

## · 专家论坛 ·

## 中国体重管理及中心建设的现状与挑战

曲伸

上海市第十人民医院肥胖诊治中心 上海同济大学医学院肥胖症研究所, 上海 200072

Email: qushencn@hotmail.com

**【摘要】** 近年来,肥胖症作为慢性复发性疾病已成为中国公共卫生领域的重大挑战,政府出台多项政策,推动体重管理中心建设。本文结合肥胖中心化建设的多年经验、国家政策和医院特色,从学科建设、学术理念、临床干预及发展方向阐述体重管理中心建设的必要性、规范性及其现状与挑战。《肥胖患者的长期体重管理及药物临床应用指南(2024版)》强调肥胖需多维度评估及分阶段目标管理,提出“治疗成功”模式,倡导早期药物联合生活方式干预以打破代谢代偿机制。体重管理中心建设逐渐从多学科松散合作转向中心化管理,整合内分泌、营养、外科等资源,但存在理念不统一、人才认证体系待完善等问题。人工智能(AI)技术通过数据整合、个性化干预和远程监测赋能肥胖管理,但数据安全与患者能力仍需平衡。新型减重药物及微创技术的研发为长期体重管理提供新方向。未来需强化政策落地、中心化平台建设、多靶点药物开发及AI技术融合,以实现全生命周期肥胖防控目标。

**【关键词】** 肥胖症; 减重; 联合药物; 中心建设; 人工智能

**基金项目:** 国家科技重大专项(2024ZD0531700、2024ZD0532400); 国家自然科学基金(82170861)

### The current status and challenges of weight management and the construction of centers in China

Qu Shen

Obesity Diagnosis and Treatment Center, Shanghai Tenth People's Hospital, Obesity Research Institute, Tongji University School of Medicine, Shanghai 200072, China

Email: qushencn@hotmail.com

**【Abstract】** In recent years, obesity as a chronic and relapsing disease, has become a major public health challenge in China. The government has issued multiple policies to promote the establishment of weight management centers. Drawing on years of experience in centralized weight management centers development, national policies, and hospital-specific characteristics, this article elaborates on the necessity, standardization, progress, and challenges of building weight management centers, focusing on discipline development, academic principles, clinical interventions, and future directions. Guideline for chronic weight management and clinical practice of anti-obesity medications (2024 version) emphasize the need for multi-dimensional assessment and staged goal management for obesity. They propose a "treat to success" model, advocating for early pharmacological intervention combined with lifestyle modifications to disrupt metabolic compensatory mechanisms. The construction of weight management centers has been gradually shifted from loosely coordinated multidisciplinary teams towards a centralized management system. This integrates resources from endocrinology, nutrition, surgery, and other relevant fields. However, challenges persist, including inconsistent implementation philosophies and an underdeveloped professional certification system for specialized personnel. Artificial intelligence (AI) technology empowers obesity management through data integration, personalized interventions, and remote monitoring, yet attention should be paid to data security and patient capabilities. The development

DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20250603-01361

收稿日期 2025-06-03 本文编辑 陈莹

引用本文: 曲伸. 中国体重管理及中心建设的现状与挑战[J]. 中华医学杂志, 2025, 105(37): 3259-3265.

DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20250603-01361.

中华医学杂志社  
Chinese Medical Association Publishing House

版权所有 违者必究



of novel anti-obesity medications and minimally invasive technologies offers promising new directions for long-term weight management. Looking ahead, future efforts need to strengthen policy implementation, build robust centralized weight management centers platforms, advance multi-target drug development, and deeply integrate AI technologies, which are essential to achieve the goal of lifecycle-wide obesity prevention and control.

【Key words】 Obesity; Weight loss; Drug therapy combination; Establishment of centers; Artificial intelligence

Fund program: National Major Science and Technology Project(2024ZD0531700, 2024ZD0532400); National Natural Science Foundation of China(82170861)

肥胖症是由历史、社会、经济等多因素引起的复杂疾病,与遗传、地域、种族、年龄及性别密切相关。2016年,WHO将其定义为慢性复发性疾病,全球重视程度显著提升。2024年,国家16部委联合推出“体重管理年”3年行动计划,国家卫生健康委随后发布体重管理中心建设和质控的指导意见,推动各级医院广泛设立体重管理中心。然而,目前各地在建设模式、理念与质控方面仍存在差异,亟待统一规范。本文基于多年中心建设经验,结合政策与医院实际,从学科建设、学术理念、临床实践及发展方向探讨体重管理中心建设的必要性、规范性及其进展与挑战。

#### 一、国家政策与公众认知的进展

2016年以来,国家相继推出多项肥胖防控宏观政策,如《健康中国行动(2019—2030年)》和“体重管理年”3年行动计划(2024—2026),重点提升社会对肥胖危害的认知、加强专业人员培训、推动体重管理中心规范建设,并突出儿童肥胖防控与医疗干预的紧迫性,推动社区、学校及医保相关工作。截至目前,政策已初见成效,2023年公众体重管理知识普及率和主动管理人群比例均显著上升,达66.1%。然而,当前肥胖防控仍面临社会发展的新挑战,一方面,超加工食品易得与健康饮食成本较高之间的矛盾及传统膳食结构向高糖高脂转型进一步加剧肥胖风险<sup>[1]</sup>。另一方面,体力劳动减少、久坐行为增多以及对机动车交通工具的过度依赖也成为肥胖的重要诱发因素<sup>[2]</sup>。这些问题一直存在,且长期以来未能得到有效控制,迫切需要社会和政府采取积极有效措施进行应对和管控。

#### 二、肥胖诊疗的科学、规范及长期管理理念

近年来,随着对肥胖症发病机制与管理策略的深入研究,其诊疗理念取得重要进展。《肥胖患者的长期体重管理及药物临床应用指南(2024版)》<sup>[3]</sup>将肥胖明确定义为一种复杂的慢性复发性疾病,强调应从病因入手,进行全面评估、早期干预和长期综

合管理。指南指出,干预不应仅局限于“管住嘴、迈开腿”的生活方式调整,而应注重多种手段协同,并关注长期结局的改善。

#### (一)肥胖症的诊断需要全面科学评估

体质指数(BMI)因简便性被广泛使用,但其无法区分脂肪肌肉比例、脂肪分布、内脏脂肪及代谢风险,导致无法准确识别“代谢健康肥胖者”和“正常体重代谢异常患者”<sup>[4-5]</sup>。新的诊断指标(如腰围、腰高比、脂肪含量及分布)因其优越性和科学性已被纳入肥胖诊疗指南,弥补了BMI的不足。对于肥胖程度判断,BMI仍是重要参考,但必须结合评估肥胖相关代谢紊乱及合并症,才能使体重管理评估更准确合理<sup>[3]</sup>。

#### (二)肥胖及其合并症危害大,需要引起重视和医疗资源倾斜

肥胖相关疾病高达224种,涉及多个系统和专科,包括2型糖尿病、血脂异常、心血管疾病、阻塞性睡眠呼吸暂停综合征、骨关节炎、非酒精性脂肪肝及多种肿瘤<sup>[6]</sup>,导致器官功能障碍和生活质量的下降,并与抑郁、焦虑存在关联<sup>[7]</sup>。近年来,学界逐渐认识到肥胖不仅是其他疾病危险因素,其本身即是一种慢性疾病。*Lancet*杂志提出新定义,依器官功能与生活质量是否受损将肥胖分为临床前肥胖(脂肪堆积但无显著功能异常)和临床肥胖(伴有功能损害,需积极临床干预)。这一分类有助于推进针对性诊疗和资源分配<sup>[8]</sup>。

#### (三)长期减重目标结合阶段减重目标的管理模式

既往对肥胖症的管理多以营养干预和运动处方为主,药物和手术干预有限。因此体重管理多为短期行为(以3~6个月居多),没有明确减重目标。患者实际治疗方案很难长期坚持,减重幅度小且反弹非常常见<sup>[3]</sup>。有效减重药物的陆续上市,使得设立长期体重管理目标成为可能。《肥胖症的长期管理和药物临床应用指南(2024版)》<sup>[3]</sup>中提出:体重



管理的长期目标应当是个体化最佳体重,对大多数人来说是体重正常化。长期目标的实现可分为两个阶段。第一阶段为强化减重期,依据患者年龄及并发症等情况设定个性化阶段目标。例如,年轻和并发症较少的患者可在 3~6 个月内减重 10%~15%,以快速改善健康状况并增强信心;老年或合并症多的患者则设定更缓和的目标,优先保障安全性。每完成一阶段目标后再制订下一阶段计划,逐步达到个体最佳体重。第二阶段是治疗维持期,重点是在达到目标体重后长期维持,避免体重反弹,实现终身管理。

(四)体重管理关口前移,“治疗成功”模式中药物干预是重要的一环

代谢记忆可能对机体造成损伤,体重管理应当从“序贯治疗”模式转变为“治疗成功”模式,同时体重管理应当关口前移,即在体重出现上升时就起始体重管理计划,而非等到并发症出现甚至加重时再进行复杂的干预和治疗。体重管理干预越早,成功率越高,获益越大<sup>[3]</sup>。通过早期干预,可以有效预防肥胖及其相关慢性疾病的发生,从而降低长期健康风险,更会带来健康获益并节约大量医疗资源<sup>[9]</sup>。

虽然生活方式干预需贯穿长期体重管理的始终,但在强化减重期单纯生活方式干预往往效果欠佳或者很快出现反弹。减重初期困难主要源于生理和行为双重阻力:减少能量摄入会触发代偿机制,如饥饿感增强、饱腹感下降及对高热量食物的渴求,显著阻碍减重进程;同时,基础代谢率降低进一步缩小能量缺口,使减重速度放缓<sup>[10]</sup>。以往临床实践中通常仅在生活方式干预反复失败后才考虑药物治疗。然而,研究表明,早期、足量药物干预对打破代谢代偿机制(即减重的生理抵抗)至关重要。一项队列研究显示,在 8 周内早期启动药物治疗的患者,72 周时减重效果显著优于延迟干预组(17.60% 比 13.95%, $P=0.024$ )<sup>[11]</sup>。因此,从临床证据和长期管理需求的角度学界提出了早期联合生活方式和用药作为一线治疗,长期用药以达到体重维持和稳定的理念,对帮助患者建立信心、预防并发症、提高生活质量获益匪浅<sup>[3, 12]</sup>。在体重管理和肥胖症诊疗中,对于长期反复减重失败、存在体重相关并发症和高体重患者,可直接起始药物治疗,尽量避免延迟用药可能导致的不可逆的代谢损伤<sup>[13]</sup>。

(五)长期体重管理所面临的挑战

由于肥胖的慢性复发性特点,体重管理需长期

甚至终身坚持,但其主要挑战在于体重反弹。研究表明,减重后生理抵抗机制可持续至少 1 年。体重反复波动危害健康,易导致已控制的合并症复发,并加剧代谢紊乱与心血管疾病风险<sup>[14]</sup>。

在既往临床诊疗中,医师往往在生活方式干预失败后起始短期药物干预,达到一定减重效果后停药,再次改为生活方式干预。而停药后患者往往再次出现体重回升,形成“生活方式干预-反弹-短期药物干预-再反弹”的循环。实际上,由于生理抵抗,单纯生活方式干预难以长期维持体重减轻<sup>[15]</sup>,是否采用药物进行长期体重管理也成为临床的焦点。

目前,学界争议较多的长期维持方案主要包括维持原有药物干预、药物减量或间断用药以及停药单纯生活方式干预 3 种。然而,现有证据均显示,在达到一定减重幅度后,停用药物改为单纯生活方式干预维持体重往往面临反弹<sup>[16-17]</sup>。而 3 年以上的长期研究显示,在体重维持期维持原剂量用药能帮助患者维持体重,同时伴随合并症的获益,且安全性好<sup>[18-19]</sup>。基于现有证据,建议在减重药物强化治疗后,在维持治疗期尽量保持原有减重药和生活方式干预不变,但也需结合患者个体情况(如经济情况、依从性和便利性等)进行适当调整。同时关注长期用药可能存在的潜在不良反应,如胃肠道不适、肌少症的预防和应对<sup>[3]</sup>。

三、体重管理中心建设及学科发展理念

当前体重管理多采用单科为主、多科松散协作模式,易导致理念冲突和选择偏好。应转向多学科紧密协作,建立以疾病和患者为中心的长程个体化管理,并加快培养肥胖专科人才。

(一)从专病到专科,从多学科到中心化

肥胖医学正经历从专科向多学科及中心化管理的转型。在政策推动下,体重管理门诊数量显著增长,部分医院已初步整合内分泌、营养、外科、中医及心理等资源,提供包括营养、药物、手术、中医及心理在内的全方位个体化方案。但目前该模式仍处早期,存在理念不统一、管理不完善等问题,未来需进一步发展内外兼容、中西结合的中心化肥胖诊疗体系。

(二)一体化管理平台 and 质控

目前我国体重管理转诊机制尚不完善,缺乏成熟的肥胖一体化管理平台。理想模式应以三级医院多学科专家团队(如内分泌、外科、营养、心理等)为核心,联合社区医师实现基层协作。通过将肥胖





筛查与干预措施下沉至社区,并依据临床指南实现规范化管理,可系统跟踪肥胖相关指标,逐步建立基层慢病管理体系,最终实现三级联动、管理下沉和基层中心建设的目标<sup>[20]</sup>。在社区医师培训与基层中心建设方面采用“传帮带”机制,借助一体化管理平台 and 虚拟学习社区落实日常监测和干预,形成“专家指导+基层执行”闭环。对于一体化管理平台,建议嵌入基于指南的标准路径<sup>[3]</sup>,并集成决策支持系统,基层医师录入数据后,系统自动生成建议并追踪效果,未达预期时触发专家复核,形成管理闭环。虚拟学习社区则支持指南学习、远程会诊与专家交流<sup>[21]</sup>。

### (三)人才专科认证与教育体系构建

我国肥胖医学专科化仍面临认证体系不完善与人才短缺等问题。高校已逐步将肥胖诊治纳入课程,认证方面已有初步标准但尚未全国统一。未来应强化临床多学科协作,推行规范化医师考核与培训,覆盖内分泌、外科等多科室,实施凭证上岗和分级认证(初级重理论技能,高级重复杂病例与科研)。由国家卫生健康委和学会共建统一认证体系,优化人才布局,拓宽基层转型通道,并通过示范单位建设与质控发布推动专科高质量发展。

### (四)人工智能(AI)技术赋能体重管理的可能性与挑战

随着肥胖诊疗向多学科、中心化发展,AI技术正融入肥胖全周期管理,推动诊疗从经验驱动转向数据智能驱动。AI通过整合遗传、代谢、生活方式等多维数据,可识别肥胖风险、分析病因,并支持个性化干预。例如,基于机器学习模型分析患者的静息能量消耗与饮食模式,有助于揭示能量失衡的潜在原因<sup>[22]</sup>;图像识别技术可自动评估膳食照片的营养成分,帮助诊断饮食结构问题<sup>[23]</sup>;AI通过分析临床特征(如代谢指标、基因表达、身体测量数据等),利用机器学习算法对肥胖进行诊断分型<sup>[24]</sup>;神经网络模型可根据术前数据预测腹腔镜手术患者术后体重减轻幅度<sup>[25]</sup>;对话式AI通过整合认知行为疗法与强化学习算法,动态优化干预策略。例如,对话式AI(如Lark)可通过认知行为疗法元素,将健康饮食比例提升31%<sup>[26]</sup>;强化学习算法可进行个性化方案的调整,AI根据患者依从性动态调整干预强度,将12周减重成功率提升至87.2%(对照组51.4%)<sup>[27]</sup>。

此外,整合5G通信技术的可穿戴医疗设备能够实时传输关键生理参数(如血氧饱和度、心率

等),为远程患者监护提供动态数据支撑<sup>[28]</sup>。配套的人工智能系统通过虚拟健康助手(如MOPET平台)实施个性化干预策略,运用智能提醒与正向激励机制,临床数据显示可使患者每周运动代谢当量(MET-hour)提升2.8个单位,系统用户黏性达86%的留存水平<sup>[29]</sup>。该远程医疗模式通过消除物理距离限制,有效降低患者就诊的时间成本与经济负担,促使医患互动频次从传统季度随访升级为月度监测,从而显著改善治疗依从性与临床成功率<sup>[30]</sup>。然而,AI依赖大量数据,存在隐私泄露风险;应作辅助工具,避免削弱医患决策;偏远地区及老年人使用可能存在障碍,AI建议的通俗化转换仍需人工干预,以防偏差。

### 四、体重管理手段的不断优化和创新

以往肥胖管理多靠营养与运动,传统药物效果有限且副作用大,手术接受度低。近年新药助力体重长期管理,亟待统一理念与规范手段。

#### (一)营养刺激激素单受体激动剂

2010年营养刺激激素激动剂利拉鲁肽获批2型糖尿病适应证。随后10余年中,由于其优越减重效果,使得此类药物研发方向转向体重管理,并于2014年获批体重管理适应证,成为首款进入减重市场的营养刺激激素受体激动剂。目前我国已获批体重管理适应证的营养刺激激素单受体激动剂为贝那鲁肽(2023年)、利拉鲁肽(2023年)、司美格鲁肽(2024年),均为胰高血糖素样肽-1(GLP-1)受体激动剂,主要通过抑制食欲和延缓胃排空实现减重,其中司美格鲁肽效果最强,STEP-1研究显示其2.4 mg每周1次治疗68周平均减重16.9%,并具心血管保护及改善代谢相关脂肪肝炎等益处。主要不良反应为胃肠道反应,整体安全性良好<sup>[31-36]</sup>。

#### (二)营养刺激激素双受体激动剂

单受体激动剂的不良反应限制了其剂量和减重疗效的进一步提升,近年来研究热点转向了多受体激动剂。目前我国已获批体重管理适应证的营养刺激激素双受体激动剂包括替尔泊肽(2024年)和玛仕度肽(2025年)。

替尔泊肽是一种新型葡萄糖依赖性促胰岛素多肽(GIP)和GLP-1双重受体激动剂,其中GIP受体激动作用的加入强化了GLP-1受体激动剂对中枢食欲的抑制作用,同时潜在拮抗了GLP-1受体激动对呕吐中枢的激活,增加了药物的耐受性;此外GIP受体激动剂还能够调节脂肪组织代谢<sup>[37]</sup>。研究显示,在超重或肥胖患者(非糖尿病)中,替尔泊



肽 5~15 mg 每周 1 次治疗 72 周平均减重达 16.0%~22.5%，长期随访结果显示其减重效果可维持超 3 年<sup>[38]</sup>；与司美格鲁肽的头对头研究显示，治疗 72 周时替尔泊肽的减重幅度是司美格鲁肽的 1.4 倍<sup>[39]</sup>。除减重外，替尔泊肽还被证实能够帮助糖尿病前期患者恢复血糖正常，降低糖尿病发生风险以及改善阻塞性睡眠呼吸暂停、射血分数保留型心衰、心血管疾病、代谢功能障碍相关性脂肪肝病等<sup>[18,40-42]</sup>。

玛仕度肽是一种 GLP-1 和胰高血糖素(GCG)双受体激动剂，GCG 和 GLP-1 可协同减少食物摄入，增加能量消耗，且 GLP-1 可平衡 GCG 引起的血糖升高<sup>[3]</sup>。研究显示，用药第 48 周时，玛仕度肽 4 mg、6 mg 分别减重 12.05% 和 14.84%，伴有肝脏脂肪含量改善<sup>[43]</sup>。

### (三)减重药物的未来研究方向

虽然这些新型减重药物的上市给体重管理带来质的飞跃，但仍存在着一些未满足的需求，肥胖药物未来研发可能有几个潜在方向。

1. 多靶点药物的研发：肥胖涉及食欲、代谢、肠道激素及菌群等多重交互机制，单一靶点药物作用有限。多靶点药物可通过协同效应增强疗效并降低不良反应，已成为研发主要方向。目前除多种双受体激动剂在研外，GLP-1/GIP/GCG 三受体激动剂 Retatrutide 也已进入 3 期临床试验。未来更多靶点药物的研发值得期待<sup>[3]</sup>。

2. 口服制剂的研发：现有注射减重药使用不便且易引起恐惧，口服药则更便捷，患者接受度高。口服司美格鲁肽及 Orforglipron 等新型口服药正处于 3 期研发中<sup>[9]</sup>。此外，GLP-1RA+AmylinRA 双靶点药物 Amycretin，G 蛋白耦联体 SCO-267 也已经进入临床试验阶段<sup>[44]</sup>。

3. 减脂增肌药物的开发：目前的减重手段往往会出现肌肉流失，不仅直接损害胰岛素敏感性和代谢健康，还通过降低身体机能和代谢率增加慢性病风险及体重反弹的可能性<sup>[45]</sup>。早期临床研究表明，抑制 myostatin 和 activin 信号通路的药物能够在促进脂肪减少的同时防止肌肉流失，此类药物单独使用或与肠促胰素类药物联用，可在显著减重的同时维持甚至增加肌肉和骨量，为改善代谢健康提供潜在解决方案<sup>[46]</sup>。

4. 改变中枢调定点的探索：中枢调定点失调是肥胖核心机制，表现为中枢设定高体脂为新稳态，引发瘦素/胰岛素抵抗及胃饥饿素敏感增强，外周

代谢活性降低、储能优先，共同导致减重抵抗和能量持续积累<sup>[47]</sup>。未来的减重药物可能通过这些影响中枢调定点的靶点，调节中枢神经系统的信号通路来影响体重调定点<sup>[48]</sup>。

5. 对脂肪细胞功能的调节：肥胖时脂肪细胞肥大引发局部缺氧及血管异常，释放大量的饱和游离脂肪酸(FFA)。FFA 通过结合巨噬细胞 TLR-4 受体激活 NF- $\kappa$ B 通路，促进促炎因子[肿瘤坏死因子- $\alpha$ 、白细胞介素(IL)-6]分泌并抑制抗炎因子 IL-10 生成。同时，脂肪肥大导致脂联素分泌减少，削弱其对 TLR-4 通路的天然抑制作用，加剧炎症反应和胰岛素抵抗，形成恶性循环<sup>[49]</sup>。未来药物研发可能以调节脂肪细胞功能作为靶点对抗肥胖。

### (四)其他体重管理手段的不断优化和创新

近年来，体重管理领域微创介入技术发展迅速。胃袖状切除术是目前主流的代谢手术方式，被长期研究证实有效。单孔腹腔镜技术，尤其是单孔胃袖状切除术，因创伤小、满意度高，在临床中的应用日益普及<sup>[50]</sup>。此外，内镜技术也取得显著突破，如内镜下袖状胃成形术通过缝合胃壁减少 70% 的胃容量，而内镜下胃折叠术利用跨壁缝合实现胃部塑形<sup>[51]</sup>。胃内占容装置也不断创新，包括液体或气体填充的球囊(如 Orbera、ReShape、Obalon)以及可吞咽的凝胶胶囊<sup>[52]</sup>。然而，目前代谢手术也面临着一些挑战，如手术并发症、术后反弹等问题<sup>[53]</sup>，内外协同管理或可改善这些问题。权威指南推荐对于重度及以上肥胖症(BMI $\geq 37.5$  kg/m<sup>2</sup>)的患者术前预先减重 5%~10%，不仅可使手术操作难度降低，还可减少围手术期并发症发生率<sup>[54]</sup>。对于术后减重不足或体重反弹，药物联合治疗是有效的策略。

综上，随着肥胖诊疗手段不断丰富，新药物与管理方式为患者带来新希望。未来重点包括多靶点减重药物研发、AI 辅助诊疗及上下联动的肥胖防控体系。医院减重中心与疾控部门需加强数据联动，优化资源配置；政策层面应推动国家级肥胖防控策略落地，促进减重中心建设与人才认证；临床需借助数字技术，开发饮食、运动与体重一体化干预项目，实现全生命周期管理，助力全民健康提升。

**利益冲突** 作者声明不存在利益冲突

### 参 考 文 献

- [1] Pan F, Zhang T, Mao W, et al. Ultra-processed food





- consumption and risk of overweight or obesity in Chinese adults: Chinese food consumption survey 2017-2020[J]. *Nutrients*, 2023, 15(18): 4005. DOI: 10.3390/nu15184005.
- [2] Ng SW, Howard AG, Wang HJ, et al. The physical activity transition among adults in China: 1991-2011[J]. *Obes Rev*, 2014, 15 Suppl 1(1):27-36. DOI: 10.1111/obr.12127. PMID: 24341756; PMCID:PMC3869092.
  - [3] 中华医学会内分泌学分会. 肥胖患者的长期体重管理及药物临床应用指南(2024 版)[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2024, 40(7): 545-564. DOI: 10.3760/cma.jcn311282-20240412-00149.
  - [4] Burkhauser RV, Cawley J. Beyond BMI: the value of more accurate measures of fatness and obesity in social science research[J]. *J Health Econ*, 2008, 27(2): 519-529. DOI: 10.1016/j.jhealeco.2007.05.005.
  - [5] Bray GA. Beyond BMI[J]. *Nutrients*, 2023, 15(10): 2254. DOI: 10.3390/nu15102254.
  - [6] Yuen M. Health complications of obesity: 224 obesity-associated comorbidities from a mechanistic perspective[J]. *Gastroenterol Clin North Am*, 2023, 52(2): 363-380. DOI: 10.1016/j.gtc.2023.03.006.
  - [7] Luppino FS, de Wit LM, Bouvy PF, et al. Overweight, obesity, and depression: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies[J]. *Arch Gen Psychiatry*, 2010, 67(3): 220-229. DOI: 10.1001/archgenpsychiatry.2010.2.
  - [8] Rubino F, Cummings DE, Eckel RH, et al. Definition and diagnostic criteria of clinical obesity[J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2025, 13(3): 221-262. DOI: 10.1016/S2213-8587(24)00316-4.
  - [9] Han TS, Tajar A, Lean ME. Obesity and weight management in the elderly[J]. *Br Med Bull*, 2011, 97: 169-196. DOI: 10.1093/bmb/ldr002.
  - [10] Soleymani T, Daniel S, Garvey WT. Weight maintenance: challenges, tools and strategies for primary care physicians[J]. *Obes Rev*, 2016, 17(1):81-93. DOI: 10.1111/obr.12322.
  - [11] Safavi R, Lih A, Kirkpatrick S, et al. Impact of anti-obesity medication initiation and duration on weight loss in a comprehensive weight loss programme[J]. *Obes Sci Pract*, 2019, 5(5):468-478. DOI: 10.1002/osp4.361.
  - [12] Durrer Schutz D, Busetto L, Dicker D, et al. European practical and patient-centred guidelines for adult obesity management in primary care[J]. *Obes Facts*, 2019, 12(1): 40-66. DOI: 10.1159/000496183.
  - [13] Apovian CM, Aronne LJ, Bessesen DH, et al. Pharmacological management of obesity: an endocrine society clinical practice guideline[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2015, 100(2): 342-362. DOI: 10.1210/jc.2014-3415.
  - [14] Noria SF, Shelby RD, Atkins KD, et al. Weight regain after bariatric surgery: scope of the problem, causes, prevention, and treatment[J]. *Curr Diab Rep*, 2023, 23(3): 31-42. DOI: 10.1007/s11892-023-01498-z.
  - [15] Greenway FL. Physiological adaptations to weight loss and factors favouring weight regain[J]. *Int J Obes (Lond)*, 2015, 39(8):1188-1196. DOI: 10.1038/ijo.2015.59.
  - [16] Aronne LJ, Sattar N, Horn DB, et al. Continued treatment with tirzepatide for maintenance of weight reduction in adults with obesity: the SURMOUNT-4 randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2024, 331(1):38-48. DOI: 10.1001/jama.2023.24945.
  - [17] Rubino D, Abrahamsson N, Davies M, et al. Effect of continued weekly subcutaneous semaglutide vs placebo on weight loss maintenance in adults with overweight or obesity: the STEP 4 randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2021, 325(14):1414-1425. DOI: 10.1001/jama.2021.3224.
  - [18] Jastreboff AM, le Roux CW, Stefanski A, et al. Tirzepatide for obesity treatment and diabetes prevention[J]. *N Engl J Med*, 2025, 392(10): 958-971. DOI: 10.1056/NEJMoa2410819.
  - [19] Kahn SE, Deanfield JE, Jeppesen OK, et al. Effect of semaglutide on regression and progression of glycemia in people with overweight or obesity but without diabetes in the SELECT trial[J]. *Diabetes Care*, 2024, 47(8): 1350-1359. DOI: 10.2337/dc24-0491.
  - [20] Baillargeon JP, St-Cyr-Tribble D, Xhignesse M, et al. Impact of an integrated obesity management system on patient's care-research protocol[J]. *BMC Obes*, 2014, 1: 19. DOI: 10.1186/s40608-014-0019-z.
  - [21] Baillargeon JP, Carpentier A, Donovan D, et al. Integrated obesity care management system-implementation and research protocol[J]. *BMC Health Serv Res*, 2007, 7: 163. DOI: 10.1186/1472-6963-7-163.
  - [22] Bruna M, Roseana B. C, Melissa. SF. et al. Artificial intelligence technologies to manage obesity[J]. *VITTALLE-Revista de Ciências da Saúde*, 2018, 30(2): 73-79. DOI: 10.14295/vittalle.v30i2.7654.
  - [23] 王佳佳, 卢宗亮, 龙波. 人工智能在减重领域中的应用[J]. *保健医学研究与实践*, 2023, 20(10): 14-19. DOI: 10.11986/j.jissn.1673-873X.2023.10.003.
  - [24] Lin Z, Feng W, Liu Y, et al. Machine learning to identify metabolic subtypes of obesity: a multi-center study[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2021, 12: 713592. DOI: 10.3389/fendo.2021.713592.
  - [25] Bellini V, Valente M, Turetti M, et al. Current applications of artificial intelligence in bariatric surgery[J]. *Obes Surg*, 2022, 32(8): 2717-2733. DOI: 10.1007/s11695-022-06100-1.
  - [26] Stein N, Brooks K. A fully automated conversational artificial intelligence for weight loss: longitudinal observational study among overweight and obese adults [J]. *JMIR Diabetes*, 2017, 2(2): e28. DOI: 10.2196/diabetes.8590.
  - [27] 张露, 冯文煥, 王静, 等. 移动医疗应用程序在肥胖多学科门诊体重管理中的作用 [J]. *江苏医药*, 2022, (3). DOI: 10.19460/j.cnki.0253-3685.2022.03.004.
  - [28] Liu M, Zhang W, Wang J, et al. Promoting active health with AI technologies: current status and prospects of high-altitude therapy, simulated hypoxia, and LLM-driven lifestyle rehabilitation approaches[J]. *Biosci Trends*, 2025, 19(3):252-265. DOI: 10.5582/bst.2025.01105.
  - [29] Everett E, Kane B, Yoo A, et al. A novel approach for fully automated, personalized health coaching for adults with prediabetes: pilot clinical trial[J]. *J Med Internet Res*, 2018, 20(2): e72. DOI: 10.2196/jmir.9723.
  - [30] Hinchliffe N, Capehorn MS, Bewick M, et al. The potential role of digital health in obesity care[J]. *Adv Ther*, 2022, 39(10):4397-4412. DOI: 10.1007/s12325-022-02265-4.
  - [31] Wilding J, Batterham RL, Calanna S, et al. Once-weekly semaglutide in adults with overweight or obesity[J]. *N Engl J Med*, 2021, 384(11): 989-1002. DOI: 10.1056/



- NEJMoa2032183.
- [32] Lingvay I, Deanfield J, Kahn SE, et al. Semaglutide and cardiovascular outcomes by baseline HbA1c and change in HbA1c in people with overweight or obesity but without diabetes in SELECT[J]. *Diabetes Care*, 2024, 47(8):1360-1369. DOI: 10.2337/dc24-0764.
- [33] Newsome PN, Sanyal AJ, Engebretsen KA, et al. Semaglutide 2.4 mg in participants with metabolic dysfunction-associated steatohepatitis: baseline characteristics and design of the phase 3 ESSENCE trial [J]. *Aliment Pharmacol Ther*, 2024, 60(11-12):1525-1533. DOI: 10.1111/apt.18331.
- [34] Lincoff AM, Brown-Frandsen K, Colhoun HM, et al. Semaglutide and cardiovascular outcomes in obesity without diabetes[J]. *N Engl J Med*, 2023, 389(24):2221-2232. DOI: 10.1056/NEJMoa2307563.
- [35] Butler J, Shah SJ, Petrie MC, et al. Semaglutide versus placebo in people with obesity-related heart failure with preserved ejection fraction: a pooled analysis of the STEP-HFpEF and STEP-HFpEF DM randomised trials[J]. *Lancet*, 2024, 403(10437): 1635-1648. DOI: 10.1016/S0140-6736(24)00469-0.
- [36] 张婷婷, 吴红花, 张俊清. 司美格鲁肽临床应用有效性和安全性与剂量关系的研究进展[J]. *中华医学杂志*, 2023, 103(35):2828-2832. DOI: 10.3760/cmaj.cn112137-20230613-00995.
- [37] 林紫薇, 李小英. 葡萄糖依赖性促胰岛素分泌多肽和胰高糖素样肽-1受体激动剂替尔泊肽:从作用机制看其如何实现强效降糖减重[J]. *中华糖尿病杂志*, 2024, 16(5):579-585. DOI: 10.3760/cmaj.cn115791-20230801-00029.
- [38] Jastreboff AM, Aronne LJ, Ahmad NN, et al. Tirzepatide once weekly for the treatment of obesity[J]. *N Engl J Med*, 2022, 387(3):205-216. DOI: 10.1056/NEJMoa2206038.
- [39] Aronne LJ, Horn DB, le Roux CW, et al. Tirzepatide as compared with semaglutide for the treatment of obesity [J]. *N Engl J Med*, 2025, 393(1): 26-36. DOI: 10.1056/NEJMoa2416394.
- [40] Malhotra A, Grunstein RR, Fietze I, et al. Tirzepatide for the treatment of obstructive sleep apnea and obesity[J]. *N Engl J Med*, 2024, 391(13): 1193-1205. DOI: 10.1056/NEJMoa2404881.
- [41] Kramer CM, Borlaug BA, Zile MR, et al. Tirzepatide reduces LV mass and paracardiac adipose tissue in obesity-related heart failure: SUMMIT CMR substudy[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2025, 85(7): 699-706. DOI: 10.1016/j.jacc.2024.11.001.
- [42] Loomba R, Hartman ML, Lawitz EJ, et al. Tirzepatide for metabolic dysfunction-associated steatohepatitis with liver fibrosis[J]. *N Engl J Med*, 2024, 391(4):299-310. DOI: 10.1056/NEJMoa2401943.
- [43] Ji L, Jiang H, Bi Y, et al. Once-weekly mazdutide in Chinese adults with obesity or overweight[J]. *N Engl J Med*. 2025, 392(22):2215-2225. DOI: 10.1056/NEJMoa2411528.
- [44] Melson E, Ashraf U, Papamargaritis D, et al. What is the pipeline for future medications for obesity? [J]. *Int J Obes (Lond)*, 2025, 49(3): 433-451. DOI: 10.1038/s41366-024-01473-y.
- [45] Coen PM, Carnero EA, Goodpaster BH. Exercise and bariatric surgery: an effective therapeutic strategy[J]. *Exerc Sport Sci Rev*, 2018, 46(4):262-270. DOI: 10.1249/JES.0000000000000168.
- [46] Stefanakis K, Kokkorakis M, Mantzoros CS. The impact of weight loss on fat-free mass, muscle, bone and hematopoiesis health: implications for emerging pharmacotherapies aiming at fat reduction and lean mass preservation[J]. *Metabolism*, 2024, 161: 156057. DOI: 10.1016/j.metabol.2024.156057.
- [47] Ghanemi A, Yoshioka M, St-Amand J. Obesity as a neuroendocrine reprogramming[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2021, 57(1):66. DOI: 10.3390/medicina57010066.
- [48] 郭筱楠, 龚凤英. 生长分化因子 15 与肥胖症及相关代谢性疾病的研究进展 [J]. *中华糖尿病杂志*, 2021, (3). DOI: 10.3760/cmaj.cn115791-20200619-00383.
- [49] Hajer GR, van Haeften TW, Visseren FL. Adipose tissue dysfunction in obesity, diabetes, and vascular diseases[J]. *Eur Heart J*, 2008, 29(24): 2959-2971. DOI: 10.1093/eurheartj/ehn387.
- [50] Kang SH, Park YS, Ahn SH, et al. Laparoendoscopic single-site bariatric surgery: a review of single-port laparoscopic and endoscopic bariatric treatments[J]. *J Obes Metab Syndr*, 2018, 27(1): 25-34. DOI: 10.7570/jomes.2018.27.1.25.
- [51] Qureshi H, Saeed N, Jovani M. Updates in endoscopic bariatric and metabolic therapies[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(3):1126. DOI: 10.3390/jcm12031126.
- [52] 余芊芊, 曹耀权, 王泽阳, 等. 胃内容容装置减重的研究进展 [J]. *中南大学学报(医学版)*, 2023, 48(4):614-620. DOI: 10.11817/j.jissn.1672-7347.2023.220607.
- [53] Salazar J, Duran P, Garrido B, et al. Weight regain after metabolic surgery: beyond the surgical failure[J]. *J Clin Med*, 2024, 13(4):1143. DOI: 10.3390/jcm13041143.
- [54] Muñoz M, Blandón J, Gutierrez I, et al. Liraglutide effectiveness in preoperative weight-loss for patients with severe obesity undergoing bariatric-metabolic surgery[J]. *Updates Surg*, 2024, 76(6): 2277-2283. DOI: 10.1007/s13304-024-01828-0.

