

心血管-肾脏-代谢综合征的提出与临床现状

白慧茹¹ 庞建中²

(1. 天津中医药大学研究生院, 天津 301617; 2. 天津中医药大学第二附属医院心血管内科, 天津 300250)

【摘要】 心血管-肾脏-代谢(CKM)综合征是心血管疾病、慢性肾脏病、代谢危险因素相互联系导致的不良健康状况;广泛影响多器官系统,并促进心血管疾病的发展和恶化;发病率高、社会负担大。本文回顾了 CKM 综合征的提出与相关领域的概念,详细讨论了 CKM 综合征的定义与分期、流行病学概述、病理生理学相关机制、筛查与风险评估、预防与治疗策略等临床研究现状,以期为 CKM 综合征的管理提供支持。

【关键词】 心血管-肾脏-代谢综合征;心血管疾病;慢性肾脏病;代谢综合征;心肾综合征

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2025.12.004

Proposal and Clinical Status of Cardiovascular-Kidney-Metabolic Syndrome

BAI Huiru¹, PANG Jianzhong²

(1. Graduate School, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China; 2. Department of Cardiology, The Second Affiliated Hospital of Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300250, China)

【Abstract】 Cardiovascular-kidney-metabolic (CKM) syndrome is an adverse health condition caused by the interconnection of cardiovascular disease, chronic kidney disease, and metabolic risk factors. It broadly affects multiple organ systems and contributes to the development and exacerbation of cardiovascular disease. The incidence rate is high and the social burden is large. This article reviews the concept of CKM syndrome and related fields. The definition and staging, epidemiological overview, pathophysiology, screening and risk assessment, prevention and treatment strategies of CKM syndrome were discussed in detail. We aim to support the management of CKM syndrome.

【Keywords】 Cardiovascular-kidney-metabolic syndrome; Cardiovascular disease; Chronic kidney disease; Metabolic syndrome; Cardiorenal syndrome

随着经济社会的发展和卫生健康水平的提高,多种慢性非传染性疾病患者人数不断攀升,成为当前最重要的全球卫生健康问题。近年来,心血管疾病(cardiovascular disease, CVD)、慢性肾脏病(chronic kidney disease, CKD)、代谢性疾病间的负面相互影响受到广泛关注。大量来自观察性研究与临床试验的流行病学数据显示,CVD、CKD、代谢性疾病间存在广泛重叠与复杂的相互作用,进一步影响着发病率与死亡率。三者在病理生理学机制上相互关联,在临床管理和治疗方面也存在密切联系。AHA^[1]近年正式提出了心血管-肾脏-代谢(cardiovascular-kidney-metabolic, CKM)综合征这一概念,指 CVD、CKD 以及肥胖、糖尿病等代谢危险因素相互联系导致的不良健康状况。该概念强调了 3 个疾病领域间病理生理学相互作用的系统性失调,以及这种系统性失调对个体健康的广泛影响。数据显示,

在美国近 9 成的成年人处于不同程度的 CKM 综合征风险中^[2]。

CKM 综合征广泛影响多个器官系统,特别是可促进 CVD 的发展和恶化。通过优化 CKM 综合征患者的管理,可以减少 CVD 等疾病的发生、发展,并显著降低重复或不必要的医疗支出。本文旨在综述 CKM 综合征当前的研究进展。

1 CKM 综合征的提出

20 世纪末到 21 世纪初,心肾综合征(cardiorenal syndrome, CRS)和代谢综合征(metabolic syndrome, MS)的概念逐渐明确并受到临床广泛认可与应用。急性透析质量倡议^[3]于 2010 年发布共识,将 CRS 正式定义为“心脏与肾脏间双向关联的临床综合征,一个器官的急性或慢性功能不全可诱发另一个器官的急性或慢性功能不全”,并依据启动因素将 CRS 划分为

5 个亚型。2009 年国际糖尿病联盟、美国国家心肺血液研究所、AHA 等联合发布声明^[4], 将 MS 的定义统一为“腰围增加、甘油三酯升高、高密度脂蛋白胆固醇降低、血压升高、空腹血糖升高, 5 项危险因素中存在任意 3 项”。CRS 与 MS 间存在密切关联, 大量观察性研究与临床试验开始关注代谢异常在心-肾双向关联中的病理生理学作用, 以及肾功能不全在代谢危险因素与 CVD 间的推动作用。

21 世纪以来, 研究者们开始关注存在于心血管系统、肾脏、代谢三者间的复杂相互作用, 但未形成统一的概念。2023 年 AHA 发布的主席建议^[1], 系统、全面地阐明了 CKM 综合征的定义、分期、评估方法以及预防和管理策略, 为 CKM 综合征的早期预防、综合管理提供了基础。

2 CKM 综合征的现状

2.1 CKM 综合征的定义与分期

据 AHA 发布的主席建议^[1]: CKM 综合征是心血

管系统、CKD 和代谢危险因素间病理生理学相互作用导致的系统性紊乱, 可导致多器官功能失调及高不良心血管结局发生率。CKM 综合征包括因代谢危险因素和/或 CKD 而面临 CVD 风险的个体, 以及已患有可能与代谢危险因素和/或 CKD 相关的 CVD 个体。

为便于 CKM 综合征的预防与管理, 延缓其进展, 取得更大的临床获益, AHA 发布的主席建议^[1] 将 CKM 综合征划分为 5 期, 分别为: (1) 0 期, 无 CKM 综合征危险因素; (2) 1 期, 脂肪组织过多或功能失调; (3) 2 期, 代谢危险因素与 CKD; (4) 3 期, CKM 综合征中的亚临床 CVD; (5) 4 期, CKM 综合征中的临床 CVD, 分为 4a 期 (无肾衰竭) 和 4b 期 (有肾衰竭), 见表 1。其中, 脂肪组织过多以体重指数和腰围为标准; 脂肪组织功能失调以糖耐量受损和高血糖为特征。CKD 风险等级取决于蛋白尿与肾小球滤过率 (glomerular filtration rate, GFR), 由改善全球肾脏病预后组织热图^[5] 定义。

表 1 CKM 综合征的分期诊断

分期	诊断标准
0 期	(1) 体重指数、腰围正常; (2) 血脂、血压、血糖正常; (3) 无 CKD、亚临床/临床 CVD 证据
1 期	(1) 超重/肥胖、腹型肥胖、脂肪组织功能失调; (2) 无其他代谢危险因素与 CKD
2 期	(1) 高甘油三酯血症、高血压、糖尿病、MS 等; (2) 有中高危 CKD
3 期	在 1、2 期 CKM 综合征危险因素基础上: (1) 罹患亚临床动脉粥样硬化性心血管疾病、心力衰竭等亚临床 CVD; (2) 与亚临床 CVD 风险等同的极高危 CKD、CKM 综合征风险计算器预测的高 CVD 风险
4 期	在 1、2 期 CKM 综合征危险因素基础上: (1) 罹患冠心病、心力衰竭、脑卒中、外周动脉疾病、心房颤动等临床 CVD; (2) 4a 期: 无肾衰竭; (3) 4b 期: 有肾衰竭

2.2 CKM 综合征相关流行病学概述

2020 年全球约 1 905 万人死于 CVD^[6]。《中国心血管健康与疾病报告 2022》^[7] 推算中国 CVD 现患人数达 3.3 亿, 其相关危险因素主要包括高血压、血脂异常、糖尿病、CKD、MS 等。全球疾病负担 CKD 合作组织^[8] 报告称, 2017 年全球 CKD 患者共 6.975 亿, 患病率为 9.1%; 中国 CKD 年龄标准化患病率为 7 180 例/10 万人。相关研究^[9] 表明, CKD 是 CVD 的独立危险因素, CVD 是 CKD 患者死亡的主要原因, 与肾功能正常者相比, CKD 患者的 CVD 风险高出 2~4 倍。2021 年国际糖尿病联盟^[10] 估计全球 20~79 岁人群中约 5.366 亿人患有糖尿病, 占全球人口的 10.5%。参考糖尿病全球发病率, 估计 MS 全球发病率约为世界人口的 30%^[11]。在 2002 年及 2010—2012 年中国居民营养与健康状况调查 ≥18 岁调查对象中, MS 患病率由 2002 年的 6.6% 增长到 2012 年的 15.4%^[7]。研究证实, MS 是多种心血管事件发生和死亡的共同危险因素^[12], 同时可导致 CKD 发病风险的增加^[13]。

美国国家健康与营养调查的数据^[2] 显示, 2011—

2020 年美国成年人中 10.6% 处于无 CKM 综合征风险的 0 期; 近半数人群 (49.0%) 处于 CKM 综合征 2 期, 约 15% 处于罹患 CVD 或 CVD 高风险的 3~4 期。

在过去 40 年中, 中国不同年龄、性别、地理位置的超重、肥胖人数迅速增加^[14], 已成为重大公共卫生问题, 反映出中国 CKM 综合征相关公共卫生事件的紧迫性。来自 2017—2019 年京津冀社区自然人群队列的流行病学研究^[15] 显示, 中国 18~90 岁人群中约 11.1% 处于 CKM 综合征 0 期, 同样近半数人群 (48.1%) 处于 2 期, 约 25.3% 处于 3~4 期, 显著高于美国国家健康与营养调查的数据。此外, 中国流行病学研究进一步发现, 血浆致动脉粥样硬化指数^[16]、甘油三酯葡萄糖乘积指数及改良甘油三酯葡萄糖乘积指数^[17] 等对 0~3 期 CKM 综合征患者的 CVD 发病率有较好的预测价值。

当前超重、肥胖及 MS 等代谢危险因素与 CKD 的高患病率既是紧急公共卫生事件, 又是提高 CVD 预防和管理水平的重大机遇。考虑到 CKM 综合征的复杂性, 综合性生物指标可能具有更高的预测价值, 并为 CVD 的早期诊断提供可能。

2.3 CKM 综合症的病理生理学机制

过多和/或功能失调的脂肪组织分泌脂肪因子、细胞因子进入体循环,通过多种机制导致慢性炎症状态、氧化应激、血管功能障碍以及胰岛素抵抗等,并促进高血压、血脂异常、MS、糖尿病及其他代谢危险因素的发展,从而直接或间接损害心血管系统与肾脏,最终导致包括冠心病、心力衰竭(heart failure, HF)、脑卒中、外周动脉疾病、心房颤动在内的所有 CVD 亚型^[18-20]。肥胖伴随的代谢相关脂肪性肝病^[21]、阻塞性睡眠呼吸暂停综合征^[22]等疾病的发展进一步加剧相关病理生理学过程(见图 1)。此外数据显示,在 CVD 中脂肪组织分布可能比脂肪组织总量更具有价值,腹型肥胖是独立于体重指数的危险因素^[23],通过 CT 或 MRI 测量的内脏脂肪组织是不良心血管结局的独立风险标志物^[24]。

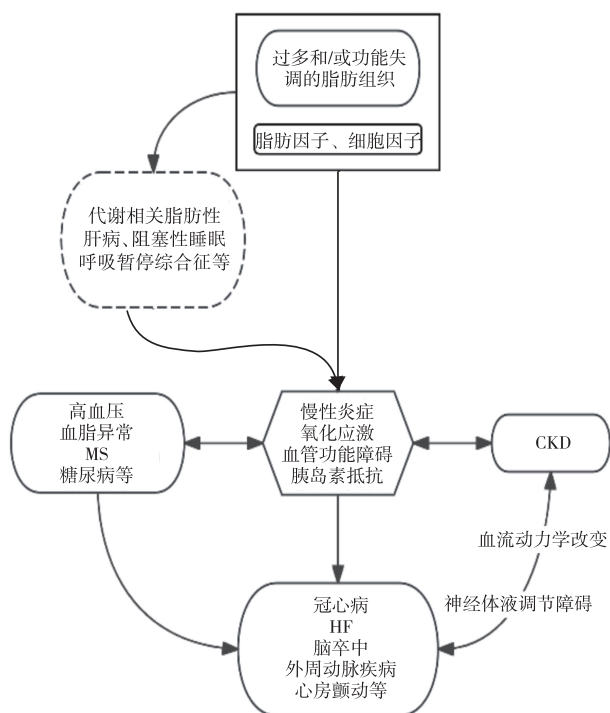


图 1 CKM 综合症的病理生理学机制

CKD 患者的慢性炎症状态,是决定 CKD 进展与相关 CVD 风险的重要驱动因素^[25];CKD 相关的矿物质和骨代谢异常可进一步加剧 CVD^[26],冠状动脉钙化是 CKD 患者的常见并发症,并可用于预测 CKD 患者相关 CVD 的风险^[27]。CVD 中特别是 HF,因心输出量减少、中心静脉压升高导致肾血流量减少、GFR 降低,影响肾功能,造成体液潴留并加重 HF,在心脏与肾脏间形成血流动力学改变的恶性循环^[28];动脉粥样硬化影响肾血管系统可导致肾动脉狭窄,严重时可引起高血压和肾衰竭^[29]。

CKM 综合征是影响发病率与死亡率的复杂病理

生理学相互作用,并非各组成部分的简单总和。了解病理生理学相关机制,有利于我们对 CKM 综合征发生、发展、预后、转归的认识,并有助于预防和管理策略的制定。

2.4 CKM 综合症的筛查与风险评估

CKM 综合征及其不良结局的发生受到生物、社会-心理因素的影响。在全年龄段人群中积极进行生物与社会-心理层面的相关筛查,能够发现占多数的 CKM 综合征临床前个体,从而采取干预措施,最终延迟或避免临床 CVD 和肾衰竭的发生。生物因素筛查主要包括:体重指数与腰围的测量、其他代谢危险因素的筛查、肾功能检查,以及主要针对高风险人群进行的亚临床 CVD(如亚临床动脉粥样硬化、心功能不全等)评估^[1];社会-心理因素筛查可依据健康的社会决定因素(social determinants of health, SDoH)进行^[30],SDoH 能较为系统地体现健康生活方式、自我保健、医疗保健获取、疾病预防和管理 4 个环节的结构障碍,这些结构性障碍极大影响 CKM 综合征的危险因素识别与结局。

国内外用于动脉粥样硬化性心血管疾病(atherosclerotic cardiovascular disease, ASCVD)预防的多变量风险评估方程,如 AHA 的汇总队列方程^[31]和中国的 China-PAR^[32]模型,已广泛用于实践,但缺少涵盖 HF 等其他 CVD 亚型与 CKD 等因素的风险评估。为了使针对 CVD 危险因素的预防干预强度进一步与患者绝对风险相匹配,AHA 基于较汇总队列方程更大、更多样化的群体样本,开发了新的心血管事件风险评估方程——PREVENT^[33]。PREVENT 方程可对 ASCVD 与 HF 的复合 CVD 事件进行 10 年及 30 年的风险评估,并将 GFR 纳入评估指标;另可选择性地纳入肾脏、代谢及 SDoH 的其他指标。PREVENT 方程作为考虑了 CKM 综合征危险因素的 CVD 定量风险评估,可广泛应用于心血管、肾脏、内分泌等相关临床科室,为 CKM 综合征相关疾病,特别是 CVD 的一级预防和临床管理方案的制定提供了基础。

在临床实践中,多层次筛查与新型多变量风险评估方程的开发与运用可有效识别不同程度的 CKM 综合征个体,为早期、精准干预提供依据。

2.5 CKM 综合症的预防与治疗

CKM 综合征的预防和治疗方案主要依据相关临床指南,强调对肥胖、高血压、血脂异常、糖尿病、CKD 等危险因素的管控。在 CKM 综合征 0~3 期侧重 CVD 事件的预防,在临床 CVD 中侧重 CKM 综合征背景下的 CVD 管理^[1]。通过调整生活方式及药物干预,预防 CKM 综合征危险因素的形

征相关疾病,延缓、控制,甚至逆转 CKM 综合征分期的进展。

2.5.1 生活方式调整

生活方式调整是预防和治疗 CKM 综合征、维护健康的首要措施。2022 年 AHA 在“生命简单七法则”的基础上增加了睡眠健康提出“生命 8 要素”^[34],从“健康饮食、体育运动、尼古丁暴露、健康睡眠、健康体重、健康血脂、健康血糖、健康血压”8 个方面综合量化心血管健康水平。

2019 年中国发布《健康中国行动(2019—2030 年)》^[35],把健康生活方式作为健康行动的主要内容,通过普及健康知识、倡导健康行动、改善健康服务等方式,加快健康生活方式的推广,控制 CKM 综合征在内的重大慢性疾病。

2.5.2 药物干预

在 CKM 综合征各组分指南标准用药治疗的基础上,先后发现部分药物具有改善 CKM 综合征预后的效应。新型降糖药物钠-葡萄糖共转运蛋白 2 抑制剂(sodium-glucose cotransporter 2 inhibitor, SGLT2i)和胰高血糖素样肽-1 受体激动剂(glucagon-like peptide-1 receptor agonist, GLP-1RA),在多项心血管、肾脏结局的大规模临床随机对照研究中,均展现出独立于降糖作用的 CVD 及 CKD 一级和二级预防获益^[36]。基于 15 项对 HF、2 型糖尿病、CKD 和 ASCVD(包括急性心肌梗死)患者使用 SGLT2i 的大型随机对照研究($n > 1\ 000$)的 meta 分析^[37]结果显示:SGLT2i 使 HF、2 型糖尿病、CKD 和 ASCVD 患者的心血管死亡率显著降低 11%~15%,其降低 HF 住院率及心血管死亡率的益处研究的 51 个亚组中普遍一致。另一项纳入 11 项研究共 8 万余例患者的 meta 分析^[38]结果显示:GLP-1RA 使复合肾脏病结局(包括肾功能衰竭、估算 GFR 持续降低至少 50%或死于肾功能衰竭)的风险降低 18%,主要不良心血管事件(包括心血管死亡、非致死性心肌梗死或非致死性脑卒中)风险降低 13%,且临床获益与是否合并糖尿病无关。以替尔泊肽为代表的葡萄糖依赖性促胰岛素多肽/GLP-1RA 双靶点药物在临床随机对照研究^[39]中被证明具有较 GLP-1RA 类药物更优的糖尿病与心血管代谢改善作用。基于最新的国内专家共识^[15],新型降糖药被广泛推荐用于 1~4 期的 CKM 综合征患者。(1)1 期:GLP-1RA 或替尔泊肽可用于生活方式干预无法达到减重效果的肥胖患者,GLP-1RA 还可考虑用于糖尿病前期人群以降低糖尿病发生风险。(2)2 期:在糖尿病治疗方面,SGLT2i、GLP-1RA 均为近年来受到重视的新型口服降糖药,可单用或联合其他降糖药物;此外,二者特别是 SGLT2i

具有肾脏保护作用,尤其推荐用于 CKD 患者的血糖控制;GLP-1RA 或替尔泊肽还可用于超重/肥胖合并血糖、血脂异常,高血压等代谢性疾病患者的体重控制。(3)3 和 4 期:SGLT2i、GLP-1RA 具有心血管及肾脏获益的循证证据,在 3 和 4 期患者的降糖治疗中应优先选择,其中 HF 或亚临床 HF、CKD 患者推荐使用 SGLT2i,超重/肥胖患者推荐使用 GLP-1RA;HF 患者无论是否合并糖尿病均推荐使用 SGLT2i。

基于 CKM 共病机制的新型多靶点药物研发及联合治疗策略优化,为 CKM 综合征的精准干预提供了循证医学新方向。

3 讨论

当前 CKM 综合征的有关研究仍存在一些空白^[18]:(1)从亚临床阶段进展至临床阶段的分子决定因素,特别是 CKM 综合征导致 HF 与心律失常的研究;(2)CKM 综合征个体间代谢危险因素亚型、分期进展速度的异质性及其生物基础;(3)CKM 综合征发展过程中性别差异、地区差异、遗传基础的影响;(4)SDoH 各组分的具体影响及其与生物易感性的联系;(5)不同 CVD 类型未来的肾脏疾病风险,以及 CVD 患者肾脏疾病进展的生物标志物;(6)针对高危人群的研究等。

改善人群中的 CKM 综合征健康需要多方面努力。建立学校与基础医疗保健机构联动的模式,有助于筛查儿童阶段 CKM 综合征的早期风险,并有益于成年期 CKM 综合征风险的改善。在临床工作中整合 SDoH 的筛查,有助于发现、识别不同风险程度的 CKM 综合征患者,并调整其管理方案。开发人工智能驱动的 SDoH 评估工具,以辅助临床危险分层和个体化干预。组建包含心血管、肾脏、内分泌、护理等专业的跨学科团队,可有效减少亚临床或临床患者管理的碎片化。针对医疗资源相对不平衡的地区,通过远程医疗等方式克服时空阻碍,改善 CKM 综合征患者健康管理获取的公平性。针对已有充足证据支持并得到指南一致推荐的新型药物,在临床中受限于医生的处方模式、患者的负担能力、药物的可及性,需探索不同医疗资源背景下的解决方案。

参 考 文 献

- [1] Ndumele CE, Rangaswami J, Chow SL, et al. Cardiovascular-kidney-metabolic health: a presidential advisory from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2023, 148(20):1606-1635.
- [2] Aggarwal R, Ostrominski JW, Vaduganathan M. Prevalence of cardiovascular-kidney-metabolic syndrome stages in US adults, 2011-2020 [J]. *JAMA*, 2024, 331(21):1858-1860.
- [3] Ronco C, McCullough P, Anker SD, et al. Cardio-renal syndromes: report from the consensus conference of the acute dialysis quality initiative [J]. *Eur Heart J*,

- 2010,31(6):703-711.
- [4] Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity [J]. *Circulation*, 2009, 120(16):1640-1645.
- [5] Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. KDIGO 2024 Clinical Practice Guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease [J]. *Kidney Int*, 2024, 105(4S):S117-S314.
- [6] Tsao CW, Aday AW, Almarazooq ZI, et al. Heart disease and stroke statistics-2023 update: a report from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2023, 147(8):e93-e621.
- [7] 《中国心血管健康与疾病报告 2022》编写组.《中国心血管健康与疾病报告 2022》要点解读 [J]. *中国心血管杂志*, 2023, 28(4):297-312.
- [8] GBD Chronic Kidney Disease Collaboration. Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990—2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 [J]. *Lancet*, 2020, 395(10225):709-733.
- [9] Xu C, Tshilis G, Chau K, et al. Novel perspectives in chronic kidney disease-specific cardiovascular disease [J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(5):2658.
- [10] Sun H, Saeedi P, Karuranga S, et al. IDF diabetes atlas: global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045 [J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2022, 183:109119.
- [11] Saklayen MG. The global epidemic of the metabolic syndrome [J]. *Curr Hypertens Rep*, 2018, 20(2):12.
- [12] Ciardullo S, Ballabeni C, Trevisan R, et al. Metabolic syndrome, and not obesity, is associated with chronic kidney disease [J]. *Am J Nephrol*, 2021, 52(8):666-672.
- [13] Scurt FG, Ganz MJ, Herzog C, et al. Association of metabolic syndrome and chronic kidney disease [J]. *Obes Rev*, 2024, 25(1):e13649.
- [14] Pan XF, Wang L, Pan A. Epidemiology and determinants of obesity in China [J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2021, 9(6):373-392.
- [15] 《中国心血管病研究》杂志编辑委员会, 中国未来研究会未来生物学工程分会心肾代谢性疾病防治学组, 夏经钢, 等. 心血管-肾脏-代谢综合征患者的综合管理中国专家共识 [J]. *中国心血管病研究*, 2025, 23(3):193-228.
- [16] Hu Y, Liang Y, Li J, et al. Correlation between atherogenic index of plasma and cardiovascular disease risk across cardiovascular-kidney-metabolic syndrome stages 0-3: a nationwide prospective cohort study [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2025, 24(1):40.
- [17] Hong J, Zhang R, Tang H, et al. Comparison of triglyceride glucose index and modified triglyceride glucose indices in predicting cardiovascular diseases incidence among populations with cardiovascular-kidney-metabolic syndrome stages 0-3: a nationwide prospective cohort study [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2025, 24(1):98.
- [18] Ndumele CE, Neeland IJ, Tuttle KR, et al. A synopsis of the evidence for the science and clinical management of cardiovascular-kidney-metabolic (CKM) syndrome: a scientific statement from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2023, 148(20):1636-1664.
- [19] Verde L, Lucò S, Cernea S, et al. The fat kidney [J]. *Curr Obes Rep*, 2023, 12(2):86-98.
- [20] Powell-Wiley TM, Poirier P, Burke LE, et al. Obesity and cardiovascular disease: a scientific statement from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2021, 143(21):e984-e1010.
- [21] Li Y, Yang P, Ye J, et al. Updated mechanisms of MASLD pathogenesis [J]. *Lipids Health Dis*, 2024, 23(1):117.
- [22] Heffernan A, Duplancic D, Kumric M, et al. Metabolic crossroads: unveiling the complex interactions between obstructive sleep apnoea and metabolic syndrome [J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(6):3243.
- [23] Wang L, Ding H, Deng Y, et al. Associations of obesity indices change with cardiovascular outcomes: a dose-response meta-analysis [J]. *Int J Obes (Lond)*, 2024, 48(5):635-645.
- [24] Neeland IJ, Ross R, Després JP, et al. Visceral and ectopic fat, atherosclerosis, and cardiometabolic disease: a position statement [J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2019, 7(9):715-725.
- [25] Ridker PM, Tuttle KR, Perkovic V, et al. Inflammation drives residual risk in chronic kidney disease: a CANTOS substudy [J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(46):4832-4844.
- [26] Covic A, Vervloet M, Massy ZA, et al. Bone and mineral disorders in chronic kidney disease: implications for cardiovascular health and ageing in the general population [J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2018, 6(4):319-331.
- [27] Chen J, Budoff MJ, Reilly MP, et al. Coronary artery calcification and risk of cardiovascular disease and death among patients with chronic kidney disease [J]. *JAMA Cardiol*, 2017, 2(6):635-643.
- [28] Rangaswami J, Bhalla V, Blair JEA, et al. Cardiorenal syndrome: classification, pathophysiology, diagnosis, and treatment strategies: a scientific statement from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2019, 139(16):e840-e878.
- [29] Safian RD. Renal artery stenosis [J]. *Prog Cardiovasc Dis*, 2021, 65:60-70.
- [30] Powell-Wiley TM, Baumer Y, Baah FO, et al. Social determinants of cardiovascular disease [J]. *Circ Res*, 2022, 130(5):782-799.
- [31] Goff DC Jr, Lloyd-Jones DM, Bennett G, et al. 2013 ACC/AHA guideline on the assessment of cardiovascular risk: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines [J]. *Circulation*, 2014, 129(25 suppl 2):S49-S73.
- [32] Yang X, Li J, Hu D, et al. Predicting the 10-year risks of atherosclerotic cardiovascular disease in Chinese population: the China-PAR Project (Prediction for ASCVD Risk in China) [J]. *Circulation*, 2016, 134(19):1430-1440.
- [33] Khan SS, Coresh J, Pencina MJ, et al. Novel prediction equations for absolute risk assessment of total cardiovascular disease incorporating cardiovascular-kidney-metabolic health: a scientific statement from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2023, 148(24):1982-2004.
- [34] Lloyd-Jones DM, Allen NB, Anderson CAM, et al. Life's essential 8: updating and enhancing the American Heart Association's construct of cardiovascular health: a presidential advisory from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2022, 146(5):e18-e43.
- [35] 健康中国行动推进委员会. 健康中国行动(2019—2030年):总体要求、重大行动及主要指标 [J]. *中国循环杂志*, 2019, 34(9):846-858.
- [36] Rangaswami J, Bhalla V, de Boer IH, et al. Cardiorenal protection with the newer antidiabetic agents in patients with diabetes and chronic kidney disease: a scientific statement from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2020, 142(17):e265-e286.
- [37] Usman MS, Bhatt DL, Hameed I, et al. Effect of SGLT2 inhibitors on heart failure outcomes and cardiovascular death across the cardiometabolic disease spectrum: a systematic review and meta-analysis [J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2024, 12(7):447-461.
- [38] Badve SV, Bilal A, Lee MMY, et al. Effects of GLP-1 receptor agonists on kidney and cardiovascular disease outcomes: a meta-analysis of randomised controlled trials [J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2025, 13(1):15-28.
- [39] Fisman EZ, Tenenbaum A. The dual glucose-dependent insulinotropic polypeptide (GIP) and glucagon-like peptide-1 (GLP-1) receptor agonist tirzepatide: a novel cardiometabolic therapeutic prospect [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2021, 20(1):225.