

## 糖尿病前期中西医结合早期诊断的国内外进展与挑战



扫描二维码  
查看原文

彭红叶<sup>1, 2, 3</sup>, 荆雅楠<sup>1, 2</sup>, 留典淳<sup>3</sup>, 王莹<sup>4</sup>, 薛雪<sup>5</sup>, 鲁春丽<sup>1, 2\*</sup>

1.510006 广东省广州市, 广东省代谢病中西医结合研究中心(中医药研究所) 广东药科大学

2.510006 广东省广州市, 糖脂代谢病教育部重点实验室

3.100029 北京市, 北京中医药大学

4.100082 北京市海淀区北下关社区卫生服务中心中医科

5.430006 湖北省武汉市, 湖北中医药大学附属湖北省中医院肾病科/时珍实验室

\*通信作者: 鲁春丽, 助理研究员; E-mail: Jennylu@bucm.edu.cn

**【摘要】** 糖尿病前期是一种表现为空腹血糖受损、糖耐量异常或两者的混合状态的疾病,属于中医“脾瘅”范畴。随着现代生活模式的改变,糖尿病前期的患病率不断升高,具有和糖尿病相当的预后风险,及时诊断并早期干预至关重要。本文从中医学和现代医学两个角度梳理了糖尿病前期的起源与定义,发现早在《素问》成书时,中医学便已对“脾瘅”形成了一定的认识。随着循证医学的发展和规范化临床研究的实施,我国逐步构建了具有中医特色的规范化糖尿病前期临床实践指南。在诊断方面,血糖检测指标类型和阈值、中医证候诊断、中西医结合诊断模型、疾病风险评估模型、生物标志物、可穿戴设备等多种无创中西医结合诊断方法不断完善,但多针对糖尿病患者的预防而非糖尿病前期的早期诊断和筛查;餐后1 h血糖可能是未来诊断糖尿病前期或糖尿病高危人群的新指标,但需进一步研究证实以推广使用。针对糖尿病前期中西医结合早期诊断面临的诊断标准的动态性、筛查流程的复杂性、临床症状的不典型性、疾病的低知晓性等挑战,未来需不断更新和完善诊断标准,融合数字化健康管理和可穿戴设备,充分发挥中医优势,构建针对糖尿病前期人群的基于中医宏观表征与组学微观数据相结合的疾病诊断模型,开发更简便、快捷的中西医结合筛查方法,实现糖尿病前期的“早筛查、早诊断、早干预、早康复”。

**【关键词】** 糖尿病前期;脾瘅;早期诊断;中西医结合;糖尿病预防

**【中图分类号】** R 587.1 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0328

### Domestic and International Advances and Challenges in Early Diagnosis of Prediabetes with Integrated Chinese and Western Medicine

PENG Hongye<sup>1, 2, 3</sup>, JING Yanan<sup>1, 2</sup>, LIU Dianchun<sup>3</sup>, WANG Ying<sup>4</sup>, XUE Xue<sup>5</sup>, LU Chunli<sup>1, 2\*</sup>

1. Guangdong Provincial Research Center of Integration of Traditional Chinese Medicine and Western Medicine in Metabolic Diseases (Institute of Chinese medicine) / Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou 510006, China

2. Key Laboratory of Glucolipid Metabolic Disorder, Ministry of Education of China, Guangzhou 510006, China

3. Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China

4. Department of Traditional Chinese Medicine, Beixiaguan Community Health Service Center, Haidian District, Beijing 100082, China

5. Department of Nephrology/Shizhen Laboratory, Hubei Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan 430006, China

\*Corresponding author: LU Chunli, Research assistant; E-mail: Jennylu@bucm.edu.cn

**【Abstract】** Prediabetes is a condition characterized by impaired fasting glucose, impaired glucose tolerance, or a combination of both, which is classified under the category of "Pi Dan" in Traditional Chinese Medicine (TCM). With the changes in modern lifestyles, the prevalence of prediabetes is continuously rising, carrying a risk comparable to diabetes

基金项目: 广州市科学技术局 2024 年度基础与应用基础研究专题项目资助 (2024A04J4734)

引用本文: 彭红叶, 荆雅楠, 留典淳, 等. 糖尿病前期中西医结合早期诊断的国内外进展与挑战 [J]. 中国全科医学, 2025, 28 (3): 262-272. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0328. [www.chinagp.net]

PENG H Y, JING Y N, LIU D C, et al. Domestic and international advances and challenges in early diagnosis of prediabetes with integrated Chinese and western medicine [J]. Chinese General Practice, 2025, 28 (3): 262-272.

© Editorial Office of Chinese General Practice. This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 license.

prognosis. Therefore, timely diagnosis and early intervention are crucial. This article reviewed the origins and definitions of prediabetes from both TCM and modern medical perspectives, revealing that TCM had already recognized "Pi Dan" as early as the composition of the "Su Wen". With the development of evidence-based medicine and the implementation of standardized clinical research, China has gradually established the standardized clinical practice guidelines for prediabetes with TCM characteristics. Regarding diagnosis, diagnostic indicators and thresholds for monitoring blood glucose levels, various non-invasive integrated TCM and modern medical diagnostic methods, including TCM syndrome diagnosis, integrated TCM and Western medicine diagnostic models, disease risk scoring models, biomarkers, and wearable devices, have been continuously improved. However, its primary focus lies in diabetes prevention rather than the early detection and screening of prediabetes. Besides, 1-hour plasma glucose may be a new outcome for prediabetes diagnosis or identifying high-risk diabetes populations in the future. However, further research is required to validate its broader application. Addressing the challenges of dynamic diagnostic standards, complex screening processes, atypical clinical symptoms, and low disease awareness during early prediabetes diagnosis, it is imperative to continuously update and refine diagnostic standards. The integration of digital health management and wearable devices should be promoted to fully capitalize on TCM strengths in constructing disease diagnostic models that combine TCM macro manifestations and omics microdata for prediabetes. Simplified and expedited integrated TCM and modern medical screening methods can facilitate early screening, early diagnosis, early intervention, and early recovery for prediabetes.

**【Key words】** Prediabetic state; Pi Dan; Early diagnosis; Integrated traditional Chinese medicine & western medicine; Diabetes prevention

糖尿病前期 (prediabetes), 又称前驱糖尿病、血糖调节受损, 归属于中医“脾瘕”范畴, 是指从正常糖代谢向糖尿病 [包括 1 型糖尿病、2 型糖尿病 (type 2 diabetes mellitus, T2DM)、特殊类型糖尿病及妊娠期糖尿病 (gestational diabetes mellitus, GDM)] 转化的中间发展阶段, 此阶段患者的血糖水平高于正常, 但尚未达到糖尿病的诊断标准, 其主要表现为空腹血糖受损 (impaired fasting glucose, IFG)、糖耐量异常 (impaired glucose tolerance, IGT) 以及同时存在 IFG 和 IGT<sup>[1]</sup>。慢性高血糖状态与多个器官, 如眼睛、肾脏、心脏等的长期损害和功能障碍密切相关, 糖尿病前期具有和糖尿病相当的预后风险<sup>[2]</sup>。糖尿病前期 (ICD-11 编号 5A40.Z) 已成为一种明确的疾病<sup>[3]</sup>。随着《“健康中国 2030”规划纲要》<sup>[4]</sup> 和《“十四五”国民健康规划》等政策的颁布, 我国对糖尿病防治工作予以高度重视。然而目前, 临床工作者和普通公众对糖尿病前期的认知度普遍偏低、疾病漏诊率较高。基于 17 万人群的流行病学调查显示, 我国糖尿病前期患病率高达 38.1%, 糖尿病漏诊率高达 63.3%<sup>[5]</sup>。本文旨在通过系统梳理糖尿病前期的起源和定义、诊断标准和方法的演变, 阐明当前中西医结合在糖尿病前期筛查和诊断方面存在的主要挑战, 并提出针对性建议, 以期发现更简便、更精确的筛查措施, 实现“早诊断、早干预、早康复”。

## 1 糖尿病前期 (脾瘕) 的起源与定义

### 1.1 中医学对脾瘕的认识及演变

中医学虽未提出“糖尿病前期”的概念, 但其对糖尿病前期的认识 (包括病因病机、诊断、治疗) 却远早

于西方, 且具有独特的诊断方法与治疗特色。随着医学标准化的进步, 有不少针对糖尿病防治和糖尿病前期诊疗的中医指南与共识文件发布和实施。中医学认为糖尿病前期属于消渴发展前端的“脾瘕”范畴, 早在《素问·奇病论》即言“有病口甘者……名为脾瘕……此肥美之所发也, 此人必数食甘美而多肥也……故其气上溢, 转为消渴”。而后, 随着对疾病认识的完善, 病机围绕热生, 逐渐细化包括中满内热、痰热或湿热交结。目前强调动态认识疾病, 认为“郁、热、虚、损”贯穿了“脾瘕-消渴”的整个病变过程, 并可兼杂痰、瘀、毒等病理产物<sup>[6]</sup>。

随着循证医学的发展和规范化中医药临床研究的实施, 通过系统收集、分析和评价相关研究成果, 我国也发布了糖尿病防治和糖尿病前期的相关中医指南, 为糖尿病前期的中医诊疗提供了科学、系统的指导意见, 使其逐步实现标准化。在《糖尿病前期中医药循证临床实践指南》<sup>[7]</sup>、《糖尿病前期病证结合诊疗指南》<sup>[8]</sup>、《国家糖尿病基层中医防治管理指南 (2022)》<sup>[9]</sup> 和《糖尿病中医防治指南》<sup>[10]</sup> 中, 认为糖尿病前期的中医证型包括肝郁气滞证<sup>[7-9]</sup>、湿热蕴结证<sup>[7-9]</sup>、脾虚湿困证<sup>[7-9]</sup>、脾胃壅滞证<sup>[8]</sup> 和气阴两虚<sup>[7-8]</sup> 5 个证型。综上, 中医学对脾瘕的认识较早, 随着时间的演变和中医药标准化研究的深入, 对该病的认识不断全面和深入, 针对糖尿病前期的中医药循证指南不断系统化, 证候诊断和治疗的手段不断全面化。

### 1.2 现代医学对糖尿病前期的认识

IGT 的概念由美国国家糖尿病数据组 (National Diabetes Data Group, NDDG) 于 1979 年首次提出, 定义为血浆葡萄糖水平介于正常和糖尿病之间, 即空腹血

糖 (fasting plasma glucose, FPG) <7.8 mmol/L, 口服葡萄糖耐量试验 (oral glucose tolerance test, OGTT) 餐后 2 h 血糖 (2-hours plasma glucose, 2 hPG) 为 7.8~11.1 mmol/L, 以取代原来“化学性、潜在性、边缘性、亚临床状态、无症状糖尿病”等无明确诊断标准的术语<sup>[11]</sup>。1985 年世界卫生组织 (World Health Organization, WHO) 正式采用该术语, 随后 IGT 被糖尿病界广为推荐和使用。1991 年 CHARLES 等<sup>[12]</sup> 首次提出 IFG 的概念, 定义为 FPG 升高但糖耐量正常的人群, 即 FPG 6.1~7.8 mmol/L, 2 hPG<7.8 mmol/L。1997 年美国糖尿病协会 (American Diabetes Association, ADA) 正式采纳 IFG 这一概念, 并建议调整其诊断阈值为 6.1~7.0 mmol/L, 以满足糖尿病的新诊断标准<sup>[13]</sup>。1999 年 WHO 正式使用 IFG 这一概念, 并将患有 IGT 和 / 或 IFG 的受试者统称为血糖调节受损 (impaired glucose regulation, IGR)。2003 年 1 月 ADA 的国际专家委员会 (International Expert Committee, IEC) 将 IFG 和 IGT 正式命名为糖尿病前期<sup>[14]</sup>。由此可见, 最初学者对糖尿病前期的认识局限于糖耐量的异常, 随后逐渐意识到 IFG 的特殊性。随着时间的推移和研究的深入, 糖尿病前期的定义和诊断标准不断完善, 旨在早期识别出更高比例的高危人群, 降低糖尿病的发病率。

我国对“糖尿病前期”的认识, 最早可追溯到 1974 年, 伍汉文<sup>[15]</sup> 首次提出“隐性糖尿病”, 又称“化学糖尿病”, 指代 FPG 正常或升高, 但口服或静脉葡萄糖耐量试验不正常的人群, 这与糖尿病前期的定义类似。2004 年, 《中国糖尿病防治指南》(试行本) (节选)<sup>[16]</sup> 首次明确提出血糖调节受损的概念, 与国际糖尿病相关定义和诊断标准接轨, 指出“糖尿病前期”是处于正常和糖尿病血糖水平之间的中间时期, 包括 IFG (FPG 6.1~7.0 mmol/L) 和 IGT (OGTT 2 hPG 7.8~11.1 mmol/L)。此后, 我国相继颁布糖尿病前期相关指南, 将其视为独立疾病进行诊疗, 以规范糖尿病前期的防治<sup>[7-8]</sup>。由此可见, 最初我国并没有将糖尿病前期视为一个独立的疾病类别, 而是以糖尿病为中心, 在其防治基础上提出糖尿病前期这一阶段性概念; 同时也没有提出针对糖尿病前期人群的筛查建议, 以实现早识别、早干预。

综上, 与国际研究进程相比, 尽管我国在指南的制订上稍滞后, 但对糖尿病前期这一疾病的认识或为更早; 同时, 国内指南融合了中医学的优势, 形成了具备中医特色的防治指南与共识, 突破了单一治疗模式的局限, 为疾病的多维防治提供了新视角。

## 2 糖尿病前期的中西医结合早期诊断方法现状与不足

### 2.1 中医证候诊断

尽管辨证分型在疾病诊断后进行, 但辨证论治是中医特色所在, 证候诊断也是认识和了解疾病发生发展趋势的重要依据。早期中医对糖尿病前期的诊断与治疗没有统一的标准, 医生依据经验技能进行诊断与治疗, 缺乏循证证据支撑。直至 2017 年发布的《糖尿病前期中医药循证临床实践指南》, 首次从中医视角对糖尿病前期的临床实践规范提出诊疗建议, 目前中医类指南对于糖尿病前期的证候诊断基本统一, 主要包含 5 个证型<sup>[7-9]</sup>。然而上述证候的诊断依赖于临床医生的经验判断, 缺乏对中医证候辨证的量化、标准化的相关研究, 尤其是对糖尿病前期领域的证候研究还未有突破。

### 2.2 结合表观与微观的中西医结合精准诊断模型

随着组学技术的发展与成熟, 糖尿病前期的诊断不断标准化和精准化。系统生物学推动的组学技术与中医的“整体观”高度契合, 为实现中医证候的标准化和量化研究提供了重要方法学支撑。精准医学的发展为融合中西医理念、开发结合中医宏观表征与组学微观数据的诊断模型提供了新路径。这种结合旨在超越中医依赖临床经验和现代医学依赖设备精确度的局限, 利用中西医各自优势, 发挥协同效应, 拓展疾病诊断的范畴<sup>[17-18]</sup>。

在中西医结合诊断模型构建上, 鉴于舌象是一种宏观表征, 根据中医全息理论, 其可以反映全身脏腑功能, 是辨病、辨证的重要依据, 现有研究常将舌诊与机器学习相结合, 以实现舌象的客观化、标准化。既往研究证实舌部特征的差异变化可以反映糖代谢异常, 将中医舌诊与机器学习技术相结合构建糖尿病前期风险预测模型是切实可行的。然而鉴于该领域的发文量较少且没有专门针对糖尿病前期的中西医结合诊断模型, 因此本文纳入糖尿病中西医结合诊断模型。LI 等<sup>[19]</sup> 基于 1 512 例受试者的舌象图片发现, 舌象诊断糖尿病和糖尿病前期的受试者工作特征曲线下面积 (area under the curve, AUC) 可分别高达 0.84 和 0.88。与之相似, 另一项基于 1 710 例受试者的研究发现, 基于舌面图片构建糖尿病前期诊断模型, 其 AUC 为 0.91, 精确度为 0.69, 召回率为 0.95<sup>[20]</sup>。WU 等<sup>[21]</sup> 研究发现基于肠道菌群可以有效识别糖代谢异常群体, AUC 为 0.78。基于中医宏观表征与组学微观数据的中西医结合诊断模型有望实现“1+1>2”的预期效果, 提高疾病诊断效能。ZHANG 等<sup>[22]</sup> 通过采集 296 名糖尿病受试者和 531 名非糖尿病受试者的舌头图像, 采用分割合并法和色度阈值法分离舌体和舌苔, 以提取的舌图像颜色和纹理特征作为输入变量, 以支持向量机的方法构建糖尿病诊断模型, 发现基于中医舌象的糖尿病诊断方法具有重要价值、数字化舌诊具有可行性。YUAN 等<sup>[23]</sup> 基于中医宏观表征—舌象与组学微观数据—舌苔菌群构建胃癌诊断模型, AUC 可达 0.92~0.94。然而目前尚未构建专门针对糖尿病前

期的中西医结合诊断模型,该领域有待学者进一步探索。

此外,疾病风险评分模型便捷、经济,是糖尿病前期的重要筛查方法,但检索国内外数据库发现目前尚没有专门针对糖尿病前期的疾病风险评分模型,因此本文纳入国内外各类型的糖尿病(包括1型糖尿病、T2DM、特殊类型糖尿病及GDM)疾病风险评分模型进行比较与分析,各类型的糖尿病疾病风险评分/预测模型包括中国糖尿病风险评分(Chinese Diabetes Risk Score, CDRS)<sup>[24]</sup>、芬兰糖尿病评分(Finnish Diabetes Risk Score, FINDRISC)<sup>[25]</sup>、加拿大糖尿病风险评分(Canadian Diabetes Risk Score, CANRISK)<sup>[26]</sup>、印度糖尿病风险评分(Indian Diabetes Risk Score, IDRS)<sup>[27]</sup>和ADA风险评分<sup>[28]</sup>等,详见表1。这些风险评分最初用于糖尿病的筛查,后逐渐扩展至糖尿病前期、GDM、糖尿病并发症等相关领域,未来建立专门针对糖尿病前期的疾病风险评分模型,有助于早期识别糖尿病前期人群,提高模型的临床实用性。其中,CDRS是基于中国4万余例成年人数据开发的筛查工具,由年龄、性别、腰围、BMI、收缩压和糖尿病家族史组成,评分范围0~51分,最佳截断值为25分<sup>[24]</sup>。FINDRISC是应用最广、使用条目最多的全球糖尿病和糖尿病前期的筛查模型<sup>[29]</sup>,包含年龄、BMI、腰围、日常活动水平、饮食习惯、抗高血压药物的使用情况、高血糖病史以及糖尿病家族史等因素。与CDRS相比,FINDRISC富含生活习惯和用药史信息<sup>[25]</sup>,这提示未来在优化CDRS效能时,可考虑纳入生活方式等要素。值得注意的是,近年在构建疾病筛查模型时,多数学者通常不再细分糖尿病前期和糖尿病患者,而将其统称为糖代谢异常群体,以区别健康对照者。如学者BAHJRI等<sup>[30]</sup>基于性别、年龄、腰围、高血糖史和糖尿病家族史5个变量建立SADRISC模型,以识别糖代谢异常人群,灵敏度可达0.72,特异度约0.69,AUC可达0.76。PEI等<sup>[31]</sup>基于年龄、性别、婚姻状态、教育程度、BMI、高血压病史、心血管/卒中病史、高脂血症病史、糖尿病病史、心血管/卒中家族史、吸烟史、睡眠时间、体育活动、工作压力等14个变量构建J48决策树模型,识别糖代谢异常人群,模型的准确率可达90.3%,精确度为89.7%,召回率为90.3%。DONG等<sup>[32]</sup>基于年龄、BMI、腰臀比、收缩压、腰围、睡眠时间、吸烟状况、每周剧烈娱乐活动时间等8个因素构建机器学习模型,其识别糖代谢异常人群的AUC可达0.822。然而,将糖尿病前期和糖尿病患者视为同一整体人群在建模过程中会降低其在临床实际应用中的效能,无法早期针对性发现糖尿病前期潜在患者。疾病风险评分模型不依赖于实验室检测,通过简单问答即可让患者自我评估,便于在社区及初级保健环境中应用。然而,其稳健性、普适性和精确度有待进

一步评估,目前只适用于初步筛查。此外,构建专门针对糖尿病前期筛查的疾病风险评分模型也可能是未来的重点研究方向。

随着精准医学的发展,生物标志物逐渐成为糖尿病前期筛查的重要指标之一,并被国内外临床实践指南推荐(详见表1)。脂联素是一种由脂肪细胞分泌的保护性因子,可以较为精确地反映胰岛素敏感性和葡萄糖代谢状况,通过单次抽血检测即可获得,是预测糖尿病早期风险的重要指标<sup>[33-35]</sup>,《糖尿病高危人群筛查及干预专家共识》<sup>[36]</sup>推荐以脂联素为代表的生物标志物作为糖尿病风险筛查的手段之一。此外,肿瘤坏死因子<sup>[37-38]</sup>、成纤维细胞生长因子<sup>[39]</sup>、白介素<sup>[40]</sup>、血清1,5-脱水葡萄糖醇<sup>[41]</sup>、晶状体晚期糖基化终末产物<sup>[42]</sup>等也与糖尿病风险显著相关,可能是预测糖尿病高危人群的潜在指标,但其特异性、可操作性以及经济效益成本有待进一步研究<sup>[35]</sup>。与此同时,LUO等<sup>[43]</sup>发现白介素17D、白介素18受体1、碳酸酐酶5a、白介素1受体2型和基质细胞外磷酸糖蛋白可能是识别糖尿病前期的潜在生物标志物。MONFARED等<sup>[44]</sup>研究发现miRNA-135a可以作为糖尿病前期的候选生物标志物,灵敏度为51.2%,特异度为52.5%。然而这些新发现的生物标志物在临床实践中的实际应用效能有待验证。基于生物标志物的诊断方法相较于OGTT,可缩短人群的诊断时间,步骤和流程简单,且结果更为精准,无需反复抽血和特殊饮食准备。组学技术的快速发展为基于生物标志物的新诊断方法的开发提供了有力技术支撑,具有广阔的应用前景。然而,目前糖尿病前期领域的生物标志物尚未与中医关联,且研究成本较高,如何以最低的经济成本开发具备中医特色的生物标志物是未来值得深入探索的问题。

综上所述,目前国内外在糖尿病前期诊断模型的构建上多借助于人口学、实验室指标等现代医学数据,尚未结合中医特色与优势,调查信息较局限,在一定程度上限制了模型的适用性和预测效能;同时在研究对象上多侧重于糖代谢异常群体(糖尿病前期及糖尿病),缺乏专门针对糖尿病前期的诊断模型。因此,依靠现代医学手段,融合中医学特色与优势,构建专门针对糖尿病前期的中西医结合诊断模型具有重要临床价值。中医的症状、体征、舌脉等特征蕴含重要信息,可为疾病早期诊断提供独特视角。此外,目前虽已有学者提出通过融合中医四诊信息、中医经典著作、图像资料、影音资料、心理行为等多模态数据,构建智能中医辅助决策系统,但尚处于研究起步阶段。未来有望通过整合中医元素,提高模型的全面性和精确性;结合现代组学技术和人工智能手段将生物标志物与中医诊断方法进行有效整合,开发出更为先进和精准的疾病风险评估工具,用于人群

筛查和基本体检项目。

### 2.3 血糖相关指标的诊断和筛查方法

糖尿病前期的诊断随着对糖尿病人群逐渐精细化管理而出现,并通过下调血糖指标阈值定义人群范围,因此,血糖检测是最直接的糖尿病前期诊断手段,包括静脉血浆血糖检测、OGTT、糖化血红蛋白(hemoglobin

A<sub>1c</sub>, HbA<sub>1c</sub>)检测等,其中,FPG和2hPG是诊断糖尿病前期的核心指标。对于IGT类型,除1979年NDDG和1985年WHO定义为FPG<7.8mmol/L、2hPG 7.8~11.1mmol/L外,后续标准均统一调整为FPG<7.0mmol/L,2hPG 7.8~11.1mmol/L;对于IFG类型,1999年WHO将其定义为FPG 6.1~7.0mmol/L,2003年ADA将其定

表1 糖尿病前期筛查工具  
Table 1 Screening methods for prediabetes

名称	研究对象	发布年份(年)	变量/诊断要素	诊断研究样本量	诊断效能										
					国内外指南推荐情况	灵敏度	特异度	AUC值	阳性预测值	阴性预测值	阳性似然比	准确率	精确率	召回率	
疾病风险预测模型	CDRS <sup>[24]</sup>	糖尿病/糖尿病高危人群	2013	年龄、性别、腰围、BMI、收缩压和糖尿病家族史	41 809	国内多个指南 <sup>[36, 45-46]</sup> 推荐应用	86.8%~92.3%	35.5%~38.8%	0.702~0.725						
	FINDRISC <sup>[25]</sup>	糖尿病/糖尿病高危人群	2003	年龄、BMI、腰围、抗高血压药物治疗史和高血糖史、体力活动、每日水果、浆果或蔬菜的消费量	4 435	国际广泛应用 <sup>[29]</sup>	78%~81%	76%~77%		5%~13%					
	CANRISK <sup>[26]</sup>	糖尿病前期/糖尿病/健康对照	2011	年龄、性别、糖尿病家族史、腰围、BMI、身体活动水平、高血压病史、高血糖病史	6 223	未推荐			0.75						
	IDRS <sup>[27]</sup>	糖尿病/健康对照	2005	年龄、腹部肥胖、糖尿病家族史和体力活动	26 001	未推荐	72.5%	60.1%		17.0%	95.1%		61.3%		
	ADA 风险评分 <sup>[28]</sup>	糖尿病/健康对照	2009	年龄、性别、糖尿病家族史、高血压病史、肥胖和体力活动		未推荐	72%~79%	62%~67%		10%		1.89~2.39			
诊断模型	SADRISC 模型 <sup>[30]</sup>	糖代谢异常人群(糖尿病或糖尿病前期)/健康对照	2020	性别、年龄、腰围、高血糖史和糖尿病家族史	328/1 075	未推荐	72%	69%	0.76						
	J48 决策树模型 <sup>[31]</sup>	糖代谢异常人群(糖尿病或糖尿病前期)/健康对照	2020	年龄、性别、婚姻状态、教育程度、BMI、高血压病史、心血管/卒中病史、高脂血症病史、糖尿病病史、心血管/卒中家族史、吸烟史、睡眠时间、体育活动、工作压力	541/2 913	未推荐						90.3%	89.7%	90.3%	
	Dong 模型 <sup>[32]</sup>	糖尿病前期/糖尿病/健康对照	2022	年龄、BMI、腰臀比、收缩压、腰围、睡眠时间、吸烟状况、每周剧烈娱乐活动时间	280/1 577	未推荐			0.822						
生物标志物	脂联素 <sup>[33-35]</sup> 、肿瘤坏死因子 <sup>[37-38]</sup> 、成纤维细胞生长因子 <sup>[39]</sup> 、白介素 <sup>[40]</sup> 、血清1,5-脱水葡萄糖醇 <sup>[41]</sup> 、晶状体晚期糖基化终末产物 <sup>[42]</sup>	糖尿病高危人群/糖尿病				国内指南 <sup>[36]</sup> 推荐应用									
	白介素-17D <sup>[43]</sup> 、白介素18受体1 <sup>[43]</sup> 、碳酸酐酶5a <sup>[43]</sup> 、糖尿病前期白介素1受体2型 <sup>[43]</sup> 和基质细胞外磷酸糖蛋白 <sup>[43]</sup>	糖尿病前期/健康对照	2023		460/840	未推荐									
	miRNA-135a <sup>[44]</sup>	糖尿病前期	2020		120	未推荐	51.2%	52.5%							

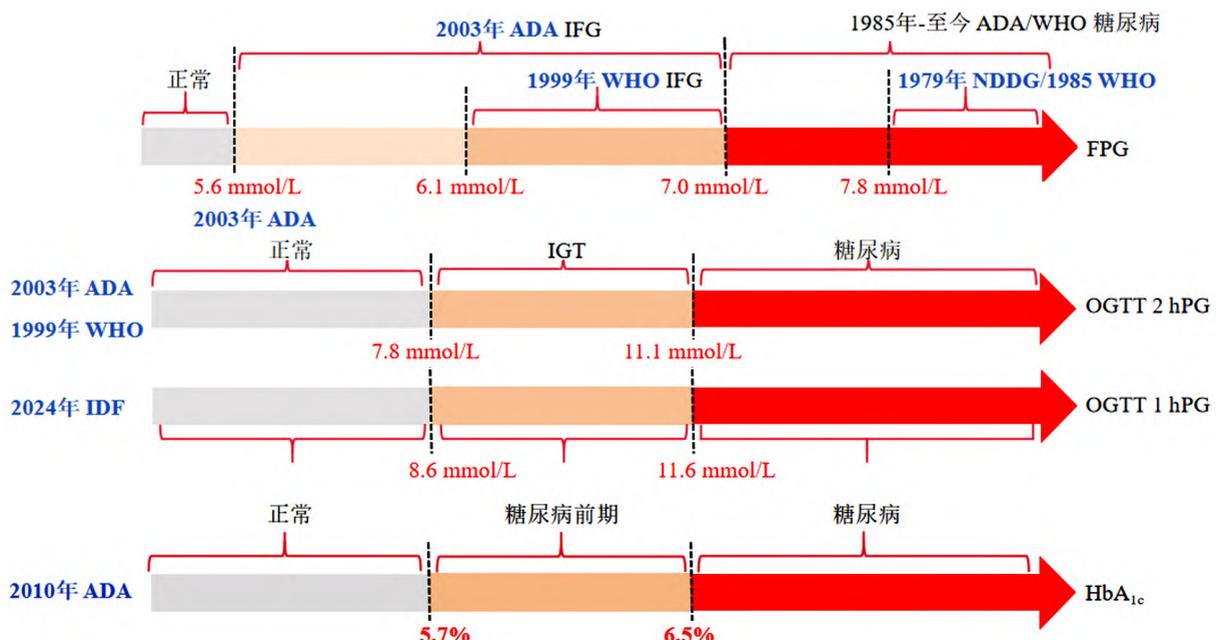
注: CDRS= 中国糖尿病风险评分, FINDRISC= 芬兰糖尿病评分, CANRISK= 加拿大糖尿病风险评分, IDRS= 印度糖尿病风险评分, ADA= 美国糖尿病协会; AUC= 受试者工作曲线下面积。

义为 5.6~7.0 mmol/L。我国指南对 FPG 与 2 hPG 的范围界定大多采用 1999 年 WHO 标准，除 2014 年《中国成人 2 型糖尿病预防的专家共识精要》<sup>[47]</sup> 和 2017 年《糖尿病前期中医药循证临床实践指南》<sup>[7]</sup> 选择了更低的诊断标准（2003 ADA 指南）（国内外指南对血糖指标阈值演变见图 1）。此外，针对糖尿病前期的诊断阈值随着新的研究成果不断下调。尽管这种动态的调整过程给疾病的筛查和诊断带来了一定挑战，但旨在更精确地识别糖尿病前期患者，实现早期干预，减缓或降低糖尿病的发生、发展。

除 FPG 和 2 hPG 外，近年最新研究显示，餐后 1 h 血糖（1-hour plasma glucose, 1 hPG）可能成为未来诊断糖尿病前期或筛查糖尿病高危人群的新指标。TRICÒ 等<sup>[48]</sup> 研究发现 1 hPG  $\geq 7.4$  mmol/L 与较差的临床和代谢表型相关，可能是肥胖青少年进展为糖尿病前期的独立预测因子。2024 年 3 月“大庆研究”II 期项目——中国糖尿病预防研究（China Diabetes Prevention Program, CDDP）基于 30 年随访数据的事后分析结果发现，即使在糖耐量正常（2 hPG < 7.8 mmol/L）的情况下，非糖尿病人群中 1 hPG  $\geq 8.6$  mmol/L 的受试者，其发展为 T2DM 及其长期并发症的风险也显著升高<sup>[49]</sup>。一项长达 6~10 年的队列研究发现，发展为糖尿病前期的群体，1 hPG 首次  $\geq 8.6$  mmol/L 的时间早于 2 hPG 首次  $\geq 7.8$  mmol/L 的时间，换言之，1 hPG  $\geq 8.6$  mmol/L 能更早地识别出潜在糖尿病前期群体<sup>[50]</sup>。基于上述多项

临床研究结果，国际糖尿病联盟（International Diabetes Federation, IDF）2024 年也建议<sup>[51]</sup> 使用 1 hPG  $\geq 8.6$  mmol/L 诊断糖尿病前期，1 hPG  $\geq 11.6$  mmol/L 诊断糖尿病。尽管已有多项研究初步表明，1 hPG 或许可以取代 2 hPG 成为诊断糖尿病前期的强有力标志物，减少检测时间和经济成本，更灵敏地预测糖尿病、心血管疾病、微血管病和死亡率<sup>[50, 52]</sup>，但 1 hPG 仍需进一步验证其在不同种族和年龄段群体中的普适性、准确性，才可以大规模推广应用。

HbA<sub>1c</sub> 作为一种特定形式的血红蛋白，可以反映近 2~3 个月的平均血糖水平情况<sup>[53]</sup>。但考虑到早期 HbA<sub>1c</sub> 检测方法存在缺乏标准化、成本较高以及仪器设备限制等问题，ADA 和 WHO 并未将其作为诊断糖尿病和糖尿病前期的依据。随着美国国家糖化血红蛋白标准化计划、日本糖尿病学会、日本临床化学学会和国际临床化学家联盟（International Federation of Clinical Chemists, IFCC）HbA<sub>1c</sub> 工作组的成立，HbA<sub>1c</sub> 的检测逐渐实现高度标准化。2004 年 IFCC 开发了一种新的参考测量系统以标准化 HbA<sub>1c</sub> 的检测，使其结果可以在不同时间和不同种族人群中得到统一应用<sup>[54-55]</sup>。鉴于 HbA<sub>1c</sub> 具有与糖尿病并发症的强相关性、样本采集后的稳定性、检测方式的便利性（可随时获取，不需要空腹）等优势，2009 年 IFC 开始建议使用 HbA<sub>1c</sub> 诊断糖尿病和糖尿病前期<sup>[56]</sup>；2010 年 ADA 指南采纳了该建议，并推荐使用 HbA<sub>1c</sub>  $\geq 6.5\%$  诊断糖尿病、HbA<sub>1c</sub> 5.7%~6.4% 诊断糖



注：ADA=美国糖尿病学会，WHO=世界卫生组织，IDF=国际糖尿病联盟，NDDG=美国国家糖尿病数据组，IFG=空腹血糖受损，IGT=糖耐量异常，FPG=空腹血糖，OGTT 2 hPG=口服葡萄糖耐量试验餐后 2 h 血糖，OGTT 1 hPG=口服葡萄糖耐量试验餐后 1 h 血糖，HbA<sub>1c</sub>=糖化血红蛋白。

图 1 国际指南中糖尿病前期血糖指标的诊断标准及阈值变化示意图<sup>[7, 9, 25-35]</sup>

Figure 1 Diagnostic criteria on blood glucose for prediabetes in international guidelines and schematic diagram of threshold changes

尿病前期<sup>[57-58]</sup>；2011年WHO建议在条件具备的国家和地区使用HbA<sub>1c</sub>诊断糖尿病，然而并未推荐HbA<sub>1c</sub>作为糖尿病前期的诊断依据；为了与国际接轨，2010年我国开始启动“中国HbA<sub>1c</sub>教育计划”；2020年《中国2型糖尿病防治指南（2020年版）》<sup>[45]</sup>和《国家糖尿病基层中医防治管理指南（2022）》<sup>[9]</sup>提出，可将HbA<sub>1c</sub>列入糖尿病的补充诊断；2023年版《中国成人糖尿病前期干预的专家共识》首次指出，具备条件的医疗机构可将HbA<sub>1c</sub>作为糖尿病前期的诊断标准<sup>[1]</sup>。基于7 080例受试者的数据表明，HbA<sub>1c</sub>诊断糖尿病的AUC为0.844，灵敏度为61.8%，特异度为95.7%；诊断糖尿病前期的效能相对偏低，AUC仅为0.583<sup>[59]</sup>。由此可见，国内HbA<sub>1c</sub>标准化检测和推广应用落后于国际十余年，目前应用到糖尿病前期人群的检测尚属于起步阶段。此外，尽管HbA<sub>1c</sub>不易受到餐前或餐后血糖波动的干扰，但HbA<sub>1c</sub>的结果可能受到贫血、血红蛋白变异、肾功能不全等疾病的影响，无法像FPG和2hPG直接精准诊断糖尿病前期。但是，HbA<sub>1c</sub>作为一个可以反映一段时间内血糖的稳态指标，检测流程简易，未来仍有望在更多指南中被推荐用于糖尿病前期和糖尿病高危人群的筛查。

随着对糖尿病前期认识的不断深入，基于血糖的检测方法不断完善和发展，目前仍然将FPG和2hPG作为诊断糖尿病前期的核心指标，但其操作流程复杂，尚不能作为糖尿病前期人群筛查的检测方式。未来，应当从精准化个体诊断和便捷化人群筛查出发，不仅需要进一步开发和验证1hPG对糖尿病前期诊断的敏感性和准确性，同时，需要开发和验证便捷化的检测手段，以提高对人群筛查的覆盖度，实现糖尿病前期的早期发现，以便对疾病早干预。

#### 2.4 以可穿戴设备为载体的数智化诊断方法

随着数字技术和第五代移动通信技术的发展，“互联网+”健康管理和数字医疗成为新的疾病预防和管理模式<sup>[60]</sup>。数字化血糖仪和持续葡萄糖监测（continuous glucose monitoring, CGM）在糖尿病前期、糖尿病以及糖尿病高危人群的监测和筛查领域表现出巨大潜力。其一，可穿戴设备能够提供连续、动态、实时、全面的血糖监测谱，在任意时间点捕获预警信号，进而降低漏诊率，实现对疑似高危人群的“早筛查”；其二，通过提供可视化数据，辅助医患制订更加个性化和有效的管理计划，实现“早干预”；其三，持续的血糖监测可以促使患者自主地调整饮食、运动、睡眠等生活习惯，有效地管理血糖，及时发现血糖异常状态，长期维持健康状态；同时线上实时互动缩短了医患交流所需的空间距离，提高患者依从性，增强对患者的管理，实现“早康复”。

尽管可穿戴设备展示了良好的应用前景，但目前临床证据相对缺乏，相关横断面研究表明，CGM区分健

康受试者与IGT/糖尿病患者的准确率为91.4%，区分IGT与糖尿病患者的准确率为79.5%<sup>[61]</sup>。PATEL等<sup>[62]</sup>进一步发现腕戴可穿戴设备比腰戴可穿戴设备可以更准确地预测糖尿病前期患者的血糖控制情况，这可能与腕部更接近心脏和大血管位置，可以更准确地捕获心率、血流动态等有关；而腹部脂肪堆积可能降低设备的敏感性。BLIUDZIUS等<sup>[63]</sup>发现使用可穿戴设备监测体力活动有助于改善糖尿病前期患者的自我健康管理，尤其是在控制血脂方面。尽管当前研究证据的数量相对不足，但是《5G+“三早”糖尿病健康管理中国专家共识（2024）》<sup>[64]</sup>建议应用5G智能可穿戴设备可有效开展风险因素居家监测和糖尿病风险预警。虽然CGM为患者提供了连续监测血糖的便利，降低了频繁手指采血的需要，但也存在一定局限。首先，CGM测量的是皮下组织间液中的葡萄糖水平，这可能滞后于血液中的葡萄糖水平变化；其次，CGM需要穿透皮肤植入，这种有创性操作可能引发排斥反应，尽管设备不断更新换代，但是高血糖患者仍然有较高的伤口感染风险；此外，CGM的成本较高，尽管发射器和接收器可充电重复使用，但传感器为一次性使用，一般为7~14d，传感器初次使用1~2d和有效期前的1~2d精准性均较差，由于目前尚缺乏在我国本土的大样本循证医学证据，CGM也未纳入我国医疗保险系统。总之，CGM目前推荐已确诊糖尿病1年以上且具有经济实力的患者使用，但对糖尿病前期的研究仍属空白。

因此，未来的血糖监测技术发展方向应更加注重精确化、无创化、低成本化；同时，不仅限于监测血糖变化，还应结合人工智能技术，拓展到血压、心率等其他代谢指标的监测。这将使得基于监测结果的个性化数据分析更为立体、全面和具体，能够根据患者的活动和饮食习惯提供基于时间线的个性化建议，从而多维度地指导患者调整生活方式和治疗方案，实现综合性的健康管理。此外，可穿戴设备，如可佩戴式血压计、数字化体重秤/体脂秤也逐渐应用于超重/肥胖、高血压等糖尿病高危人群的监测<sup>[65-66]</sup>。未来可穿戴设备在慢性疾病领域将具有广泛的适用性，值得深入探索其多领域、多场景的应用效果。

### 3 糖尿病前期中西医早期诊断面临的挑战及应对方法

随着现代生活模式的变化及超重和肥胖人群的增加，糖尿病前期和糖尿病高危人群的患病率不断攀升。这种趋势不仅扩大了潜在糖尿病患者基数，还将加剧慢性疾病的整体防治负担。随着对糖尿病的深入研究和主动干预的实施，学术界已经开始重视糖尿病前期的早期筛查和防治管理工作。糖尿病前期的筛查和诊断方法已

涵盖中医证候诊断、中西医结合诊断模型、疾病风险评分模型、生物标志物、血糖指标 (FPG、OGTT 1 h/2 h PG、HbA<sub>1c</sub>)、可穿戴设备等多种方式,且在不断丰富和完善,但在实践中仍面临一些挑战,主要表现在以下几个方面:

其一,诊断方法多样、阈值动态变化。糖尿病前期仍然是一个不断完善的概念和领域,其诊断阈值及方法随着时间演变和研究进展在不断动态调整(表2),这要求医务人员,尤其是基层医生,紧跟国际前沿,及时掌握最新研究进展并应用于临床,使早期筛查的精准度和覆盖面最大化。

其二,缺乏便捷的人群筛查方法。糖尿病前期的诊断金标准——OGTT,存在操作复杂、需要多次采血、耗时长等问题,不适宜大规模推广<sup>[67]</sup>。开发更简便、快捷的糖尿病前期筛查方法,仍是一个严峻挑战。中医在疾病早期识别方面拥有潜在优势,“治未病”理念与糖尿病前期的防治原则高度契合,未来基于中医的症状和体征构建诊断和预测模型可能是早期识别糖尿病前期的重要方法之一。此外,数字化健康管理应用程序和可穿戴设备具有简便、实时监测等优势<sup>[62]</sup>,可实现糖尿病风险因素的居家监测,尤其适宜于老年慢性病患者,在进行充分评估与验证后值得推广应用。

其三,疾病知晓度、重视度普遍不足。无论是基层医护人员,还是普通公众,对糖尿病前期的知晓率普遍偏低<sup>[68]</sup>。由于该病症状多不典型,重视度亦相对不足。加深对这一疾病的认识是实现早期筛查和诊断的基础,

因此提升公众,特别是高危人群对糖尿病前期的认知度和重视度,是防止糖尿病发生、发展的关键所在。

此外,缺乏糖尿病高危人群的筛查与管理。糖尿病高危人群作为一个特殊群体,血糖尚处于正常范围,但其患糖尿病、心血管事件乃至死亡的风险显著增加,因此其与糖尿病前期患者需同等管理。然而目前尚缺乏针对糖尿病高危人群的标准筛查和管理共识。如何有效地识别和干预这些高危群体将是未来若干年的研究重点。

#### 4 小结

随着研究的进展,糖尿病前期的诊断方法不断完善和全面,其阈值在不断下调以扩大筛查范围,降低漏诊率。然而,现有的诊断方法无法全面覆盖所有潜在糖尿病前期患者群体,学者仍在不断探索更精准、更便捷的筛查措施,以实现早期筛查、及时诊断的目的。中医在疾病早期识别方面具有潜在优势,“治未病”理念与糖尿病前期防治理念高度契合,未来基于中医宏观表征和现代医学微观数据的中西医结合疾病诊断模型有望突破现有研究的局限,进一步提高筛查精确度,实现“早筛查、早诊断、早干预、早康复”。

作者贡献:彭红叶负责资料收集、绘制图表、文章撰写;荆雅楠负责绘制图表、文章修订;留典淳、王莹、薛雪负责文章修订;鲁春丽负责文章构思与设计、文章修订、文章的质量控制,对论文整体负责。

本文无利益冲突。

鲁春丽  <https://orcid.org/0000-0003-2939-1327>

表2 糖尿病前期筛查方法的优点和缺点

Table 2 Advantages and disadvantages of prediabetes screening methods

筛选方法	优点	缺点
中医证候诊断	非侵入性,注重整体观和个体差异,可从宏观角度认识疾病	依赖医师经验,标准化、客观化、可重复性不足
结合表观-微观的中西医结合精准诊断模型	结合中医宏观与西医微观特征,多维度、多视角,有望实现早期筛查	缺乏标准化和高级别证据验证、质量控制待评估
疾病风险评分	不依赖于实验室检测、简便易操作、低成本	存在人群和种族差异、普适性待验证,调查内容局限、缺失中医内容
生物标志物	能够提供关于疾病进程的分子级信息,有助于早期筛查,可指导干预与治疗	高成本,特异性、可操作性和经济效益成本待评估
空腹血糖	操作简单、低成本	需空腹、波动大(易受饮食和生理状态影响)
餐后2h血糖	可以反映人体对餐后血糖峰值的处理能力	耗时长
餐后1h血糖	更低时间与经济成本	临床应用少、尚不成熟、准确性和普适性待验证
糖化血红蛋白	无需禁食、样本采集后稳定性强、不易受餐前或餐后血糖波动的影响	准确性容易受原有疾病(贫血、血红蛋白变异等)、年龄、种族的影响、检测费用高
可穿戴设备	连续、动态、实时监测,实现早期筛查的潜在优势手段	有创性,准确性待评估;无创手段属于起步研究阶段

#### 参考文献

[1] 中华医学会内分泌学分会,中华医学会糖尿病学分会,中国医师协会内分泌代谢科医师分会,等.中国成人糖尿病前期干预的专家共识[J].中华内分泌代谢杂志,2020,36(5):371-

380. DOI: 10.3760/cma.j.cn311282-20200115-00022.

[2] ECHOUFFO-TCHEUGUI J B, PERREAULT L, JI L N, et al. Diagnosis and management of prediabetes: a review [J]. JAMA, 2023, 329(14): 1206-1216. DOI: 10.1001/jama.2023.4063.

[3] ICD-11 Coding Tool [EB/OL]. [2024-07-19]. <https://icd.who>.

- int/ct/icd11\_mms/en/release.
- [4] 印发《“健康中国2030”规划纲要》[N]. 人民日报, 2016-10-26(001).
- [5] WANG L M, PENG W, ZHAO Z P, et al. Prevalence and treatment of diabetes in China, 2013-2018 [J]. JAMA, 2021, 326(24): 2498-2506. DOI: 10.1001/jama.2021.22208.
- [6] 逢冰, 刘文科, 林轶群, 等. 论“态靶因果”辨治方略在2型糖尿病中的应用[J]. 中华中医药杂志, 2017, 32(7): 2864-2866.
- [7] 方朝晖, 仝小林, 段俊国, 等. 糖尿病前期中医药循证临床实践指南[J]. 中医杂志, 2017, 58(3): 266-270. DOI: 10.13288/j.11-2166/r.2017.03.023.
- [8] 中国医师协会中西医结合医师分会内分泌与代谢病学专业委员会. 糖尿病前期病证结合诊疗指南[J]. 世界中医药, 2021, 16(4): 533-538. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7202.2021.04.002.
- [9] 中华中医药学会糖尿病基层防治专家指导委员会. 国家糖尿病基层中医防治管理指南(2022)[J]. 中华糖尿病杂志, 2023, 15(2): 100-117.
- [10] 中华中医药学会. 糖尿病中医防治指南[J]. 中国中医药现代远程教育, 2011, 9(4): 148-151. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2779.2011.04.111.
- [11] National Diabetes Data Group. Classification and diagnosis of diabetes mellitus and other categories of glucose intolerance. National Diabetes Data Group [J]. Diabetes, 1979, 28(12): 1039-1057. DOI: 10.2337/diab.28.12.1039.
- [12] CHARLES M A, FONTBONNE A, THIBULT N, et al. Risk factors for NIDDM in white population. Paris prospective study [J]. Diabetes, 1991, 40(7): 796-799. DOI: 10.2337/diab.40.7.796.
- [13] American Diabetes Association. Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus [J]. Diabetes Care, 1997, 20(7): 1183-1197. DOI: 10.2337/diacare.20.7.1183.
- [14] Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus [J]. Diabetes Care, 2003, 26(Suppl 1): S5-20. DOI: 10.2337/diacare.26.2007.s5.
- [15] 伍汉文. 化学糖尿病的定义 [J]. 国外医学参考资料(内科学分册), 1974(2): 90-91.
- [16] 卫生部疾病控制司, 中华医学会糖尿病学分会. 《中国糖尿病防治指南》(试行本)(节选) [J]. 中国慢性病预防与控制, 2004, 12(6): 283-285. DOI: 10.3969/j.issn.1004-6194.2004.06.022.
- [17] 彭红叶, 鲁春丽, 黄晓强, 等. 多组学技术在中医药领域中的应用现状与前景分析 [J]. 中医杂志, 2024, 65(8): 775-781. DOI: 10.13288/j.11-2166/r.2024.08.002.
- [18] TRAN K A, KONDRASHOVA O, BRADLEY A, et al. Deep learning in cancer diagnosis, prognosis and treatment selection [J]. Genome Med, 2021, 13(1): 152. DOI: 10.1186/s13073-021-00968-x.
- [19] LI J, CHEN Q, HU X, et al. Establishment of noninvasive diabetes risk prediction model based on tongue features and machine learning techniques [J]. Int J Med Inform, 2021, 149(1): 104429. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2021.104429.
- [20] LI J, YUAN P, HU X J, et al. A tongue features fusion approach to predicting prediabetes and diabetes with machine learning [J]. J Biomed Inform, 2021, 115: 103693. DOI: 10.1016/j.jbi.2021.103693.
- [21] WU H, TREMAROLI V, SCHMIDT C, et al. The gut microbiota in prediabetes and diabetes: a population-based cross-sectional study [J]. Cell Metab, 2020, 32(3): 379-390.e3. DOI: 10.1016/j.cmet.2020.06.011.
- [22] ZHANG J F, XU J T, HU X J, et al. Diagnostic method of diabetes based on support vector machine and tongue images [J]. Biomed Res Int, 2017, 2017: 7961494. DOI: 10.1155/2017/7961494.
- [23] YUAN L, YANG L, ZHANG S C, et al. Development of a tongue image-based machine learning tool for the diagnosis of gastric cancer: a prospective multicentre clinical cohort study [J]. E Clinical Medicine, 2023, 57: 101834. DOI: 10.1016/j.eclinm.2023.101834.
- [24] ZHOU X H, QIAO Q, JI L N, et al. Nonlaboratory-based risk assessment algorithm for undiagnosed type 2 diabetes developed on a nation-wide diabetes survey [J]. Diabetes Care, 2013, 36(12): 3944-3952. DOI: 10.2337/dc13-0593.
- [25] LINDSTRÖM J, TUOMILEHTO J. The diabetes risk score: a practical tool to predict type 2 diabetes risk [J]. Diabetes Care, 2003, 26(3): 725-731. DOI: 10.2337/diacare.26.3.725.
- [26] ROBINSON C A, AGARWAL G, NERENBERG K. Validating the CANRISK prognostic model for assessing diabetes risk in Canada's multi-ethnic population [J]. Chronic Dis Inj Can, 2011, 32(1): 19-31.
- [27] MOHAN V, DEEPA R, DEEPA M, et al. A simplified Indian Diabetes Risk Score for screening for undiagnosed diabetic subjects [J]. J Assoc Physicians India, 2005, 53: 759-763.
- [28] BANG H, EDWARDS A M, BOMBACK A S, et al. Development and validation of a patient self-assessment score for diabetes risk [J]. Ann Intern Med, 2009, 151(11): 775-783. DOI: 10.7326/0003-4819-151-11-200912010-00005.
- [29] NIETO-MARTINEZ R, BARENGO N C, RESTREPO M, et al. Large scale application of the Finnish Diabetes Risk Score in Latin American and Caribbean populations: a descriptive study [J]. Front Endocrinol, 2023, 14: 1188784. DOI: 10.3389/fendo.2023.1188784.
- [30] BAHIJRI S, AL-RADDADI R, AJABNOOR G, et al. Dysglycemia risk score in Saudi Arabia: a tool to identify people at high future risk of developing type 2 diabetes [J]. J Diabetes Investig, 2020, 11(4): 844-855. DOI: 10.1111/jdi.13213.
- [31] PEI D M, YANG T F, ZHANG C P. Estimation of diabetes in a high-risk adult Chinese population using J48 decision tree model [J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2020, 13: 4621-4630. DOI: 10.2147/DMSO.S279329.
- [32] DONG W N, TSE T Y E, MAK L I, et al. Non-laboratory-based risk assessment model for case detection of diabetes mellitus and pre-diabetes in primary care [J]. J Diabetes Investig, 2022, 13(8): 1374-1386. DOI: 10.1111/jdi.13790.
- [33] 尤丽丽, 张秀薇, 张小云, 等. 广东地区无代谢性疾病自然人群脂联素参考值的建立 [J]. 中华糖尿病杂志, 2020, 12(4):

- 216–220. DOI: 10.3760/cma.j.cn115791–20191111–00421.
- [34] WANG Y L, MENG R W, KUNUTSOR S K, et al. Plasma adiponectin levels and type 2 diabetes risk: a nested case–control study in a Chinese population and an updated meta–analysis [J]. *Sci Rep*, 2018, 8 (1): 406. DOI: 10.1038/s41598–017–18709–9.
- [35] WOO Y C, TSO A W, XU A M, et al. Combined use of serum adiponectin and tumor necrosis factor–alpha receptor 2 levels was comparable to 2–hour post–load glucose in diabetes prediction [J]. *PLoS One*, 2012, 7 (5): e36868. DOI: 10.1371/journal.pone.0036868.
- [36] 中国女医师协会糖尿病专业委员会, 《中华健康管理学杂志》编辑委员会, 中国健康促进基金会. 糖尿病高危人群筛查及干预专家共识 [J]. *中华健康管理学杂志*, 2022, 16 (1): 7–14. DOI: 10.3760/cma.j.cn115624–20211111–00677.
- [37] AKASH M S, REHMAN K, CHEN S Q. Role of inflammatory mechanisms in pathogenesis of type 2 diabetes mellitus [J]. *J Cell Biochem*, 2013, 114 (3): 525–531. DOI: 10.1002/jcb.24402.
- [38] AGUIRRE V, WERNER E D, GIRAUD J, et al. Phosphorylation of Ser307 in insulin receptor substrate–1 blocks interactions with the insulin receptor and inhibits insulin action [J]. *J Biol Chem*, 2002, 277 (2): 1531–1537. DOI: 10.1074/jbc.M101521200.
- [39] GAWLIK K, MILEWICZ T, PAWLICA–GOSIEWSKA D, et al. Fibroblast growth factor 21 in gestational diabetes mellitus and type 2 diabetes mellitus [J]. *J Diabetes Res*, 2023, 10: 4024877. DOI: 10.1155/2023/4024877.
- [40] WANG X, BAO W, LIU J, et al. Inflammatory markers and risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta–analysis [J]. *Diabetes Care*, 2013, 36 (1): 166–175. DOI: 10.2337/dc12–0702.
- [41] MALKAN U Y, GUNES G, CORAKCI A. Rational diagnoses of diabetes: the comparison of 1, 5–anhydroglucitol with other glycemic markers [J]. *Springerplus*, 2015, 4: 587. DOI: 10.1186/s40064–015–1389–5.
- [42] SALAZAR J, NAVARRO C, ORTEGA Á, et al. Advanced glycation end products: new clinical and molecular perspectives [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18 (14): 7236. DOI: 10.3390/ijerph18147236.
- [43] LUO H, BAUER A, NANO J, et al. Associations of plasma proteomics with type 2 diabetes and related traits: results from the longitudinal KORA S4/F4/FF4 Study [J]. *Diabetologia*, 2023, 66 (9): 1655–1668. DOI: 10.1007/s00125–023–05943–2.
- [44] MONFARED Y K, HONARDOOST M, SAROOKHANI M R, et al. Circulating miR–135 may serve as a novel co–biomarker of HbA<sub>1c</sub> in type 2 diabetes [J]. *Appl Biochem Biotechnol*, 2020, 191 (2): 623–630. DOI: 10.1007/s12010–019–03163–2.
- [45] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南 (2020 年版) [J]. *国际内分泌代谢杂志*, 2021, 41 (5): 482–548. DOI: 10.3760/cma.j.cn121383–20210825–08063.
- [46] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南 (2017 年版) [J]. *中华糖尿病杂志*, 2018, 10 (1): 4–67. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674–5809.2018.01.003.
- [47] 童于真, 童南伟. 中国成人 2 型糖尿病预防的专家共识精要 [J]. *中国实用内科杂志*, 2014, 34 (7): 671–677. DOI: 10.7504/nk2014060203.
- [48] TRICÒ D, GALDERISI A, MARI A, et al. One–hour post–load plasma glucose predicts progression to prediabetes in a multi–ethnic cohort of obese youths [J]. *Diabetes Obes Metab*, 2019, 21 (5): 1191–1198. DOI: 10.1111/dom.13640.
- [49] PENG M Y, HE S Y, WANG J P, et al. Efficacy of 1–hour postload plasma glucose as a suitable measurement in predicting type 2 diabetes and diabetes–related complications: a post hoc analysis of the 30–year follow–up of the Da Qing IGT and Diabetes Study [J]. *Diabetes Obes Metab*, 2024, 26 (6): 2329–2338. DOI: 10.1111/dom.15547.
- [50] HA J, CHUNG S T, BOGARDUS C, et al. One–hour glucose is an earlier marker of dysglycemia than two–hour glucose [J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2023, 203: 110839. DOI: 10.1016/j.diabres.2023.110839.
- [51] BERGMAN M, MANCO M, SATMAN I, et al. International Diabetes Federation Position Statement on the 1–hour post–load plasma glucose for the diagnosis of intermediate hyperglycaemia and type 2 diabetes [J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2024, 209: 111589. DOI: 10.1016/j.diabres.2024.111589.
- [52] BUYSSCHAERT M, BERGMAN M, VALENSI P. 1–h post–load plasma glucose for detecting early stages of prediabetes [J]. *Diabetes Metab*, 2022, 48 (6): 101395. DOI: 10.1016/j.diabet.2022.101395.
- [53] 赵腾飞, 费爱华. 糖化血红蛋白对急性胰腺炎危险分层及预后评估的应用价值 [J]. *医学研究杂志*, 2024, 53 (4): 166–170, 176. DOI: 10.11969/j.issn.1673–548X.2024.04.031.
- [54] HOELZEL W, WEYKAMP C, JEPSSON J O, et al. IFCC reference system for measurement of hemoglobin A<sub>1c</sub> in human blood and the national standardization schemes in the United States, Japan, and Sweden: a method–comparison study [J]. *Clin Chem*, 2004, 50 (1): 166–174. DOI: 10.1373/clinchem.2003.024802.
- [55] ROHLFING C, WIEDMEYER H M, LITTLE R, et al. Biological variation of glycohemoglobin [J]. *Clin Chem*, 2002, 48 (7): 1116–1118.
- [56] GILLET M J. International Expert Committee report on the role of the A<sub>1c</sub> assay in the diagnosis of diabetes: diabetes care [J]. *Clin Biochem Rev*, 2009, 32 (7): 1327–1334. DOI: 10.2337/dc09–9033.
- [57] American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes—2010 [J]. *Diabetes Care*, 2010, 33 (Suppl 1): S11–61. DOI: 10.2337/dc10–S011.
- [58] ASSOCIATION A D. Diagnosis and classification of diabetes mellitus [J]. *Diabetes Care*, 2010, 33 (Suppl 1): S62–69. DOI: 10.2337/dc10–S062.
- [59] 黄丽霞, 张静, 董彩霞, 等. 糖代谢异常的糖化血红蛋白诊断切点值的研究 [J]. *中国糖尿病杂志*, 2023, 31 (7): 500–504. DOI: 10.3969/j.issn.1006–6187.2023.07.004.
- [60] NORDYKE R J, APPELBAUM K, BERMAN M A. Estimating the impact of novel digital therapeutics in type 2 diabetes and hypertension: health economic analysis [J]. *J Med Internet Res*,

## 美国肥胖医学协会《肥胖和高血压临床实践声明》解读



扫描二维码  
查看原文

吕焱, 周伊恒, 刘力滴, 杨荣, 张鹏, 朱雅文, 代华, 廖晓阳, 雷戈\*, 杨梓钰\*

610041 四川省成都市, 四川大学华西医院全科医学中心全科医学教研室 全科医学研究室

\* 通信作者: 雷戈, 教授; E-mail: leiyi111@scu.edu.cn

杨梓钰, 主治医师; E-mail: 1206551668@qq.com

吕焱、周伊恒为共同第一作者

**【摘要】** 肥胖和高血压是全球性的公共卫生问题, 对个人健康和社会经济造成了巨大负担。肥胖与高血压密切相关, 二者是心血管疾病的主要危险因素。2023年, 美国肥胖医学协会深入探讨了肥胖相关高血压的机制, 并于 *Obesity Pillars* 杂志发布了《肥胖和高血压临床实践声明》, 该声明总结出 10 条关于肥胖和高血压的要点, 为我国肥胖相关高血压的防治提供了新的建议。本文旨在通过解读该声明, 向基层医生介绍肥胖相关高血压的发病机制以及治疗方法, 帮助基层医生更有效地管理肥胖和高血压患者。

**【关键词】** 肥胖症; 高血压; 美国肥胖医学协会; 实践声明; 解读

**【中图分类号】** R 589.25 R 544.1 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0228

### Interpretation of the Clinical Practice Statement by the Obesity Medicine Association on the Obesity and Hypertension

LYU Yao, ZHOU Yiheng, LIU Lidi, YANG Rong, ZHANG Peng, ZHU Yawen, DAI Hua, LIAO Xiaoyang, LEI Yi\*, YANG Ziyu\*

Teaching & Research Section/General Practice Research Institute, General Practice Medical Center, West China Hospital,

基金项目: 四川省科技厅软科学项目 (2022JDR325)

引用本文: 吕焱, 周伊恒, 刘力滴, 等. 美国肥胖医学协会《肥胖和高血压临床实践声明》解读 [J]. 中国全科医学, 2025, 28 (3): 272-279. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0228. [www.chinagp.net]

LYU Y, ZHOU Y H, LIU L D, et al. Interpretation of the Clinical Practice Statement by the Obesity Medicine Association on the Obesity and Hypertension [J]. Chinese General Practice, 2025, 28 (3): 272-279.

© Editorial Office of Chinese General Practice. This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 license.

2019, 21 (10): e15814. DOI: 10.2196/15814.

[61] ACCIAROLI G, SPARACINO G, HAKASTE L, et al. Diabetes and prediabetes classification using glycemic variability indices from continuous glucose monitoring data [J]. J Diabetes Sci Technol, 2018, 12 (1): 105-113. DOI: 10.1177/1932296817710478.

[62] PATEL M S, POLSKY D, SMALL D S, et al. Predicting changes in glycemic control among adults with prediabetes from activity patterns collected by wearable devices [J]. NPJ Digit Med, 2021, 4 (1): 172. DOI: 10.1038/s41746-021-00541-1.

[63] BLIUDZIUS A, PURONAITI R, TRINKUNAS J, et al. Research on physical activity variability and changes of metabolic profile in patients with prediabetes using Fitbit activity trackers data [J]. Technol Health Care, 2022, 30 (1): 231-242. DOI: 10.3233/THC-219006.

[64] 中华医学会健康管理学分会. 5G+“三早”糖尿病健康管理中国专家共识 (2024) [J]. 中华健康管理学杂志, 2024, 18 (3): 161-173. DOI: 10.3760/cma.j.cn115624-20231215-00342.

[65] WRIGHT E E, SUBRAMANIAN S. Evolving use of continuous glucose monitoring beyond intensive insulin treatment [J]. Diabetes Technol Ther, 2021, 23 (S3): S12-18. DOI: 10.1089/dia.2021.0191.

[66] RIZOS E C, KANELLOPOULOU A, FILIS P, et al. Difference on glucose profile from continuous glucose monitoring in people with prediabetes vs. normoglycemic individuals: a matched-pair analysis [J]. J Diabetes Sci Technol, 2024, 18 (2): 414-422. DOI: 10.1177/19322968221123530.

[67] 卞文轩, 何云强, 付麒, 等. 我国胰岛功能评估方法和应用的初步调查 [J]. 中国糖尿病杂志, 2024, 32 (3): 161-168. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6187.2024.03.001.

[68] 林乐韦华, 欧倩滢, 林璐, 等. 海南省城乡居民糖尿病患病率及合并其他慢性代谢性疾病调查 [J]. 中国热带医学, 2021, 21 (9): 839-844. DOI: 10.13604/j.cnki.46-1064/r.2021.09.05.

(收稿日期: 2024-04-10; 修回日期: 2024-08-15)

(本文编辑: 赵跃翠)