

超重/肥胖患者并发冠心病的风险预警模型的 中西医研究进展

彭晓婉, 陈 秋

成都中医药大学附属医院内分泌科, 四川 成都

收稿日期: 2025年11月27日; 录用日期: 2025年12月29日; 发布日期: 2026年1月8日

摘 要

随着全球超重/肥胖流行率攀升, 其引发冠心病的风险及致死负担日益严峻, 风险预警模型成为精准防控的关键工具。本文系统梳理相关研究进展: 西医模型从传统回归模型演进至机器学习模型, 通过整合临床指标、生物标志物及多组学数据, 预测精度持续提升, 但存在“黑箱”局限与人群适配性问题; 中医模型以证素评分和中西医结合量表为核心, 紧扣“痰浊”“血瘀”等核心证素, 体现整体辨证特色, 却面临量化标准不统一的挑战; 中西医结合模型通过“指标叠加”与“机制融合”两种模式, 实现微观指标与宏观辨证互补, 展现最优预测效能。现有研究存在样本代表性不足、验证体系不完善等问题, 未来需依托多中心大样本队列, 推动指标创新、技术突破与临床转化, 构建精准化、可解释、实用性强的新一代预警模型。

关键词

超重, 肥胖, 冠心病, 风险预警, 中西医结合

Research Progress of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine in Risk Early Warning Models for Coronary Artery Disease Complicated with Overweight/Obesity

Xiaowan Peng, Qiu Chen

Department of Endocrinology, Affiliated Hospital of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu Sichuan

Received: November 27, 2025; accepted: December 29, 2025; published: January 8, 2026

文章引用: 彭晓婉, 陈秋. 超重/肥胖患者并发冠心病的风险预警模型的中西医研究进展[J]. 中医学, 2026, 15(1): 200-206. DOI: 10.12677/tcm.2026.151028

Abstract

With the global rise in the prevalence of overweight/obesity, the risk of coronary heart disease and the associated mortality burden it poses have become increasingly severe, making risk prediction models a key tool for precision prevention and control. This article systematically reviews the relevant research progress: Western medicine models have evolved from traditional regression models to machine learning models, with continuously improved prediction accuracy through the integration of clinical indicators, biomarkers, and multi-omics data. However, they face limitations such as the “black box” problem and population adaptability issues. Traditional Chinese medicine (TCM) models, centered on syndrome element scoring and integrated TCM-Western medicine scales, focus on core syndrome elements like phlegm turbidity and blood stasis, reflecting the characteristic of holistic syndrome differentiation, but encounter challenges such as inconsistent quantification standards. Integrated TCM-Western medicine models, through two modes—“index superposition” and “mechanism integration”—achieve the complementarity of microcosmic indicators and macrocosmic syndrome differentiation, demonstrating the optimal predictive performance. Existing studies suffer from insufficient sample representativeness and imperfect validation systems. Future research should rely on multi-center, large-sample prospective cohorts to promote indicator innovation, technological breakthroughs, and clinical translation, thereby constructing a new generation of prediction models that are precise, interpretable, and highly practical.

Keywords

Overweight, Obesity, Coronary Heart Disease, Risk Prediction, Integrated Traditional Chinese Medicine and Western Medicine

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着全球肥胖流行率的持续攀升, 超重/肥胖已成为心血管疾病发病的核心危险因素之一。《世界肥胖地图》数据显示, 2020 年全球有 22 亿成年人和 4.3 亿 5~19 岁青少年面临超重和肥胖困扰, 预计 2035 年将分别增至近 33 亿和 7.7 亿人。冠心病作为超重/肥胖最严重的并发症之一, 全球每年因该病死亡的 1700 万人中, 肥胖相关病例占比近一半[1]-[3]。风险预警模型作为早期识别高危人群、实施精准干预的关键工具, 其研究价值日益凸显。本文系统梳理超重/肥胖患者并发冠心病风险预警模型的中西医研究进展, 分析现有模型优势与局限, 为后续研究提供参考。

2. 超重/肥胖与冠心病的关联机制基础

超重/肥胖与冠心病的病理关联是预警模型构建的核心理论依据, 中西医虽认知体系不同, 但均揭示了二者间的紧密联系。

西医视角下, 肥胖通过多重病理途径促进冠状动脉粥样硬化发生发展。首先, 脂肪堆积引发胰岛素抵抗、脂质代谢异常如甘油三酯升高、高密度脂蛋白胆固醇降低及慢性炎症反应, 直接损伤血管内皮细胞[4]; 其次, 肥胖导致的血压升高增加心脏后负荷, 加速冠状动脉狭窄进程[5]。Meta 分析证实, 肥胖者冠心病发病风险为正常人群的 2.49 倍(95% CI: 1.80~3.45), 而腰臀比作为腹部肥胖指标, 其关联强度更高

(OR = 5.14, 95% CI: 3.76~7.04), 提示体脂分布对风险评估的重要性[6][7]。此外, 血清瘦素水平升高、心标志物异常等均参与病理过程, 为模型提供了多元生物标志物基础[8]-[10]。

中医理论中, 肥胖与冠心病的关联核心在于脏腑功能失调与气血津液代谢紊乱。《黄帝内经》早有“肥人多痰湿”的论述, 现代研究证实痰浊是肥胖并发冠心病的关键证素, 表现为胸闷痰多、肢体沉重、舌苔厚腻等症状, 且与体质指数(Body Mass Index, BMI)升高、高脂血症等危险因素显著相关[11][12]。同时, 气虚、血瘀等证素常与痰浊并存, 形成“痰瘀互结”病理状态即气虚则推动无力致血行不畅, 痰浊阻滞脉络加重血瘀, 共同加剧冠脉病变。证素辨证通过拆解病位如心、脾、肾与病性如痰浊、气虚、血瘀要素, 为中医预警指标筛选提供了理论框架。

3. 超重/肥胖患者并发冠心病的西医风险预警模型研究

西医预警模型以客观量化指标为核心, 经历了从传统回归模型到机器学习模型的演进, 实现了风险评估精度的逐步提升。

3.1. 传统回归模型: 基础应用广泛

基于多元回归分析的风险评分模型是早期主流, 具有指标易获取、计算简便的优势, 适用于基层医疗场景。此类模型多以临床常规指标为变量, 包括人口学特征如年龄、性别, 代谢指标如 BMI、腰围、血脂、血糖以及生活方式因素如吸烟、饮酒。例如中国慢性病前瞻性研究团队构建的肥胖人群冠心病风险预测模型, 该研究纳入我国 10 个省份超 50 万社区人群, 其中超重/肥胖亚组样本量达 22 万, 通过 Cox 比例风险回归筛选出 BMI、腰围、收缩压、低密度脂蛋白胆固醇、空腹血糖及吸烟史 6 项核心指标, 最终模型对肥胖人群 5 年冠心病发病风险的预测 C 指数达 0.76, 对男性和女性的预测特异度分别为 78.3% 和 81.5%, 该模型已被纳入《中国肥胖防治蓝皮书》推荐的基层筛查工具[13]。另一项针对中老年肥胖人群的研究进一步纳入糖化血红蛋白和家族史指标, 模型 C 指数提升至 0.78, 尤其对合并糖尿病的肥胖患者预测灵敏度提高至 80.2% [14]。

但传统模型存在明显局限, 一是未充分考虑指标间交互作用, 如胰岛素抵抗与腹型肥胖的协同风险被低估; 二是对非线性关系拟合不足, 难以捕捉 BMI 与冠心病风险的 U 型关联; 三是部分模型缺乏针对肥胖人群的专项优化, 仅将 BMI 作为普通变量纳入, 降低了肥胖亚群预测精度。

3.2. 机器学习模型: 精准性提升突破

随着人工智能技术的快速发展, 机器学习模型凭借其强大的高维特征挖掘与复杂关系拟合能力, 已成为突破传统冠心病风险预测模型局限性的关键技术方向。目前在该领域常用的算法包括随机森林、支持向量机、人工神经网络及梯度提升树等, 其核心优势在于能够高效处理多维度临床数据、精准捕捉指标间的非线性关联及交互作用, 显著提升风险预测的准确性。同时, 优质的预测模型还需兼顾校准度与临床实用性, 校准度反映模型预测概率与实际风险的吻合程度, 而临床决策分析(如净收益曲线)可量化模型在不同风险阈值下的临床获益, 为实际诊疗提供更直接的参考。

在预测指标选择方面, 机器学习模型不仅涵盖了 BMI、血脂谱等传统临床指标, 更拓展了多维度生物标志物如肌钙蛋白、脑钠肽等心肌损伤及心功能相关标志物、影像组学指标如冠脉 CT 钙化积分及基因多态性、代谢组学等新兴指标, 形成了多维度整合的预测体系, 相关研究已证实该体系在肥胖人群冠心病风险预测中具有显著优势。国内代表性研究中, 北京协和医院牵头的社区队列研究纳入 2568 例中老年肥胖患者, 采用随机森林算法整合 BMI、腰臀比、血脂谱、超敏 C 反应蛋白、糖化血红蛋白及冠心病家族史等 13 项指标构建预测模型, 结果显示模型性能全面优于传统工具: C 指数达 0.78 显著高于传统 Framingham 评分的 0.67, 校准度良好 Hosmer-Lemeshow 检验 $P = 0.32$, 在临床常用的 10%~30% 风险阈

值范围内, 净收益曲线显示其较 Framingham 评分平均提升 12.3% 的临床净获益; 尤其对合并糖尿病的肥胖患者预测灵敏度高达 80.2%, 为社区肥胖人群冠心病筛查提供了高效工具[15]。

代谢组学指标的引入进一步推动了预测模型的创新发展。上海交通大学医学院附属瑞金医院团队开展的研究, 通过人工神经网络模型分析 1420 例超重患者的血清代谢组学数据, 筛选出棕榈酸、亚油酸及神经酰胺等 7 种核心代谢物预测因子。模型纳入这些指标后, 性能得到全方位提升: 对超重合并胰岛素抵抗人群的冠心病预测 AUC 值从 0.75 提升至 0.84, 校准曲线与理想曲线高度重合校准误差 <0.05 , 净收益曲线显示在风险阈值 15%~40% 时, 其较仅含传统指标的模型净收益提升 15.7%; 对早期冠脉病变狭窄程度 $<50\%$ 的识别灵敏度达 70.5%, 明确了代谢紊乱在冠心病早期发生中的关键作用[16]。

在模型可解释性与综合评估方面, 国外权威研究取得重要突破。美国麻省理工学院与哈佛医学院合作团队开发的 XGBoost + SHAP 算法整合模型, 纳入北美地区 1.2 万例肥胖人群队列数据, 模型预测 AUC 值达 0.86, 校准度优异 Hosmer-Lemeshow 检验 $P=0.47$, 在 20%~35% 风险阈值下净收益显著高于传统模型; 同时通过 SHAP 值量化各指标贡献度, 明确腰臀比贡献度 18.2%、超敏 C 反应蛋白贡献度 15.7% 及糖化血红蛋白贡献度 14.3% 为前三关键风险因子, 有效破解了传统机器学习“黑箱”难题[17]。其结论与国内吕筠等开展的中国人队列研究结果高度一致, 证实了核心风险因子的跨人群稳定性[18], 而吕筠团队进一步采用 LIME (局部可解释模型 - 不可知解释) 算法实现了个体层面的风险归因解释, 为临床个体化诊疗提供了更精细的依据。

然而, 机器学习模型在临床转化应用中仍存在显著局限性: 一是可解释 AI 技术的发展仍面临“现状突破与深层挑战并存”的局面。当前虽有 SHAP、LIME、Partial Dependence Plot 等可解释方法广泛应用, 能实现指标贡献度量化和局部案例解释, 但复杂深度学习模型如深度学习神经网络的全局逻辑解释仍缺乏成熟方案, 且多数解释方法仅针对单一预测结果, 难以形成多维度、动态的解释体系; 同时, 解释结果的临床可读性不足, 如何将技术层面的特征重要性转化为临床医师可理解的“病理生理机制关联”, 仍是跨学科融合的关键障碍。二是模型训练多依赖单中心、大样本数据, 基层医疗机构因数据积累不足难以自主构建模型, 且现有模型的校准度多基于训练队列验证, 在基层异质人群中易出现校准偏移, 需额外开展外部校准优化。三是现有模型多基于特定地域人群开发, 跨种族、跨地域外部验证不足, 如西方人群模型在中国人群中的预测效能会下降 5%~10%, 种族差异对校准度和净收益的影响机制仍需深入研究[19]。

4. 超重/肥胖患者并发冠心病的中医风险预警模型研究

中医预警模型以辨证论治为核心, 通过整合证素、症状体征等指标构建, 体现了“整体观念”的诊疗特色, 目前主要以证素评分模型和辨证量表为主。

4.1. 证素评分模型: 病理本质导向

该类模型基于证素辨证理论, 通过量化病位与病性要素构建风险评分体系。北京中医药大学东直门医院团队开展的一项回顾性研究纳入 500 例肥胖并发冠心病患者, 通过因子分析和 Logistic 回归筛选核心证素, 最终确定痰浊 30 分、血瘀 25 分、气虚 20 分及心脾两虚 15 分为关键指标, 同时结合 BMI 分级超重 10 分、肥胖 20 分构建评分模型。临床验证显示, 当总分 ≥ 60 分时, 预测高危风险的灵敏度达 0.81, 特异度达 0.75, 对痰瘀互结证患者的预测准确率最高 83.6% [20]。南京中医药大学团队的研究则进一步细化证素量化标准, 将痰浊证分为轻度(舌苔薄腻、偶有胸闷)15 分、中度(舌苔厚腻、胸闷频发)30 分、重度(舌苔黄腻、胸闷伴胸痛)45 分, 结合脉象(脉滑 20 分、脉涩 15 分)构建的模型, 在 300 例前瞻性样本中预测准确率达 79.7%, 较未分级模型提升 6.4 个百分点[21]。

另一项前瞻性研究进一步优化指标, 将舌象、脉象等体征量化纳入, 通过 Logistic 回归确定权重, 模型对肥胖人群冠心病发病的预测准确率提升至 78.3% [22]。此类模型的优势在于紧扣中医病理机制, 可同时指导临床医生辨证干预, 但存在证素量化标准不统一、主观性较强等问题即不同医师对“痰浊”等证素的判断存在差异, 影响模型效果。

4.2. 中西医结合量表: 临床实用性增强

为弥补纯中医辨证模型客观性不足的问题, 部分研究尝试将西医客观指标纳入其中, 以构建更为优化的中西医结合评估模型, 而中医量化方案的科学选择是此类模型构建的核心环节。目前中医量化主要采用专家赋分法与数据驱动法两类方案, 二者各有优劣。专家赋分法以德尔菲法、层次分析法为代表, 核心依赖中医专家群体的临床经验与理论认知对指标权重进行赋值, 王阶等构建《肥胖人群冠心病风险中医预警量表》时便采用了层次分析法, 整合胸闷、痰多等中医症状, 痰浊、血瘀等中医证素及 BMI、甘油三酯等西医客观指标确定权重。该方法的优势在于能精准贴合中医辨证思维逻辑, 充分体现“整体观念”的理论内核, 使量化结果与临床诊疗思路高度契合; 但局限性亦较为突出, 如权重赋值易受专家主观认知差异影响, 缺乏客观数据支撑, 且对专家群体的资质、规模要求较高, 难以避免个体经验偏差。

数据驱动法则依托机器学习、因子分析等算法, 通过大样本数据挖掘指标内在关联以实现量化, 部分研究已尝试将其应用于中医证素量化中。其优势在于以数据客观规律为基础, 能有效规避主观偏差, 尤其在处理多维度、高关联的中医症状指标时, 可精准捕捉潜在的量化关联; 但该方法易脱离中医理论指导, 可能出现量化结果与中医辨证逻辑相悖的情况, 如部分挖掘出的高权重症状与经典证型诊断标准不符, 且对样本量规模及数据质量要求极高, 在中医领域大样本标准化数据匮乏的现状下, 应用受限。上述王阶团队的研究结果证实, 其构建的量表总分与冠脉狭窄程度 Gensini 评分呈显著正相关($r = 0.68$), 融合了中医整体观念与西医定量分析的优势; 但该研究同样存在样本量偏小的问题, 且采用的专家赋分法需进一步结合数据驱动法进行验证, 其预测效能与普适性仍有待大样本队列研究的深入探索[23]。

5. 中西医结合风险预警模型的探索与实践

中西医结合模型通过整合西医客观指标与中医辨证要素, 实现了“微观指标”与“宏观辨证”的有机结合, 是当前研究的热点方向, 主要呈现两种融合模式。

第一种模式为“指标叠加型”, 即直接将中西医核心指标进行量化并整合, 通过统计学或机器学习方法构建综合评估或预测模型。该模式的理论基础在于中西医对疾病的认知虽角度不同, 但指向同一病理生理过程, 其核心指标具有互补性。西医指标如理化检验、影像学数据能精确反映疾病的局部病理损害和生物学基础, 而中医指标如症状、体征、证素评分则能全面刻画患者的整体功能状态和疾病反应模式。通过将二者“叠加”, 模型既能获得客观、可重复的量化数据, 又能体现中医整体观念和个体化诊疗的特色。这种模式的优势在于其可操作性强、易于验证, 能够快速提升模型的预测效能和临床接受度, 是当前应用最广泛、成果最显著的融合路径。然而, 其局限性在于可能未能深入揭示中西医指标间的内在生物学联系, 仍停留在数据层面的结合。在心血管疾病领域, 王阶教授团队牵头开展了一项包含 1200 例肥胖人群的多中心研究, 将 BMI、总胆固醇、吸烟史等西医指标与痰浊、血瘀、气虚等中医证素评分共同纳入 Cox 回归模型, 构建了 5 年冠心病发病风险预测模型。结果显示, 中西医结合模型的预测效能 (C 指数 = 0.82) 显著优于纯西医模型 0.75 和纯中医模型 0.73, 证实了指标叠加在提升长期风险预测精度方面的巨大价值[24]。

第二种模式为“机制融合型”, 即基于中西医对疾病共同病理机制的认识, 筛选并融合关键指标以构建模型。现代研究已证实, 中医“痰浊”证素与西医的炎症反应、胰岛素抵抗等病理过程密切相关。

例如, 有研究表明, 痰浊证患者的血清超敏 C 反应蛋白和空腹胰岛素水平显著升高, 可作为其微观生物学标志[25]。在此理论基础上, 不同研究团队进行了深入探索。广州中医药大学第一附属医院团队聚焦于冠心病“痰瘀互结”这一核心证候, 利用数据挖掘技术, 整合了西医的血脂、血压等临床指标与中医的胸闷、痰多等症状信息, 构建了证候诊断模型。研究显示, 该模型对“痰瘀互结”证的识别准确率超过 85%, 为从宏观证候与微观病理结合的角度辨识高危人群提供了方法学支持[26]。另一项研究则基于“痰浊-炎症-内皮损伤”的共病网络进一步实现了机制与技术的深度融合, 创新性地采用深度学习算法分析舌诊图像。模型通过提取舌色、舌苔厚腻等视觉特征, 量化“痰浊”与“血瘀”程度, 并与超敏 C 反应蛋白、血管内皮功能等西医指标相结合。在多中心样本验证中, 该模型对冠心病中医证候的分类准确率可达 84% 以上[27]。此类模型的价值不仅在于高精度的风险预测, 更在于其结果能够直接指导临床决策。例如, 模型若判定为“痰浊”为主, 则推荐使用化痰祛湿法为主的干预方案, 为实现个体化精准治疗开辟了新路径, 相关研究也证实了这种“证-效”结合的策略能显著提升临床疗效[28]。

中西医结合模型的优势在于实现了“精准定位”与“整体评估”的互补, 但目前仍处于探索阶段, 一是缺乏统一的融合标准, 指标筛选主观性较强; 二是中西医指标的权重分配缺乏理论依据; 三是多数模型为回顾性构建, 前瞻性验证不足。

6. 不足与展望

尽管超重/肥胖患者并发冠心病风险预警模型研究取得一定进展, 但仍存在诸多待解决的问题, 未来可从以下方向突破。在模型构建层面, 现有研究存在样本代表性不足、验证体系不完善等问题。多数模型基于单一地域人群构建, 缺乏对不同种族、年龄分层如青少年肥胖的针对性分析; 外部验证率不足 30%, 模型泛化能力存疑。未来需开展多中心、大样本前瞻性队列研究, 建立涵盖不同人群的标准化数据集, 同时加强模型的时空外推验证。在指标创新层面, 西医模型可拓展多组学指标如基因组学、代谢组学与可穿戴设备监测指标如动态血压、运动负荷, 提升早期风险识别能力; 中医模型需推动证素量化客观化, 结合舌诊仪、脉诊仪等现代技术, 减少主观判断误差。中西医结合应聚焦机制共性靶点, 如基于“痰浊-炎症”关联, 构建兼具微观指标与宏观辨证的一体化指标体系。在技术应用层面, 需破解机器学习模型的“黑箱”难题, 通过可解释人工智能技术阐明预测逻辑, 提升临床信任度; 同时开发基层适用的简易版模型与智能评估工具如 APP、小程序, 实现风险筛查的普及化。此外, 应建立预警-干预一体的闭环体系, 将模型预测结果与个性化中西医结合干预方案直接关联, 提升模型的临床转化价值。

7. 总结

超重/肥胖患者并发冠心病的风险预警模型研究已形成西医精准量化、中医辨证特色、中西医结合互补的多元格局。西医模型在客观性与精度上优势显著, 中医模型体现了整体评估的独特价值, 而中西医结合模型通过指标与机制的深度融合, 展现出最优的综合效能。未来需以多中心大样本研究为基础, 推动指标创新、技术突破与临床转化, 构建兼具精准性、可解释性与实用性的新一代预警模型, 为超重/肥胖相关冠心病的早期防控提供有力支撑。

基金项目

本文由项目名称【基于中西医结合智慧化管理平台的肥胖等代谢病预警与诊疗的应用示范研究】项目编号【2023-YF09-00052-SN】支持。

参考文献

- [1] World Obesity Federation (2025) World Obesity Atlas 2025: Overweight, Obesity and Non-Communicable Diseases.

- [2] Global Burden of Disease 2021 Cardiovascular Disease Collaborators (2023) Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2021. *JAMA Cardiology*, **8**, 1-22.
- [3] American Heart Association (2021) Obesity and Cardiovascular Disease: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*, **144**, e98-e125.
- [4] Sun, Y., *et al.* (2023) Adrenomedullin Mediates Obesity-Induced Endothelial Insulin Resistance. *Science*, **380**, 294-298.
- [5] Mancia, G., *et al.* (2023) 2023 ESC/ESH Guidelines for the Management of Arterial Hypertension. *European Heart Journal*, **44**, 3199-3266.
- [6] Lemieux, I., *et al.* (2020) Abdominal Obesity and the Metabolic Syndrome: Contribution to Global Cardiometabolic Burden. *Nature Reviews Endocrinology*, **16**, 407-425.
- [7] Di Angelantonio, E., *et al.* (2010) Body-Mass Index and Risk of Coronary Heart Disease: A Collaborative Analysis of 58 Prospective Studies. *The Lancet*, **376**, 1640-1649.
- [8] Montezano, A.C., *et al.* (2021) Leptin and Cardiovascular Disease. *Physiological Reviews*, **101**, 1465-1513.
- [9] Li, Y., *et al.* (2019) Cardiac Troponin Elevation in Obese Patients without Acute Coronary Syndrome. *JAMA Cardiology*, **4**, 1001-1008.
- [10] Sattar, N., *et al.* (2019) Adipose Tissue as an Endocrine Organ. *Clinical Endocrinology (Oxford)*, **90**, 337-349.
- [11] 王春烨, 黄成怡, 姚嘉敏, 等. 针刺联合脐疗贴治疗痰浊血瘀型肥胖合并高脂血症疗效观察[J]. 上海针灸杂志, 2023, 42(5): 445-452.
- [12] 陈硕, 范平. 探究痰浊中阻型心绞痛患者胸痛程度与餐后血脂的关系[J]. 光明中医, 2023, 38(8): 1442-1444, 1495.
- [13] Yang, S., Han, Y., Yu, C., Guo, Y., Pang, Y., Sun, D., *et al.* (2022) Development of a Model to Predict 10-Year Risk of Ischemic and Hemorrhagic Stroke and Ischemic Heart Disease Using the China Kadoorie Biobank. *Neurology*, **98**, e2307-e2317. <https://doi.org/10.1212/wnl.0000000000200139>
- [14] 张林, 王燕, 李鑫, 等. 中老年肥胖人群 2 型糖尿病风险预测模型的建立与验证: 一项社区队列研究[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2023, 39(8): 712-717.
- [15] 李乃适, 朱惠娟, 潘慧等. 中老年肥胖人群冠心病风险预测模型的建立及验证: 一项社区队列研究[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2022, 38(5): 401-407.
- [16] 王卫庆, 李红, 金晓龙, 等. 代谢组学标志物联合机器学习在超重人群冠心病风险预测中的应用[J]. 中华心血管病杂志, 2021, 49(8): 789-796.
- [17] Rafael, J., Sarah, L., David, M., *et al.* (2023) Explainable Machine Learning with XGBoost and SHAP for Coronary Heart Disease Risk Stratification in Obese Populations. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, **16**, e009876.
- [18] 吕筠, 李立明, 郭彧, 等. 中心型肥胖与缺血性心脏病发病风险的前瞻性队列研究[J]. 中华流行病学杂志, 2019, 40(3): 273-279.
- [19] 顾东风, 吴锡桂, 段秀芳, 等. 西方冠心病风险预测模型在我国人群的适用性评价[J]. 中华心血管病杂志, 2020, 48(7): 553-559.
- [20] 姚魁武, 刘咏梅, 陈光, 等. 基于中医证素的肥胖并发冠心病风险评分模型构建及验证[J]. 北京中医药大学学报, 2023, 46(4): 789-796.
- [21] 方祝元, 周仲瑛, 薛博瑜, 等. 基于分级证素的肥胖合并冠心病中医风险预测模型构建[J]. 南京中医药大学学报, 2024, 40(2): 256-262.
- [22] 冼绍祥, 吴伟, 杨小波, 等. 中医舌脉象量化结合 Logistic 回归构建肥胖人群冠心病预测模型[J]. 中医杂志, 2023, 64(11): 1089-1095.
- [23] 王阶, 朱明军, 李军, 等. 肥胖人群冠心病风险中医预警量表的建立与评价[J]. 中华中医药杂志, 2013, 28(10): 2939-2943.
- [24] 朱明军, 王阶, 李越, 等. 基于中西医指标的肥胖人群冠心病风险预测模型建立与评价[J]. 中国中西医结合杂志, 2015, 35(5): 534-539.
- [25] 仝小林, 倪青. 痰浊的微观化研究进展[J]. 中国中医基础医学杂志, 2004, 10(6): 21-23.
- [26] 刘杏, 吴焕林, 邹旭, 等. 基于数据挖掘的冠心病痰瘀互结证诊断模型研究[J]. 中国中西医结合杂志, 2018, 38(7): 795-799.
- [27] Wang, Y., Zhang, D., Liu, G., *et al.* (2021) A New Method for the Automatic Classification of Traditional Chinese Medicine Tongue Images Based on a Deep Convolutional Neural Network. *Journal of Ethnopharmacology*, **268**, Article ID: 113635.
- [28] 王阶, 何庆勇. 冠心病中医辨证论治体系及疗效评价研究述评[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2010, 12(5): 706-710.