B) 的临床决策曲线

久坐个体是否需进一步检查以明确MAFLD诊断。

### 3 讨论

**3.1 中青年久坐人群MAFLD发生现状** 当代中青年久坐行为显著增加,久坐与12种疾病高风险相关,其中包括慢性肝病<sup>[17]</sup>。本研究表明中青年久坐人群MAFLD患病率为45.0%,接近Vaz等<sup>[18]</sup>报道的我国MAFLD患病率的上限(48.4%),低于贡献宇等<sup>[19]</sup>报道的南京市MAFLD患病率(58.4%),MAFLD患病率存在地区差异,可能与经济发展水平相关;但高于Ni等<sup>[20]</sup>报道的65岁及以上老年人MAFLD患病率(33.25%),这表明MAFLD呈现年轻化趋势。本研究MAFLD患病率高于方昱等<sup>[21]</sup>报道的银川市体检人群患病率(32.29%)和曹焱芬等<sup>[22]</sup>报道的成都体检人群MAFLD患病率(32.4%),出现以上差异的原因可能是:①上述研究纳入对象年龄无限制,在人群构成特征上与本研究存在差异;②以久坐、久躺为主的中青年人群比例激增,越来越多的中青年人群长时间久坐办公和休闲。

**3.2 中青年久坐人群MAFLD相关危险因素** 久坐时间和心理压力为中青年久坐人群MAFLD的独立相关因素,研究发现每多坐1 h,肝脏脂肪含量就会增加1.15%<sup>[23]</sup>。本研究表明每天久坐8~10 h ( $OR = 1.940, 95\%CI: 1.027 \sim 3.665$ )及久坐时间 > 10 h ( $OR = 5.274, 95\%CI: 2.783 \sim 9.996$ )为MAFLD的独立危险因素。RyuS等<sup>[24]</sup>针对韩国人群的一项队列研究显示,与每天久坐时间少于5 h者相比,每天久坐5~9 h者患MAFLD的风险增加了5%,每天久坐10 h以上者患MAFLD的风险比每天久坐少于5 h者高12%,提示MAFLD患病率与久坐时间呈正相关,与本研究结果相似,减少久坐时间对降低脂肪性肝病风险具有重要意义。本研究结果显示,MAFLD患病风险也与心理压力有关,这与贾晨等<sup>[25]</sup>研究结果一致,其潜在机制可能是压力会增加糖皮质激素的循环水平,引起游离脂肪酸和细胞色素水平上升,造成活性氧蓄积和线粒体氧化损伤,导致肝内脂肪变性、炎症和坏死<sup>[26]</sup>,其强调了心理压力会导致中青年久坐人群发生MAFLD这一事实,在治疗MAFLD疾病本身的同时需要积极评估中青年久坐人群的心理状态。综上,久坐少动、心理压力等不良生活方式与MAFLD密切相关,调整生活方式是MAFLD管理的基石;医护人员可根据相关指南,在中青年久坐人群中宣讲健康生活方式和预防疾病的重要性,特别是减少久坐、减轻心理压力等方面<sup>[27]</sup>。

本研究表明,BMI、空腹血糖、TG也是中

青年久坐人群发生MAFLD的高危因素,HDL-C是保护因素。研究表明,超重/肥胖者MAFLD患病率是BMI正常体检者的12.94倍<sup>[21]</sup>。本研究显示,空腹血糖是MAFLD的独立危险因素( $OR = 1.407, 95\%CI: 1.023 \sim 1.936$ ),与Zhou等<sup>[28]</sup>研究结果一致。本研究表明TG也是MAFLD的独立危险因素( $OR = 1.279, 95\%CI: 1.076 \sim 1.520$ ),HDL-C为保护因素( $OR = 0.251, 95\%CI: 0.070 \sim 0.898$ )。机体脂代谢障碍可增加游离脂肪酸表达,脂肪不能及时运出肝脏,增加了MAFLD的发生率,而HDL-C是保护血管的脂蛋白,其水平升高对高脂血症及肝脏疾病具有改善作用<sup>[29]</sup>。综上,MAFLD是一种全身多系统受累的代谢性疾病,与超重/肥胖、2型糖尿病、代谢综合征等疾病有关,这提示在体检筛查中需重视控制MAFLD患者的血脂、血糖水平,重点监测和控制体质量,降低中青年久坐人群的健康风险。

本研究构建的具有一定实用性的列线图可个体化预测中青年久坐人群MAFLD的发生风险,相关验证提示其具有较高的预测准确性。构建的列线图模型可将中青年久坐人群MAFLD发生风险可视化,可广泛应用于健康体检中心、门诊、社区等各健康管理起点的日常工作中,有利于对中青年久坐人群MAFLD发生情况的筛查和评估,并根据各危险因素对其实施专业的健康教育以及日常监测等管理工作,对实现MAFLD预防工作关口前移有重要指导意义。

中青年久坐人群MAFLD发病与生活方式密切相关,本研究在原有预测因子基础上创新性地将久坐时间、睡眠质量和心理压力等生活方式指标作为变量进行分析,结果显示久坐时间和心理压力是MAFLD的危险因素,这为积极探索MAFLD的防治策略提供了新思路。不足之处是MAFLD的诊断大多基于超声检查,对于轻度脂肪性肝病的敏感性有限,易造成漏诊。其次,模型仅进行了内部验证,缺少样本量更大、多中心数据的外部验证,需要更多前瞻性研究及数据来优化列线图预测模型,才能更有利于体检中心与临床应用的推广。

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

**人工智能使用声明** 本文未使用任何人工智能相关工具对文字、表格及图片进行处理。

### 参考文献

- [1] 徐帅,刘静,徐道明,等.久坐行为诱发肌骨系统疾病及运动干预调控机制[J].中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2022,15(2):211-217.
- [2] 李嘉祺. CrossFit训练对职场久坐人群体质健康的影响效果研究[D].

郑州:河南大学,2022.

- [3] 蒋婷婷, 孙芳芳, 曾湛, 等. 代谢相关脂肪性肝病相关肝癌研究进展[J/CD]. 中国肝脏病杂志(电子版),2022,14(3):14-17.
- [4] 郭清, 陈奕滔. 实施533健康管理工程开创健康管理服务新模式[J]. 中华医学信息导报,2023,38(8):4.
- [5] CHAN K E, KOH T, TANG A, et al. Global prevalence and clinical characteristics of metabolic-associated fatty liver disease: a meta-analysis and systematic review of 10 739 607 individuals[J]. *J Clin Endocrinol Metab*,2022,107(9):2691-2700.
- [6] 夏蓓, 何詠, 秦晔, 等. 体检人群代谢相关脂肪性肝病发生风险预测模型的建立与分析[J]. 四川大学学报(医学版),2023,54(3):591-595.
- [7] 倪平, 陈京立, 刘娜. 护理研究中量性研究的样本量估计[J]. 中华护理杂志,2010,45(4):378-380.
- [8] ZHOU F, ZHOU J, WANG W, et al. Unexpected rapid increase in the burden of NAFLD in china from 2008 to 2018: a systematic review and meta-analysis[J]. *Hepatology*,2019,70(4):1119-1133.
- [9] 王仁媛. 非酒精性脂肪性肝病相关危险因素分析及列线图预测模型构建[D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学,2023.
- [10] 何权瀛, 高莹慧. 关于吸烟问题若干名词定义[J]. 中华结核和呼吸杂志,2009,32(1):56.
- [11] 杨月欣, 张环美. 《中国居民膳食指南(2016)》简介[J]. 营养学报,2016,38(3):209-217.
- [12] BAKKER E A, HARTMAN Y, HOPMAN M, et al. Validity and reliability of subjective methods to assess sedentary behaviour in adults: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*,2020,17(1):75.
- [13] LIU Z, LIU R, ZHANG Y, et al. Association between perceived stress and depression among medical students during the outbreak of COVID-19: The mediating role of insomnia[J]. *J Affect Disord*,2021,292:89-94.
- [14] ESLAM M, NEWSOME P N, SARIN S K, et al. A new definition for metabolic dysfunction-associated fatty liver disease: an international expert consensus statement[J]. *J Hepatol*,2020,73(1):202-209.
- [15] 蒋婷婷, 邓雯, 王诗雨, 等. 脂肪性肝病的诊断和评估[J/CD]. 中国肝脏病杂志(电子版), 2024,16(2):22-28.
- [16] 中国营养学会肥胖防控分会, 中国营养学会临床营养分会, 中华预防医学会行为健康分会, 等. 中国居民肥胖防治专家共识[J]. 中华流行病学杂志, 2022,43(5):609-626.
- [17] CAO Z, XU C, ZHANG P, et al. Associations of sedentary time and physical activity with adverse health conditions: outcome-wide analyses using isotemporal substitution model[J]. *EClinicalMedicine*,2022,48:101424.
- [18] VAZ K, CLAYTON-CHUBB D, MAJEED A, et al. Current understanding and future perspectives on the impact of changing NAFLD to MAFLD on global epidemiology and clinical outcomes[J]. *Hepato Int*,2023,17(5):1082-1097.
- [19] 贡献宇, 张连芳, 葛蓉, 等. 基于社区体检数据代谢相关脂肪性肝病危险因素分析[J]. 社区医学杂志,2023,21(21):1106-1111.
- [20] NI W, YUAN X, ZHANG Y, et al. Sociodemographic and lifestyle determinants of multimorbidity among community-dwelling older adults: findings from 346 760 SHARE participants[J]. *BMC Geriatr*,2023,23(1):419.
- [21] 方昱, 杨少奇, 王芳, 等. 银川市体检人群代谢相关脂肪性肝病现状调查及影响因素分析[J]. 宁夏医科大学学报, 2024,46(8):830-835.
- [22] 曹焱芬, 邹昊轩, 谢艳. 体检人群血浆致动脉粥样硬化指数诊断代谢相关脂肪性肝病效能分析[J]. 实用肝脏病杂志, 2024,27(3):361-365.
- [23] BOWDEN D K, SPRUNG V S, NORMAN J A, et al. Physical activity and sedentary time: association with metabolic health and liver fat[J]. *Med Sci Sports Exerc*,2019,51(6):1169-1177.
- [24] RYU S, CHANG Y, JUNG H S, et al. Relationship of sitting time and physical activity with non-alcoholic fatty liver disease[J]. *J Hepatol*,2015,63(5):1229-1237.
- [25] 贾晨, 巩艳, 韩懿晶, 等. 心理压力与代谢相关脂肪性肝病的相关性研究[J]. 医学研究杂志,2022,51(11):169-172.
- [26] CHEN L J, LIN X X, GUO J, et al. Lrp6 genotype affects individual susceptibility to nonalcoholic fatty liver disease and silibinin therapeutic response via wnt/ $\beta$ -catenin-cyp2e1 signaling[J]. *Int J Biol Sci*,2021,17(14):3936-3953.
- [27] 孔嘉宁, 张彬彬, 施军平. 《代谢相关(非酒精性)脂肪性肝病防治指南(2024年版)》解读[J]. 临床肝胆病杂志,2024,40(9):1767-1770.
- [28] ZHOU B, GONG N, HUANG X, et al. Development and validation of a nomogram for predicting metabolic-associated fatty liver disease in the chinese physical examination population[J]. *Lipids Health Dis*,2023,22(1):85.
- [29] CATANZERO R, SELVAGGIO F, SCIUTO M, et al. Triglycerides to high-density lipoprotein cholesterol ratio for diagnosing nonalcoholic fatty liver disease[J]. *Minerva Gastroenterol (Torino)*,2022,68(3):261-268.

收稿日期: 2024-10-28

李瑞玲, 葛珊珊, 胡晓瑾, 等. 中青年久坐人群代谢相关脂肪性肝病风险预测模型的构建与验证[J/CD]. 中国肝脏病杂志(电子版), 2025,17(4): 21-30.