

## 临床研究

DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.003348

## 基于体成分和体适能指标的动脉粥样硬化性心血管疾病风险评估模型构建和验证

陈梦雪<sup>1</sup>, 李 选<sup>2</sup>, 陈 曜<sup>1</sup>, 齐晓娅<sup>1</sup>, 胡玉坤<sup>1</sup>, 王凌云<sup>1</sup>, 梅 英<sup>1</sup>

(重庆医科大学附属第二医院 1. 健康医学中心; 2. 放射科, 重庆 400010)

**【摘要】目的:**基于体成分和体适能指标,研究体检人群动脉粥样硬化性心血管疾病(atherosclerotic cardiovascular disease, ASCVD)发生风险呈中高危的状况,研发ASCVD发生风险的评估工具,为ASCVD的预防和干预提供合理的建议。**方法:**抽取2020年7月至2022年1月重庆医科大学第二附属医院的1 620名年龄为35~59岁体检人群的体检资料,其中建模集1 200例,验证集420例。根据ASCVD 10年发病危险评估流程彩图计算调查对象的ASCVD发生风险,基于体成分和体适能指标构建ASCVD风险评估模型,继而对模型进行外部验证,并对模型进行区分度、一致性以及临床实用性进行评价。**结果:**本研究所建立ASCVD发生风险评估模型为 $\text{Logit}(P) = -0.298 + 2.151 \times \text{性别} + 0.046 \times \text{肝脏脂肪均值} - 0.016 \times \text{骨密度均值} + 0.005 \times \text{腹部肌肉面积} + 0.330 \times \text{腹部脂肪比} - 0.027 \times \text{握力} - 0.025 \times \text{平衡力}$ 。模型特异度74.9%,灵敏度为81.2%,曲线下面积为0.845(95%CI=0.820~0.865)。**结论:**本研究所建立的ASCVD发生风险评估模型虽具有较好的区分度和临床实用性,但在不同的数据集中校准度并不是很好,后续有必要扩大样本量进一步对模型进行改善。

**【关键词】**体适能;定量CT;体成分;心肺耐力;动脉粥样硬化性心血管疾病

**【中图分类号】**R589;R814.4;R445.3

**【文献标志码】**A

**【收稿日期】**2023-04-24

## Construction and validation of a risk assessment model for atherosclerotic cardiovascular disease based on body composition and physical fitness indicators

Chen Mengxue<sup>1</sup>, Li Xuan<sup>2</sup>, Chen Yao<sup>1</sup>, Qi Xiaoya<sup>1</sup>, Hu Yukun<sup>1</sup>, Wang Lingyun<sup>1</sup>, Mei Ying<sup>1</sup>

(1. Health Medical Center; 2. Department of Radiology, The Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University)

**【Abstract】Objective:** To investigate the moderate or high risk of atherosclerotic cardiovascular disease (ASCVD) in the health check-up population based on body composition and physical fitness indicators, to develop a risk assessment tool for ASCVD, and to provide reasonable suggestions for the prevention and intervention of ASCVD. **Methods:** Physical examination data were collected from 1 620 individuals, aged 35–59 years, who underwent physical examination in The Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University from July 2020 to January 2022, among whom 1200 were included in the modeling set and 420 were included in the validation set. The risk of ASCVD in the respondents was calculated according to the color diagram of the 10-year risk assessment process of ASCVD. A risk assessment model for ASCVD was constructed based on body composition and physical fitness indicators, and then internal validation was performed for the model. Finally the model was assessed in terms of discriminatory ability, consistency, and clinical practicability. **Results:** In this study, the risk assessment model for ASCVD was established as  $\text{Logit}(P) = -0.298 + 2.151 \times \text{sex} + 0.046 \times \text{mean liver fat} - 0.016 \times \text{mean bone mineral density} + 0.005 \times \text{abdominal muscle area} + 0.330 \times \text{visceral adipose tissue/subcutaneous adipose tissue ratio} - 0.027 \times \text{grip strength values of body mass index} - 0.025 \times \text{balance force}$ . This model had a specificity of 74.9%, a sensitivity of 81.2%, and an area under the ROC curve of 0.845 (95%CI: 0.820–0.865). **Conclusion:** Although the risk assessment model for ASCVD established in this study has good discriminatory ability and clinical practicability, it lacks a good calibration degree in different

datasets, and therefore, it is necessary to expand the sample size in the future to further improve the model.

**【Key words】** physical fitness; quantitative computed tomography; body composition; cardiopulmonary endurance; atherosclerotic cardiovascular disease

作者介绍: 陈梦雪, Email: chienmcx@hospital.cqmu.edu.cn,

研究方向: 代谢性疾病的生活化干预。

通信作者: 梅 英, Email: meiyin@cqmu.edu.cn。

基金项目: 重庆市科卫联合医学科研资助项目(编号: 2021MSXM057)。

优先出版: <https://link.cnki.net/urlid/50.1046.R.20231008.1729.014>

(2023-10-10)

动脉粥样硬化性心血管疾病 (atherosclerotic cardiovascular disease, ASCVD) 是一系列影响全身的动脉粥样硬化性疾病的统称<sup>[1]</sup>, 其患病率、致残率和致死率均较高, 是目前全人类所面临最严峻的健康问题之一<sup>[2]</sup>。现下国内外大多数对心血管疾病影响因素的研究都聚焦于生活方式如吸烟、饮酒情况以及血糖、血压、血脂这类传统危险因素, 且大部分都采用问卷结合常规体检指标的方式进行调查, 导致当前对于怎样降低 ASCVD 总体危险的研究及干预主要集中在生活方式及常规体检指标这些传统危险因素上, 但这些常规指标的检测结果常由于多种外在因素 (比如睡眠情况、压力水平、运动量等) 在短时间内产生较大的波动, 因此使得最终结果的合理性受到影响。与传统危险因素相比, 缺乏类似于人体成分或体适能这类非传统影响因素也是导致 ASCVD 发生的重要诱因, 但目前仅有成果较少基于体成分或是体适能视角探讨 ASCVD 发生相关因素。风险评估模型 (risk assessment Model, RSMs) 是一种以临床数据为基础并构建多因素模型<sup>[3-5]</sup>, 具有能迅速、准确地锁定与病情有关的因子、有效地预测病情发生的优点<sup>[6]</sup>, 常用于预测健康人群未来罹患某种疾病的概率, 依此给予患病风险度较高人群指导性建议, 从而降低疾病发生风险。本研究拟建立基于体适能和体成分数据为核心的 ASCVD 风险评估模型并进行验证, 旨在为引入体适能和体成分这两种无创、客观的风险因素替代指标来评估 ASCVD 发生风险提供参考。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

随机抽取于 2020 年 7 月至 2022 年 1 月前往重医附二院健康医学中心进行健康体检的 1 600 名体检人员为研究对象, 其中 1 200 名对象资料作为建模集, 用于 ASCVD 风险评估模型构建, 420 名抽取的对象资料作为验证集, 用于模型的外部验证。

1.1.1 纳入标准 ①年龄为 35 ~ 59 岁; ②能理解和配合本研究的各种检查与测试; ③同意并签署知情同意书; ④完成且通过体能活动就绪 (physical activity readiness questionnaire, PAR-Q) 问卷。

1.1.2 排除标准 ①合并重大疾病者, 包括恶性肿瘤、严重心脑血管疾病、晚期慢性病、深度昏迷、永久性瘫痪、严重脑损伤、严重帕金森病和严重精神病等<sup>[7]</sup>; ②合并 ASCVD 者<sup>[1]</sup>; ③合并运动禁忌证者; ④存在认知障碍; ⑤影像诊断结果不明确者; ⑥资料严重缺漏及信息存疑的调查者。

### 1.2 研究方法

1.2.1 资料采集 在经过专业培训的人员指导下, 以统一制定的体检标准为基础, 以问卷调查的形式完成健康评估和相

关病史采集, 采集内容包括性别、年龄、吸烟史、糖尿病史等。通过医院体检中心体检系统获得体检人群的体检数据, 内容包括一般检查 (身高、体质质量、收缩压) 和生化检查 (总胆固醇)。

1.2.2 ASCVD 发病风险评估 根据动脉粥样硬化性心血管病发病风险评估彩图 (见图 1)<sup>[1]</sup> 作为危险分层的参考标准, 计算研究对象 ASCVD 发生风险等级, 并将研究对象分为 2 组即低危组 (ASCVD 发生风险 < 5%) 和中高危组 (ASCVD 发生风险 ≥ 5%), 其中非高危中 TC < 3.1 mmol/L 且 LDL-C < 1.8 mmol/L 者, 在本研究中被直接归为低危人群。

1.2.3 体成分测量 采用西门子 64 排螺旋 CT 扫描机进行扫描。患者按常规 CT 扫描方式摆位, 扫描范围从肺尖到第四腰椎下缘, 扫描参数为 120 kV、200 mAs、FUC: 1.000、FOV: 500 mm。①测量骨密度均值: 采用标准重建算法 Br40f3, 将扫描患者层厚 1 mm 的肺部纵膈窗重建数据 (窗宽 400 HU, 窗位 40 HU) 图像传至 QCT PRO V6.1 工作站进行测量, 在 “Slicepick” 功能中通过定位选取腰 1—腰 2 椎体水平作为参考, 在界面运用 “Spine Exam” 功能测得第一腰椎与第二腰椎骨密度, 取二者均值即为患者腰椎骨密度<sup>[8]</sup>。②测量腹部脂肪面积: 在 “Slicepick” 功能中通过定位选取腰 2 椎体水平作为参考, 因为此层面内脏脂肪面积与总内脏脂肪的相关性最高, 能较好地预测总内脏脂肪面积。在界面运用 “Spine Exam” 功能测得腹腔内脂肪面积测量值。③测量肝脏脂肪均值: 在自动重建的三维图像上, 选取门静脉右支进入肝脏层面, 分别于左前叶、右中叶、右前叶和右后叶中心区域选取横截面积为 290 ~ 310 mm<sup>2</sup>、层厚 1 mm 的感兴趣区 (regions of interest, ROI)。将重建数据图像传至 QCT PRO V6.1 工作站进行测量, 测量时尽量避开肝内血管和胆管, 取 4 个 ROI 测量值的平均值为最终 QCT 测量肝脏脂肪结果 (图 2A~C)。

1.2.4 体适能测试 参考《国民体质测定标准手册》<sup>[9]</sup>, 由经过专业培训的测试人员为受试者进行体适能测试, 测试仪器为厦门家康天下体适能评估仪器, 该系统基于体感图像处理技术, 运用多种体适能评估算法、动作比对算法, 可以实现对健康体适能, 包括心肺耐力、肌肉力量、柔韧性, 以及竞技体适能, 包括反应力、平衡力的快捷准确的测试。测试方法: ①心肺耐力——台阶指数: 受试者戴心率表, 按节拍器节奏登台阶 3 min (男: 台高 30 cm, 女台高 25 cm, 频率 96 次/min), 记录运动后 1 ~ 1.5 min、2 ~ 2.5 min 和 3 ~ 3.5 min 的心率, 台阶指数 = 运动时间 (s) × 100 / [2 × (3 次心率之和)]; ②肌肉力量——最大握力: 手持握力计, 身体直立双臂自然下垂, 用手最大力紧握握柄, 取最大值, 单位 kg; ③柔韧性——坐位体前屈: 受试者赤脚坐在测试台上, 双腿伸直, 脚跟并拢, 脚尖自然分开, 双掌蹬在测试台平板上, 然后掌心向下, 双臂并拢平伸, 上体前屈, 双手向前延伸至极限, 测量延伸的最长距离, 测 3 次取最大值, 单位 cm; ④反应力——简单反应时: 受试者根据语音提示, 以最快速度对视觉信息做出反应, 测 3 次取最小值, 单位 ms。简单反应时越长, 反应力水平越低。⑤平衡力——单脚闭眼站立时间: 受试者双手抱胸、闭眼, 后抬起任意一只脚, 同时仪器感应开始计时, 当受试者撑脚移动或脚落地时, 停止计时。测 3 次取最大值, 单位 s。

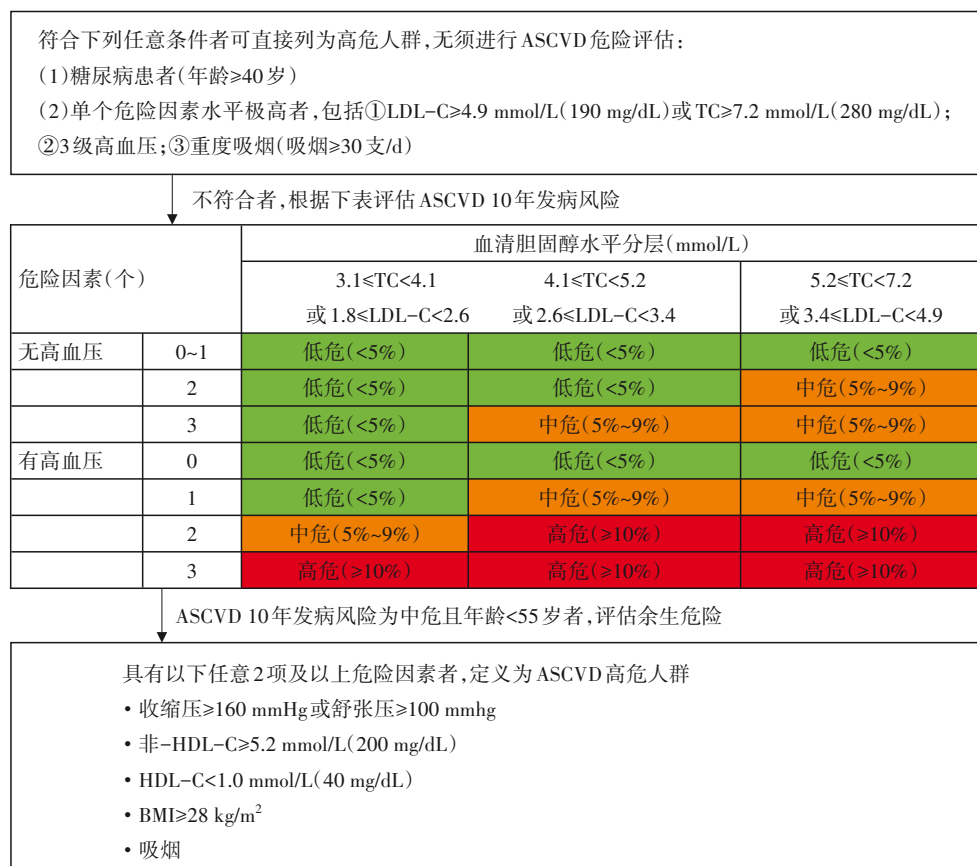


图1 动脉粥样硬化性心脏病发病风险评估彩图

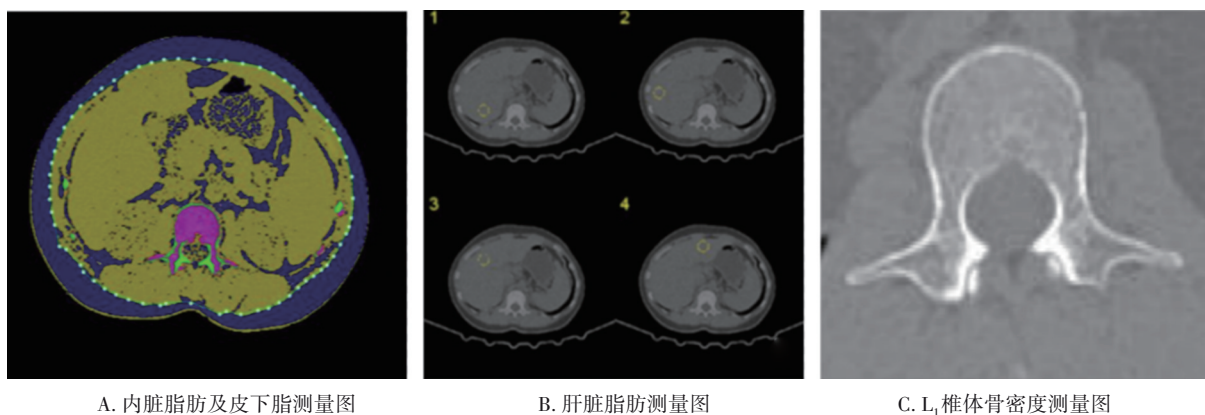


图2 QCT测量体成分

### 1.3 统计学方法

数据分析采用R语言(version 3.4.1)统计软件。计数资料以 $n(\%)$ 表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验;正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用两独立样本 $t$ 检验分析;非正态分布数据采用中位数 $M_d(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用Mann-Whitney  $U$ 检验;采用有序多分类logistic回归分析探索体适能与ASCVD的关系。以ASCVD发生风险是否为中高危为因变量,将性别及单因素分析中有意义的项目作为自变量代入到回归模型中,采用Forward: Conditional逐步回归法进行二元logistic回归分析;以AUC来评价模型

的区分度,Homer-Lemeshow拟合优度检验来评价模型的校准度,绘制DCA曲线来评价模型的临床有效性;以双侧 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 建模集与验证集研究对象基本情况

建模集与验证集的ASCVD发生风险呈中高危占比分别为44.3%和40.5%。2集间年龄、婚姻状况和家族糖尿病史间有统计学差异( $P < 0.05$ ),其他差异均无统计学意义(表1)。



表 1 建模集与验证集研究对象基本情况比较( $n, \%, \bar{x} \pm s$ )

研究因素	建模集 ( $n=1\ 200$ )	验证集 ( $n=420$ )	$\chi^2/t$ 值	$P$ 值
ASCVD 危险度			1.885	0.170
	668(55.7)	250(59.5)		
	532(44.3)	170(40.5)		
性别			1.867	1.172
男	674(56.20)	253(60.00)		
女	526(43.80)	169(40.00)		
年龄/岁	50.78 $\pm$ 5.19	49.93 $\pm$ 5.41	2.822	0.004
体质指数/( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ )	24.08 $\pm$ 2.85	23.93 $\pm$ 3.08	1.734	0.083
婚姻状况 <sup>a</sup>			7.385	0.025
未婚	14(1.4)	7(1.7)		
已婚	960(96.2)	378(93.1)		
离异或丧偶	24(2.4)	21(5.2)		
文化程度 <sup>a</sup>			2.755	0.431
本科以上	77(7.8)	54(13.3)		
本科或大专	611(61.7)	248(60.9)		
高中或中专	145(14.6)	48(11.8)		
初中及以下	157(15.9)	57(14.0)		
家庭平均月收入 <sup>a</sup> /元			1.865	0.601
< 3 000	95(9.9)	33(8.2)		
3 000 ~	176(18.4)	73(18.2)		
5 000 ~	363(38.0)	148(36.8)		
10 000 ~	321(33.6)	148(36.8)		
高血压	174(14.5)	59(14.0)	0.052	0.820
糖尿病	67(5.6)	22(5.2)	0.071	0.789
家族高血压	440(44.3)	188(45.5)	0.049	0.824
家族糖尿病	146(14.7)	90(21.8)	10.547	0.001
有吸烟史	369(30.8)	144(34.3)	1.797	1.180
有饮酒史 <sup>a</sup>	540(45.4)	185(44.0)	0.025	0.875
运动情况 <sup>a</sup>			3.342	0.188
经常	484(40.6)	158(37.6)		
偶尔	417(35.0)	168(40.0)		
很少/从不	290(24.3)	94(22.4)		
饮食偏好 <sup>a</sup>			3.733	0.155
荤素搭配	1 054(88.9)	357(86.9)		
偏素食	77(6.5)	38(9.2)		
偏荤食	55(4.6)	16(3.9)		

注:a,该项目存在数据缺失情况;经常运动定义为每周进行快走、慢跑、骑车或游泳等运动3次及以上,每次运动不低于0.5 h,并且坚持运动超过3个月

## 2.2 基于体成分和体适能数据的 ASCVD 发生风险的单因素分析结果

建模集 1 200 名研究对象中有 ASCVD 发生风险为中高危,占总人数的 44.3%。单因素分析结果显示:中高危组男性占比高于女性( $P<0.05$ );体成分方面,中高危组肝脏脂肪均值、腹部肌肉面积、内脏脂肪面积、腹部脂肪比高于低危组,骨密度均值、皮下脂肪面积低于低危组( $P$ 均 $<0.05$ );体适能方面,中高危组的最大握力、握力体重指数水平均高于低危组,体力指数、柔韧性、平衡力水平均低于低危组( $P$ 均 $<0.05$ )。反应力水平在两组间未见统计学差异(表 2)。

## 2.3 基于体成分和体适能数据的 ASCVD 发生风险的多因素分析结果

结果显示:男性( $OR=8.591$ , 95%CI=5.258~14.038)、肝脏脂肪均值( $OR=1.047$ , 95%CI=1.019~1.076)、腹部肌肉面积( $OR=1.005$ , 95%CI=1.002~1.009)、腹部脂肪比( $OR=1.391$ , 95%CI=1.154~1.677)与 ASCVD 发生风险呈正相关,骨密度均值( $OR=0.984$ , 95%CI=0.980~0.989)、握力体重指数( $OR=0.973$ , 95%CI=0.958~0.988)和平衡力( $OR=0.976$ , 95%CI=0.958~0.993)与 ASCVD 发生风险呈负相关(表 3)。

## 2.4 建立 ASCVD 风险评估模型

将多因素 logistic 回归分析最终筛选出的 7 个独立危险因素作为最终的预测因子,代入 logistic 回归模型公式  $\text{Logit}(P)=\ln \frac{P}{1-P}=\beta_0+\beta_1 X_1+\beta_2 X_2+\dots+\beta_n X_n$  中,可以得到 ASCVD 发生风险呈中高危的风险评估模型为:  $\text{Logit}(P)=-0.298+2.151 \times \text{性别}+0.046 \times \text{肝脏脂肪均值}-0.016 \times \text{骨密度均值}+0.005 \times \text{腹部肌肉面积}+0.330 \times \text{腹部脂肪比}-0.027 \times \text{握力体重指数}-0.025 \times \text{平衡力}$ 。并将 ASCVD 风险评估模型以列线图形式(Nomogram)呈现,如图 3 所示。

## 2.5 ASCVD 风险评估模型的验证与评价

2.5.1 模型的区分度评价 建模集中 AUC=0.845(95%CI=0.820~0.865),标准误为 0.011,  $P<0.001$ (图 4A),临界点即约登指数最大值为 0.468,此时对应敏感度为 81.2%,特异度为

表 2 基于体成分和体适能的 ASCVD 发生风险的单因素分析[( $n, \%$ ),  $M_d(P_{25}, P_{75})$ ,  $\bar{x} \pm s$ ]

研究因素	ASCVD 低危( $n=668$ )	ASCVD 中高危( $n=532$ )	$\chi^2/Z/t$ 值	$P$ 值
性别			338.905	<0.001
男性	218(32.6)	456(85.7)		
女性	450(67.4)	76(14.3)		
体成分				
肝脏脂肪	4.7(3.2, 7.1)	5.9(3.7, 9.7)	-5.705	<0.001
骨密度均值( $\text{mg/cc}$ )	142.76 $\pm$ 33.44	128.22 $\pm$ 28.58	8.113	<0.001
腹部肌肉面积/ $\text{cm}^2$	252.28 $\pm$ 45.18	291.07 $\pm$ 45.78	-16.758	<0.001
皮下脂肪面积/ $\text{cm}^2$	105.53 $\pm$ 42.36	92.69 $\pm$ 39.04	5.427	<0.001
内脏脂肪面积/ $\text{cm}^2$	123.73 $\pm$ 58.11	194.56 $\pm$ 66.36	-19.317	<0.001
腹部脂肪比	1.34 $\pm$ 0.86	2.35 $\pm$ 1.03	-18.007	<0.001
体适能				
体力指数	65.50 $\pm$ 10.55	63.42 $\pm$ 10.35	3.377	0.001
柔韧性/ $\text{cm}$	8.1(2.7, 13.4)	5.1(-1.0, 9.7)	-7.014	<0.001
反应力/ $\text{ms}$	481.35 $\pm$ 63.3	484.29 $\pm$ 59.94	-0.819	0.413
最大握力/ $\text{kg}$	26.48 $\pm$ 7.97	32.97 $\pm$ 7.36	-14.448	<0.001
握力体重指数	43.54 $\pm$ 10.57	47.29 $\pm$ 10.14	-6.172	<0.001
平衡力/ $\text{s}$	5.1(2.8, 10.4)	4.2(2.5, 8.0)	-3.735	<0.001

注:腹部脂肪比=内脏脂肪面积/皮下脂肪面积

74.9%;在验证集中 AUC=0.806(95%CI=0.756~0.840),标准误差为 0.021,  $P<0.001$  (图 4B),临界点即约登指数最大值为 0.475,此时对应敏感度为 82.7%,特异度为 70.6%。说明该

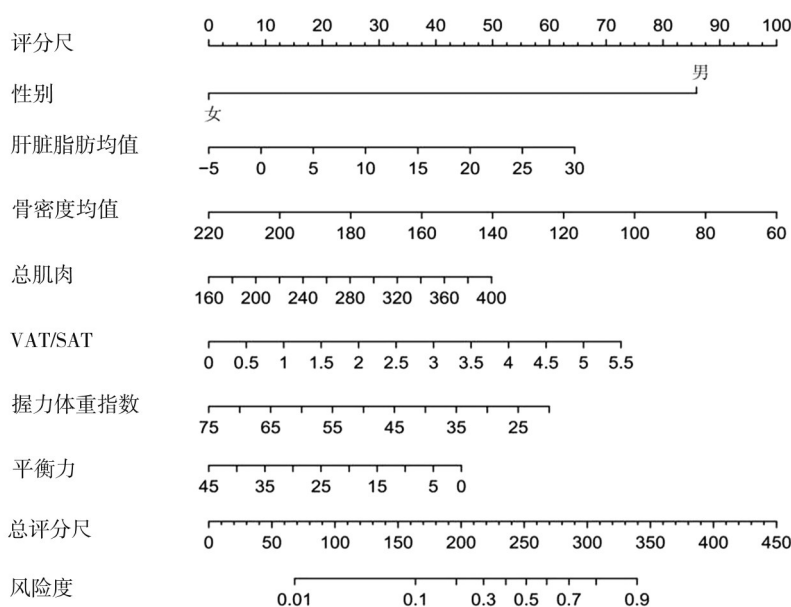
评估模型在建模人群和验证人群应用时均具有良好的辨别能力,能够较为准确的预测 2 组人群的 ASCVD 发生风险。

2.5.2 模型的校准度评价 分别对建模集和验证集进行

表 3 基于体成分和体适能的 ASCVD 发生风险的多因素分析

影响因素	$\beta$	SE	P	OR	95%CI	
					下限	上限
常量	-0.298	0.597	0.618	0.743		
男性	2.151	0.251	<0.001	8.591	5.258	14.038
肝脏脂肪均值	0.046	0.014	0.001	1.047	1.019	1.076
骨密度均值	-0.016	0.002	<0.001	0.984	0.980	0.989
腹部肌肉面积	0.005	0.002	0.005	1.005	1.002	1.009
腹部脂肪比	0.330	0.095	0.001	1.391	1.154	1.677
握力体重指数	-0.027	0.008	<0.001	0.973	0.958	0.988
平衡力	-0.025	0.009	0.007	0.976	0.958	0.993

注:腹部脂肪比=内脏脂肪面积/皮下脂肪面积



注:在实际采用 CT 进行肝脏脂肪测量时,扫描结果会受到被检者肝脏内铁质沉积的影响,故而导致肝脏脂肪均值出现负值

图 3 预测 ASCVD 发生风险的 Nomogram 图

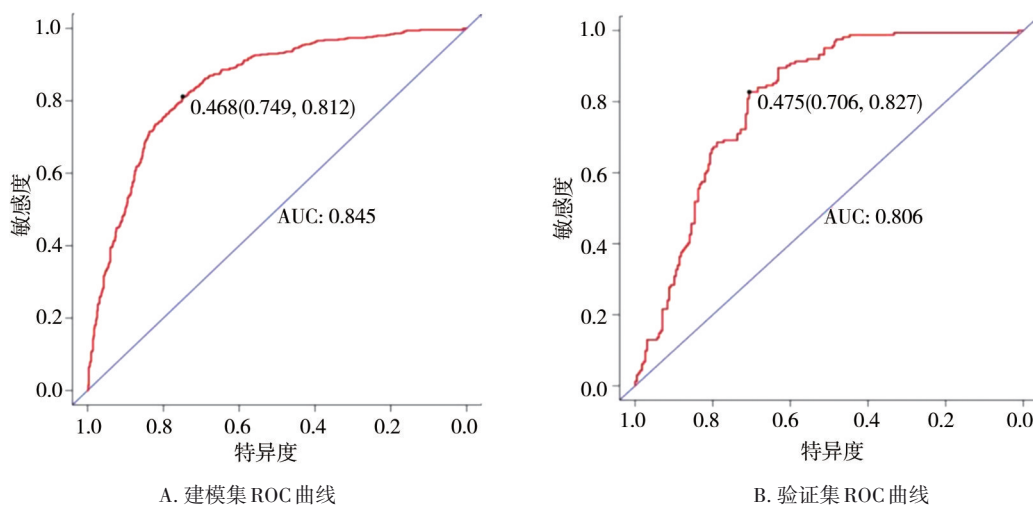


图 4 ASCVD 风险评估模型 ROC 曲线

Homer-Lemeshow 拟合优度检验,结果显示在建模集中 HL 检验  $P=0.903$ (图 5A),在验证集中 HL 检验  $P=0.027$ (图 5B),说明该评估模型在建模人群中拟合校正能力较好,但在验证人群并不具有良好拟合校正效能。

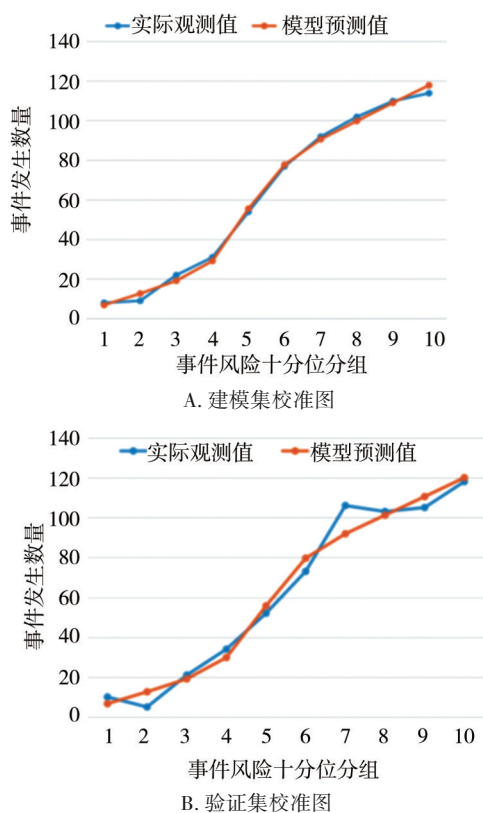


图5 ASCVD风险评估模型校准图

2.5.3 模型的临床有效性评价 通过绘制决策分析曲线 (DCA)来验证所建立模型的临床有效性。本研究的DCA在横坐标(患病风险概率)为2%~58%之间均位于None线(不干预)和All线(全部干预)的上方(图6),研究人群中ASCVD发生风险水平呈中高危占比为43.3%。纵坐标显示净效益在横轴上方,即利大于弊,说明该预测模型在临床上具有较好的应用价值。

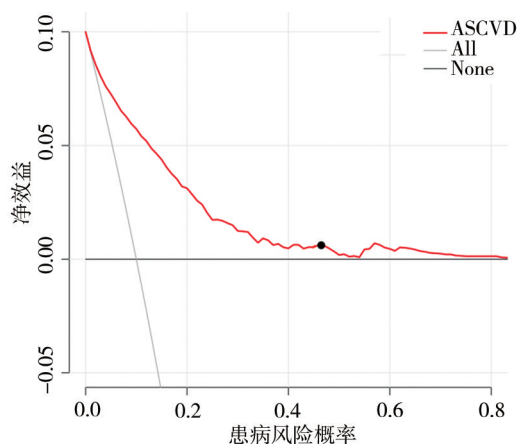


图6 ASCVD风险评估模型的DCA曲线

### 3 讨论

本研究结果表明,ASCVD发生风险呈中高危的独立影响因素有骨密度、肝脏脂肪、腹部肌肉面积、腹部脂肪比、握力体质指数和平衡力。

通过QCT测得的腹部肌肉横截总面积是ASCVD发生风险的独立危险因素,肌肉面积越大,ASCVD发生风险越高,然而该结果与现今相关研究结果相悖。既往研究表明:肌少症的患病率与心血管危险因素数量成正比,肌肉减少直接或间接与影响心血管疾病相关<sup>[10-13]</sup>。分析差异原因可能为本研究采用QCT进行腹部肌肉横切面积测量时仅能对肌群单一层面进行检测,而对肌肉的萎缩减少及脂肪浸润情况只能进行初步的观察和分析,无法代表全腹部肌肉的真实情况,若想较为全面地分析全腹部肌肉情况还需改良方法进行进一步研究。心肺耐力是心血管疾病和死亡风险有力且独立的预测指标,高水平的心肺耐力能够独立降低心血管相关疾病的发病风险<sup>[14-16]</sup>。但在本研究多因素分析结果显示心肺耐力并非ASCVD的独立影响因素,可能是由于台阶指数虽能对心血管功能水平做出“优”或“劣”的定性区分,但很难在其基础上进行更为精准的量化评估<sup>[17-20]</sup>,因此并不能很好地代表心肺耐力的真实情况。因此,建议今后的类似研究中,在保证受试者安全的前提下,可使用最大摄氧量这一最优指标来评估心肺耐力。本研究发现平衡力是ASCVD的独立影响因素。平衡力较差的人,其体质量与甘油三酯水平较高<sup>[21-23]</sup>,可间接印证平衡力对心血管疾病的影响。但国内学者黄晖明<sup>[24]</sup>表明:平衡能力与心血管疾病风险不相关,并且其作用机制也尚未被阐明,故有待后续研究对其开展深度探索。

本研究所建立的ASCVD风险评估模型虽具有较好的区分度和临床适用性,但在不同的数据集中拟合度并不是很理想,后续有必要扩大样本量进一步对模型进行改良和完善。虽然运用多因素logistic回归模型公式进行ASCVD中高发生风险的实际概率计算是最本质、最内核、最精确的,但其在日常应用中计算较为繁琐,使用不方便。因此本研究最终建立了ASCVD发生风险列线图风险评估模型,不但可以将原有的模型保持在一定的准确性上,而且简化了原本甚为繁琐计算过程,使其有利于实际应用,但需要将连续性变量进行切割,且在进行肉眼比对时不够精确,从而会导致评估结果的准确度在一定程度上有所降低,是该方法所存在的弊端。

本研究存在局限性:①属于横断面研究,无法得出各因素与 ASCVD 发生风险间的因果联系,未来需开展纵向研究以确认结果;②为单中心研究,会对造成偏倚,若将研究结果推广到正常成年人群时需慎重;③对 CT 重建三维图像中的感兴趣区范围为手动勾画,存在主观性,会造成一定误差和偏倚;④部分指标的重测信度较低,研究结果仅供参考。

## 参 考 文 献

- [1] 中国心血管病预防指南(2017)写作组,中华心血管病杂志编辑委员会. 中国心血管病预防指南(2017)[J]. 中华心血管病杂志, 2018,46(1):10-25.
- Chinese Guidelines for prevention of cardiology(2017) Writing Group, Editorial Board of Chinese Journal of Cardiovascular Disease. Chinese guidelines for cardiovascular disease prevention(2017)[J]. Chinese Journal of Cardiology, 2018,46(1):10-25.
- [2] 马丽媛,王增武,樊静,等.《中国心血管健康与疾病报告 2021》要点解读[J]. 中国全科医学,2022,25(27):3331-3346.
- Ma LY, Wang ZW, Fan J, et al. Interpretation of the key points of the China Cardiovascular Health and Disease Report 2021[J]. Chinese Family Medicine, 2022,25(27):3331-3346.
- [3] Collins G, Reitsma J, Altman D, et al. Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): the TRIPOD statement[J]. BMJ, 2015,67(6):1142-1151.
- [4] Martin GP, Mamas MA, Peek N, et al. Clinical prediction in defined populations: a simulation study investigating when and how to aggregate existing models[J]. BMC Med Res Methodol, 2017,17(1):1
- [5] MoonsKGM, RoystonP, VergouweY, et al. Prognosis and prognostic research: what, why, and how?[J]. BMJ, 2009,338:b375.
- [6] Gerds TA, Cai TX, Schumacher M. The performance of risk prediction models[J]. Biom J, 2008,50(4):457-479.
- [7] 史斐. 疾病定义的变化对我国重疾险的影响[J]. 现代交际, 2021(18):216-217.
- Shi F. The impact of the change of disease definition on serious disease insurance in China[J]. Modern Communication, 2021(18):216-217.
- [8] 程晓光,王亮,曾强,等.中国定量CT(QCT)骨质疏松症诊断指南(2018)[J]. 中国骨质疏松杂志,2019,25(6):733-737.
- Cheng XG, Wang L, Zeng Q, et al. Chinese Quantitative CT(QCT) Diagnostic Guidelines for osteoporosis(2018)[J]. Chinese Journal of Osteoporosis, 2019,25(6):733-737.
- [9] 国家体育总局. 国民体质测定标准手册(成年人部分)[M]. 人民体育出版社,2003.
- State General Administration of Sport. National Physical Fitness Standard Manual(Adult Part) [M]. People's Sports Press, 2003.
- [10] Han E, Kim G, Hong N, et al. Association between dietary acid load and the risk of cardiovascular disease: nationwide surveys (KNHANES 2008-2011)[J]. Cardiovasc Diabetol, 2016,15(1):122.
- [11] Han PP, Yu HR, Ma YX, et al. The increased risk of sarcopenia in patients with cardiovascular risk factors in Suburb-Dwelling older Chinese using the AWGS definition[J]. Sci Rep, 2017,7(1):9592.
- [12] Kim JH, Cho JJ, Park YS. Relationship between sarcopenic obesity and cardiovascular disease risk as estimated by the Framingham risk score[J]. J Korean Med Sci, 2015,30(3):264-271.
- [13] Stephen WC, Janssen I. Sarcopenic-obesity and cardiovascular disease risk in the elderly[J]. J Nutr Health Aging, 2009,13(5):460-466.
- [14] Williams PT. Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis[J]. Med Sci Sports Exerc, 2001,33(5):754-761.
- [15] Blair SN, Kohl HW, Barlow CE, et al. Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy and unhealthy men[J]. JAMA, 1995,273(14):1093-1098.
- [16] Sui XM, Lee DC, Matthews CE, et al. Influence of cardiorespiratory fitness on lung cancer mortality[J]. Med Sci Sports Exerc, 2010,42(5):872-878.
- [17] Montoye HJ. The Harvard step test and work capacity[J]. Rev Can Bio, 1953,11(5):491-499.
- [18] 欧世伟. 现行台阶试验测试指数科学性质疑[J]. 福建工程学院学报, 2013,11(1):93-96.
- Ou SW. Study on the scientific nature of test index of current step test [J]. Journal of Fujian University of Technology, 2013,11(1):93-96.
- [19] 王健,邓树勋. 台阶试验质疑[J]. 中国体育科技, 2003(2):62-65.
- Wang J, Deng SX. Question of step test[J]. China Sports Science and Technology, 2003(2):62-65.
- [20] 姚平,李俊波. 对《国家学生体质健康标准》中台阶试验测试项目质疑[J]. 文体用品与科技, 2014(21):33,40.
- Yao P, Li JB. Questions about the step test items in "National Students' Physical Health Standards"[J]. Sports and Cultural Products and Technology, 2014(21):33,40.
- [21] 马微波,刘悦文,郭琪,等. 老年人平衡功能障碍的多成因跌倒分析[J]. 中国康复, 2020,35(10):547-551.
- Ma WB, Liu YW, Guo Q, et al. Analysis of multi-causal falls in elderly people with balance dysfunction[J]. Chinese Journal of Rehabilitation, 2020,35(10):547-551.
- [22] 彭丽霞,张勇,陈梦雪,等. 重庆市 30~65 岁体检人群体适能与血压、血脂及血糖的关系[J]. 保健医学研究与实践, 2022,19(1):30-36.
- Peng LX, Zhang Y, Chen MX, et al. Relationship between fitness and blood pressure, lipids and blood glucose in a group of people aged 30-65 years in Chongqing medical examination[J]. Health Medicine Research and Practice, 2022,19(1):30-36.
- [23] Lee JJ, Hong DW, Lee SA, et al. Relationship between obesity and balance in the community-dwelling elderly population: A cross-sectional analysis[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2020,99(1):65-70.
- [24] 黄晖明. 基于心血管疾病风险关联的 40~59 岁成年人身体适能评价研究[D]. 上海体育学院, 2018.
- Huang HM. A study on physical fitness evaluation of adults aged 40-59 years based on cardiovascular disease risk association[D]. Shanghai University of Sport, 2018.

(责任编辑:冉明会)